



---

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

---

**Una revisión de las estrategias de enseñanza de la  
asignatura “Química Biológica” para los estudiantes de  
Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional  
de San Luis**

Autora: Dra. Ethelina Cargnelutti

Directora: Mgter. Karina E. Marchevsky

Co-Director: Dr. Nicolás A. Pereira

SAN LUIS-2023



Trabajo Final de Especialidad presentado por Ethelina Cargnelutti, Dra. En Bioquímica, para optar al grado de Especialista en Educación Superior por la Universidad Nacional de San Luis.

Este trabajo ha sido realizado en el ámbito del Área de Química Biológica de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (UNSL), bajo la dirección de la Mgter. Karina Ethel Marchevsky y la co-dirección del Dr. Nicolás Alejandro Pereira.

*A mis estudiantes.*



## **Agradecimientos**

*Este trabajo es el resultado del esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron diferentes personas, ya sea leyendo, sugiriendo, corrigiendo, dando ánimo, o acompañando en los momentos de crisis y felicidad.*

*Quisiera agradecer,*

*A la querida Universidad Nacional de San Luis, por permitirme concretar mis objetivos académicos y profesionales. ¡Felices 50 años!*

*A Karina y Nicolás, mis directores, por su dedicación, paciencia y guía para la escritura de este Trabajo Final.*

*A Walter, por ser mi compañero de vida incondicional.*

*A mis padres, por enseñarme el valor de la educación. Te extraño papá.*

*Gracias de corazón*



## Índice

Abreviaturas.....	10
Introducción .....	11
Capítulo I: Antecedentes sobre la Enseñanza Universitaria del Metabolismo y/o de la Química Biológica .....	15
Un breve acercamiento a la disciplina.....	15
Antecedentes sobre la enseñanza del metabolismo en instituciones universitarias ...	16
Capítulo II: Análisis de las concepciones de Enseñanza en la Asignatura Química Biológica .....	20
Marco teórico .....	20
Algunas conceptualizaciones previo al análisis .....	20
Las concepciones docentes sobre la enseñanza de las ciencias naturales y el vínculo con sus prácticas pedagógicas .....	23
Análisis de las concepciones de enseñanza de los/las docentes de Química Biológica .....	26
1- El contexto de enseñanza de la asignatura .....	26
2- Análisis de los programas de la asignatura .....	29
3- Caracterización de las estrategias de enseñanza empleadas en los trabajos prácticos de Química Biológica .....	47
Capítulo III: Propuestas de Estrategias de Enseñanza que Contribuyan a la Integración de los Contenidos de Química Biológica para la Lic. En Biotecnología .....	52
La indagación dialógica problematizadora (IDP): una estrategia de enseñanza constructivista.....	53
Planificación de la clase basada en la IDP .....	55
Implementación de la estrategia de IDP .....	55
Propuesta Didáctica para Contribuir a la Enseñanza de la Integración de los Contenidos de Química Biológica.....	57
Secuencia de actividades para abordar la “interrelación e integración metabólica”	57
Capítulo IV: Reflexiones Finales .....	70
Bibliografía.....	72
Anexos.....	79
Anexo I: Programas de la Asignatura Química Biológica para la Carrera de Licenciatura en Biotecnología (2015-2021) .....	79



Anexo II: Trabajo Práctico N° 1 de la Asignatura Química Biológica para la Lic. En Biotecnología (2017, 2019 y 2021) .....	115
Año 2017.....	115
Año 2019.....	126
Año 2021.....	141
Anexo III: Reglamentos de Cursada de la Asignatura Química Biológica para la Carrera Lic. En Biotecnología (2017-2021).....	156
Anexo IV: Introducción general de las guías de Trabajos Prácticos de Química Biológica para la Lic. En Biotecnología (2019-2021).....	177
Año 2019.....	177
Año 2020.....	178
Año 2021.....	179

## **Abreviaturas**

**ABP:** Aprendizaje Basado en Problemas

**ASPO:** Aislamiento Social Preventivo Obligatorio

**ES:** Educación Superior

**FQByF:** Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia

**IDP:** Indagación Dialógica Problematicadora

**JTP:** Jefe/a de Trabajos Prácticos

**NE:** no especificado

**QB:** Química Biológica

**TPA:** Trabajo Práctico de Aula

**TPL:** Trabajo Práctico de Laboratorio

**TP:** Trabajo Práctico

**TPs:** Trabajos Prácticos

**T-R:** Transmisión-Recepción

**UNSL:** Universidad Nacional de San Luis

## Introducción

Los cambios sociales, culturales y políticos sucedidos durante el siglo XX han generado transformaciones significativas en las instituciones de Educación Superior (ES). Entre los anteriores, se incluyen la globalización, el desarrollo de nuevas tecnologías, la masificación de la ES y el paradigma socioeconómico centrado en el poder del conocimiento, y conllevan una responsabilidad de las universidades para mejorar la preparación y competitividad de la población activa de la sociedad (De Vicenzi, 2012). Estos procesos tienen un impacto relevante, lo que hace necesario revisar la práctica docente universitaria para mejorar la enseñanza y adaptarla a las necesidades y exigencias sociales.

La práctica docente implica el trabajo cotidiano del/la enseñante en determinados contextos sociales, históricos e institucionales. Si bien, esta práctica situada es definida en su significación social y particular por la práctica pedagógica, involucra también actividades y relaciones que trascienden a esta última. Así, la práctica pedagógica queda circunscrita al aula, y supone un proceso que manifiesta una determinada relación docente-conocimiento-estudiante, centrada en el enseñar y el aprender. Empero, la práctica docente es compleja y es afectada por diferentes condicionantes que trascienden el ambiente áulico. En este sentido, es posible identificar los procesos resultantes de las relaciones institucionales y aquellos referidos a las subordinaciones sociales, culturales, históricas y políticas (Achilli, 1988).

Si bien la práctica pedagógica es orientada por el currículum, también se sustenta en las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje provenientes de la cultura educativa en la que docentes y estudiantes se han formado (Pozo, 2000). Por otra parte, es común que los/las docentes universitarios/as cuenten con una formación disciplinar, aunque no siempre poseen una formación formal vinculada a la educación. Si bien la práctica docente representa un medio de aprendizaje de la experiencia para enseñar (Hurtado Espinoza et al., 2015), los saberes pedagógicos de los/las docentes sin formación en este aspecto, se constituyen principalmente durante sus trayectorias en el sistema educativo. En estos recorridos como

estudiantes, se internalizan enfoques de enseñanza y de aprendizaje que son puestos a prueba durante las primeras experiencias docentes, y posteriormente a partir de ensayos y errores, se construye un saber ligado al propio recorrido en las aulas (Martín-Romera & García-Martínez, 2017). Además, en este recorrido se configuran teorías implícitas sobre la enseñanza, que guían la práctica pedagógica y constituyen el fundamento no consciente de actitudes resistentes al cambio (Ros Garrido, 2016).

En diferentes debates sobre el mejoramiento de la enseñanza universitaria, se plantea la necesidad de la formación pedagógica del profesorado de ES (Litwin, 2008; Benito & Cruz, 2005; Feldman, 2004). Al respecto, se resalta al/la docente universitario/a como un sujeto crítico y reflexivo de sus prácticas, que toma decisiones basadas en los conocimientos, habilidades y valores del campo de la pedagogía y la didáctica. A pesar de lo anterior, muchas de las prácticas de enseñanza universitaria continúan siendo de tipo intuitivo o constituyen la repetición de modelos didácticos. Esto no implica necesariamente que no se desarrollen buenas prácticas de enseñanza, pero a veces, son insuficientes y redundan en aprendizajes pobres o que sólo adquieren significación cuando los/las estudiantes ejercen su profesión. Por tal razón, las buenas propuestas de enseñanza comprenden tratamientos metodológicos que superen los patrones de mal entendimiento.

La enseñanza de una disciplina en particular, se relaciona con los denominados estilos de enseñanza y con el vínculo pedagógico, entendiendo a los primeros como las preferencias y enfoques individuales adoptados por los y las docentes para enseñar. Estos estilos de enseñanza, son el producto de representaciones, creencias, principios e ideas subyacentes en las prácticas docentes, que pueden ser más o menos explícitas. A partir de diversos trabajos realizados sobre las creencias y convicciones de los profesores con respecto a la enseñanza y el aprendizaje, y sobre lo que los/las docentes dicen que hacen cuando enseñan, es posible diferenciar dos grandes modelos de estilos de enseñanza: el modelo 'centrado en la enseñanza', también denominado 'modelo centrado en el/la docente', y el modelo 'centrado en el aprendizaje', que también se denomina 'modelo centrado en el/la estudiante'. Ambos serían los extremos de un continuo en el que se ubicarían categorías

intermedias (Gargallo López et. al., 2010). En el caso de la enseñanza universitaria de carreras vinculadas con las ciencias naturales, diversas investigaciones destacan que los estilos agrupados en el modelo de enseñanza centrado en el aprendizaje, inciden en el desarrollo de modos más profundos y autónomos de aprender (Laudadio & Mazzitelli, 2015). Ahora bien, al momento de enseñar, se apela a estrategias de enseñanza que constituyen los enfoques y los recursos proyectados por el/la docente, utilizados en acciones sistematizadas de acuerdo a un determinado propósito educativo. En tal sentido, es recomendable la utilización de estrategias para una enseñanza situada, es decir, estrategias que favorezcan la construcción de aprendizaje significativo, que le permitan al/la estudiante encontrar un sentido y una utilidad de lo enseñado en el aula (Díaz Barriga, citado en Jiménez González & Robles Zepeda, 2016).

Teniendo en cuenta que los estilos de enseñanza y las estrategias que posibilitan concretar los propósitos educativos están fuertemente vinculados con el saber didáctico de los y las docentes, resulta de interés analizar la pedagogía llevada a cabo en la propia práctica docente. En este Trabajo Final de Especialización, nos centramos específicamente en la práctica pedagógica/didáctica de la asignatura “Química Biológica” (QB) para la carrera de Licenciatura en Biotecnología, que se dicta en la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (FQByF) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), debido a que integro el equipo docente desde el año 2018.

El **objetivo general** de este trabajo es indagar sobre las estrategias de enseñanza utilizadas por los y las docentes que se desempeñan en la asignatura.

Los **objetivos específicos** son:

- Analizar las concepciones de enseñanza a partir de los diferentes programas de la asignatura, desde su comienzo, y hasta la actualidad.
- Indagar sobre las estrategias de enseñanza utilizadas en las guías de trabajos prácticos de aula y de laboratorio.
- Proponer recomendaciones, si fuese necesario, para contribuir a una enseñanza integral de los contenidos de la asignatura.

Para la realización de este Trabajo Final de Especialización, optamos por la elaboración de una monografía, debido a las características fundamentales del mismo: el análisis y la descripción. A través del enfoque monográfico, pretendemos indagar y describir las distintas instancias de las prácticas pedagógicas de la asignatura QB, destinada a estudiantes de Lic. En Biotecnología.

Este Trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera:

- Capítulo 1: Antecedentes sobre la enseñanza universitaria del metabolismo y/o de la QB.
- Capítulo 2. Análisis de las concepciones de enseñanza en la asignatura QB.
- Capítulo 3. Propuesta de estrategias de enseñanza que contribuyan a la integración de los contenidos de QB para la Lic. En Biotecnología.
- Capítulo 4. Reflexiones finales.

En cuanto a la metodología utilizada, se realizó una selección de publicaciones para elaborar los antecedentes sobre la enseñanza universitaria del metabolismo o de QB, mediante la búsqueda en Google Académico. En este caso, se usaron palabras clave tales como “enseñanza metabolismo”, “enseñanza química biológica”, “enseñanza universitaria metabolismo”, “química biológica universitaria”. Por otro lado, en relación al análisis de las concepciones de enseñanza de los/las integrantes del equipo docente, se revisaron los programas de la asignatura presentados entre los años 2015 y 2021, mientras que para indagar sobre las estrategias de enseñanza se utilizaron las guías de trabajos prácticos elaboradas en el período mencionado. En la descripción del contexto de enseñanza (capítulo II), se mencionan algunas características de los/las estudiantes que fueron obtenidas a partir de los registros internos de la asignatura.

## **Capítulo I: Antecedentes sobre la Enseñanza Universitaria del Metabolismo y/o de la Química Biológica**

### **Un breve acercamiento a la disciplina**

La Química Biológica (QB) es una disciplina que busca explicar procesos vitales a nivel molecular, como los componentes celulares y el metabolismo de los seres vivos (Blanco & Blanco, 2023). El metabolismo se define como un conjunto coordinado de reacciones químicas que ocurren dentro de las células e involucran aspectos como la obtención de energía, la conversión de nutrientes en moléculas celulares, la formación de macromoléculas y la síntesis y degradación de biomoléculas (Nelson et al., 2022). Estas reacciones químicas ocurren a velocidades compatibles con la vida gracias a la actividad de las enzimas. Cada uno de los pasos consecutivos que ocurren en una reacción enzimática (reacción química catalizada por una enzima), ocasiona un pequeño cambio específico como la eliminación, transferencia o adición de un átomo o grupo funcional determinado. A su vez, varias reacciones enzimáticas constituyen una ruta metabólica. Las diferentes rutas metabólicas se interconectan entre sí para permitir que las células y organismos cubran sus necesidades vitales (Nelson et al., 2022).

Para un mejor estudio y comprensión, las rutas metabólicas se dividen en catabólicas (catabolismo) y anabólicas (anabolismo). Estas rutas ocurren simultáneamente en las células y son reguladas de manera independiente. El catabolismo implica la degradación de metabolitos celulares, mientras que el anabolismo involucra la biosíntesis (Feduchi Canosa et al., 2011). Por otro lado, es pertinente mencionar que el metabolismo está finamente regulado y coordinado tanto desde el interior de las células como desde el exterior, a través de factores de crecimiento y hormonas en organismos multicelulares (Appling et al., 2018).

## **Antecedentes sobre la enseñanza del metabolismo en instituciones universitarias**

Enseñar y aprender QB es un desafío debido a la complejidad y abstracción de las vías metabólicas, el vocabulario técnico y los conocimientos básicos de química y fisicoquímica que requiere. El aprendizaje del metabolismo implica no solo asimilar conceptos, reacciones y fórmulas químicas, sino también realizar un continuo ejercicio de conexión entre esos conceptos y las reacciones celulares que se estudian en diferentes instancias o momentos de la enseñanza. Además, es necesario razonar los fundamentos bioquímicos de los procesos que se estudian, cómo se regulan, y aprehender su significado biológico.

Con la finalidad de conocer antecedentes sobre la enseñanza de la química biológica, se realizó una búsqueda de publicaciones y se seleccionaron aquellas exclusivamente referidas a la enseñanza universitaria. La mayoría de las publicaciones recopiladas analizan las prácticas pedagógicas con el objetivo de mejorarlas o reconstruirlas, o bien, realizan propuestas didácticas que pretenden solucionar problemáticas vinculadas al aprendizaje.

Algunos de los problemas comunes en la enseñanza del metabolismo general o de temas específicos incluyen obstáculos epistemológicos de aprendizaje, dificultades en la transferencia de conceptos teóricos a situaciones concretas, falta de motivación de los/las estudiantes, falta de aprendizajes significativos y dificultad para construir conocimiento científico que pueda aplicarse en la vida profesional.

En relación a los obstáculos epistemológicos del aprendizaje, la dificultad radica en comprender cómo ocurren y se relacionan los diferentes procesos metabólicos y su impacto en la vida cotidiana o profesional. Es importante aclarar que las rutas metabólicas no son entidades biológicas reales, sino modelos mentales que permiten organizar la información proporcionada por la bioquímica para facilitar su estudio (Medina Torres, 2017). Un ejemplo de dificultades relacionadas con estos obstáculos se encuentra en el estudio de Garófalo et al. (2014), donde se detectaron errores conceptuales y una construcción inadecuada de



modelos mentales por parte de los/las estudiantes. Las autoras identificaron la falta de construcción de modelos mentales que permitan anclar el nuevo conocimiento, o bien, la construcción de dicho modelo basado en ideas cerradas y erróneas que deriva en una representación mental funcional, pero científicamente incorrecta. Al analizar el tipo de contenidos enseñados y evaluados, observaron un énfasis en la enseñanza del metabolismo en un contexto molecular que favorece un aprendizaje memorístico aislado (no integrado en un modelo mental abarcador) lo que impide otorgarle un significado biológico-fisiológico. En otras palabras, este modo de enseñanza fomenta un aprendizaje de los fenómenos químicos-moleculares separados de los biológicos. De esta manera, se destaca la importancia de revisar y reflexionar sobre los criterios de selección de los contenidos y de las metodologías a utilizar, ya que los obstáculos epistemológicos identificados son consecuencia de las estrategias de enseñanza propuestas.

Otro problema identificado en las publicaciones recopiladas es la dificultad para transferir los conceptos teóricos a situaciones concretas, es decir, una falta de integración entre la teoría y la práctica. La importancia de proponer actividades prácticas en el aula, radica en que deberían reflejar situaciones cercanas al desempeño profesional de los/las estudiantes (Steiman, 2019). Un estudio de Giangrossi (2008) menciona las dificultades en la enseñanza del metabolismo a través de clases teóricas y prácticas, donde se evidencia una pobre comprensión de los contenidos y el incumplimiento de los objetivos propuestos en las clases prácticas. Sin embargo, también destaca que el enfoque de los trabajos prácticos depende de los objetivos de aprendizaje propuestos, mientras que estos son una consecuencia de las concepciones docentes sobre cómo se hace ciencia y se aprende a hacer ciencia, enfatizando así, la importancia de la concepción docente sobre la ciencia. Se proponen cambios para el desarrollo de las clases prácticas, considerando que las experiencias de laboratorio constituyen una de las formas más adecuadas para la enseñanza de las ciencias naturales en general. Integrando los distintos trabajos prácticos en una actividad globalizadora, enfrentando al/la estudiante a situaciones cotidianas, relacionándolas e interpretándolas en el marco del saber científico, es posible lograr una simbiosis entre teoría

y práctica que favorece y mejora la aplicación de los conocimientos enseñados (Giangrossi, 2008).

Además de los problemas mencionados, se recopilaron publicaciones que proponen diversas estrategias y recursos para mejorar el conocimiento sobre bioquímica y metabolismo celular, como el uso de software, juegos y aprendizaje basado en la web (Costa Pereira Lopes Alves de Franca & Ferreira Campos, 2021; Lee et al., 2019; Carew, 2019; Dsilva et al., 2019; Rossow & Stern, 2011), análisis de artículos científicos (Cicuto et al., 2019; Bazzo de Espíndola et al., 2010), estudio de casos (Lamberti et al., 2015), actividades de rompecabezas invertido (Williams et al., 2018), aprendizaje basado en problemas (ABP) (Megías Fresno & Oñaderra Sánchez, 2013; Trevisi & Trombert, 2012; Casado et. al, 2010) y modelos físicos (Lin et al., 2018). Estas propuestas buscan mejorar los procesos cognitivos y la motivación de los/las estudiantes. En general, se observa un cambio de paradigma en la enseñanza universitaria, pasando de un enfoque centrado en el profesor a un enfoque centrado en el/la estudiante. Esto último, caracteriza a las denominadas metodologías de aprendizaje activo, en las que los/las docentes son sujetos organizadores de experiencias de aprendizaje y promotores de la participación activa de sus estudiantes (Quinlan & Fogel, 2014). Es importante tener en cuenta que los/las estudiantes actuales, considerados "nativos digitales", tienen características particulares y están acostumbrados al uso de dispositivos electrónicos, lo cual repercute en su forma de aprender (Thompson, 2013). Sin embargo, el contexto tecnológico en el que han crecido los/las nativos/as digitales es una de las muchas influencias que afectan la forma en que los/las estudiantes actuales aprenden. En este sentido, los/las docentes desempeñan un papel fundamental en la planificación y la transposición didáctica del contenido a enseñar.

Diana Vullo (2014), docente del Departamento de QB de la Universidad de Buenos Aires, también aborda la problemática de la enseñanza centrada en el/la docente. Según la mencionada autora, este enfoque no propicia las actividades de elaboración personal, sino que, por el contrario, favorece un aprendizaje memorístico, a la vez que es reforzado por el tipo de evaluación utilizado. Esto crea una discrepancia entre el sistema de evaluación, que

debería reflejar el aprendizaje, y los objetivos de enseñanza. Para garantizar la coherencia entre los contenidos del programa, las actividades diseñadas por el/la docente y las realizadas por los/las estudiantes, es esencial comunicar los contenidos y los objetivos de aprendizaje al comienzo de un curso. De esta manera, es posible seleccionar estrategias para alcanzar esos objetivos y elaborar evaluaciones que permitan comprender el proceso de enseñanza y el de aprendizaje. En línea con las estrategias y recursos que promueven un aprendizaje activo, Vullo propone varias sugerencias para alejar a los/las estudiantes de una actitud pasiva en el aula y mantener su atención.

En función de los antecedentes recopilados sobre la enseñanza universitaria de química biológica, se hace evidente la necesidad de romper con las actitudes rutinarias basadas en modelos internalizados durante nuestros trayectos de escolarización. Mediante la reflexión sobre la propia práctica pedagógica y didáctica es posible identificar nuestras concepciones y considerar otros modelos de enseñanza que se ajusten con las necesidades educativas actuales. Además, esta reflexión sobre la propia práctica ha de ir acompañada de un desempeño autónomo que conlleva responsabilidades morales, derivadas de la intención formativa de la actividad docente. Lo mencionado, exige una vigilancia epistemológica que permita una coherencia entre lo que se propone/dice (coherencia epistemológica) y lo que realmente se lleva adelante en las prácticas (cohesión práctica) (Álvarez Méndez, 2003).

## **Capítulo II: Análisis de las concepciones de Enseñanza en la Asignatura Química Biológica**

### **Marco teórico**

#### ***Algunas conceptualizaciones previo al análisis***

En este capítulo se aborda la enseñanza de la asignatura QB, así como las estrategias de enseñanza empleadas, lo cual hace necesario que se defina "enseñanza" y "estrategias de enseñanza". Además, teniendo en cuenta la naturaleza de la disciplina objeto del curso, se proporciona una breve introducción a la didáctica de las ciencias naturales.

Definir enseñanza no es sencillo, para iniciar esta definición es posible decir en términos sencillos y generales, que enseñar implica un intento de una persona de mostrar algo a otra. En esta situación, se distinguen tres elementos: un sujeto que enseña, otro que aprende y el conocimiento o contenido que se busca enseñar. Sin embargo, esta simple conceptualización no abarca las acciones de los sujetos ni los recursos que el/la docente decide emplear, ni tampoco los resultados esperados (Basabe y Cols, 2007). A pesar de esto, es importante destacar el uso del término "intento", lo cual refleja que la enseñanza siempre implica una acción intencional y relativamente sistemática de transmitir un conocimiento.

Ahora bien, ¿cómo se define una buena enseñanza? Para Fenstermacher (1989), la buena enseñanza incluye dos aspectos: el moral y el epistemológico. El aspecto moral se refiere a la naturaleza éticamente justificada de las acciones empleadas para enseñar un conocimiento, las cuales han de inspirar buenas acciones en los/las estudiantes. Desde el punto de vista epistemológico, una buena enseñanza implica que lo enseñado sea racionalmente justificable y, en última instancia, valioso para que el/la estudiante lo conozca, lo crea o lo entienda.

Edith Litwin (1997), reinterpreta la definición de Fenstermacher, aclarando que la buena enseñanza entraña la recuperación de la ética y de los valores en las prácticas de la enseñanza, resignificados de acuerdo a las condiciones sociales y a los diversos contextos. Para esta autora, la caracterización distintiva de la buena enseñanza se relaciona con las

denominadas “configuraciones didácticas”, que constituyen el modo particular del/la docente para organizar su práctica de enseñanza, facilitar la comprensión y construcción del conocimiento en sus estudiantes. En las configuraciones didácticas es posible reconocer el abordaje docente de los temas de su campo disciplinar, lo cual se expresa en el tratamiento de los contenidos, su concepción sobre el aprendizaje, el uso de prácticas metacognitivas, el estilo de negociación de significados que genera, las relaciones entre la práctica y la teoría que incluyen lo metodológico y la relación entre el saber y el ignorar (Litwin, 1997).

De acuerdo a lo expuesto, es posible reconocer el carácter complejo de la enseñanza, debido a que reúne varios elementos diferentes y heterogéneos. Esta práctica ha evolucionado, transformándose desde una actividad natural espontánea a una práctica social regulada, en la que se articulan ámbitos de decisión política, niveles de definición técnica y contextos de enseñanza (Basabe & Cols, 2007). Así, la enseñanza es la acción de un/una enseñante, quien es a la vez un sujeto biográfico y actor social, y por lo tanto constituye una práctica situada en un contexto social, histórico, cultural e institucional determinado (Edelstein et al. 2008).

Considerando los objetivos de este Trabajo, son relevantes los medios que utiliza el/la docente para llevar adelante el proceso de enseñanza, es decir el cómo de la enseñanza. En este sentido, cobran interés las estrategias de enseñanza cuya definición no siempre aparece explicitada. En este caso, se considera la definición de estrategia de enseñanza de Rebeca Anijovich & Silvia Mora, (2021), para quienes estas estrategias son:

El conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos. Se trata de orientaciones generales acerca de cómo enseñar un contenido disciplinar considerando qué queremos que nuestros alumnos comprendan, por qué y para qué. (pág.23).

La definición anterior es posible ubicarla en el mismo sentido a los términos que emplea Cols (2004):

*Las decisiones relativas a la forma y el contenido de enseñanza están en profunda relación con el modo en que se concibe y da forma al contenido, con los propósitos*

*de enseñanza y los objetivos de aprendizaje definidos. Al delimitar y priorizar determinadas facetas de un tema, prever aquellos significados cuya construcción se desea promover, etc. El profesor anticipa el contexto general en el que se llevará a cabo el proceso, imagina secuencias de trabajo posibles, estudia distintos modos de combinar las tareas, define momentos. Este planteo general equivale a la adopción de una estrategia, es decir, el trazado de un plan que permita aproximarse a las metas propuestas, un modo general de encarar la enseñanza (2004:19).*

La noción de estrategias evidencia que la enseñanza es una práctica compleja que no se encuentra exenta de decisiones, en términos de cómo, qué y con qué propósito enseñar. Hace referencia principalmente a la planificación de la enseñanza y el aprendizaje, fundamentada en principios, y otorga un mayor énfasis al juicio docente. Además, pero no únicamente, implica el desarrollo e implementación de una serie de actividades y comportamientos en un contexto que les otorga significado y propósito (De Longhi & Bermúdez, 2015).

De manera general, es posible diferenciar las estrategias basadas en la enseñanza directa, centrada en el conocimiento docente y aquellas enfocadas en el/la estudiante, en el que el/la docente es una guía. Algunos ejemplos de estrategias de enseñanzas directas lo constituyen la exposición y la interrogación (preguntas realizadas por el/la docente), mientras que, entre las indirectas encontramos al estudio de casos, la solución de problemas y el seminario de lectura y debate. La adecuación al contexto de enseñanza y a las situaciones áulicas definen el potencial de las diferentes estrategias de enseñanza, entendiendo que no hay malas o buenas estrategias y que también tienen un carácter complementario (Picco & Oresti, 2017).

Considerando los objetivos de este Trabajo Final, es de particular interés mencionar los criterios para la elección e implementación de las estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales. Lo anterior, se realiza en función de un diagnóstico previo de los/las estudiantes y de acuerdo a los objetivos y los contenidos que se pretenden enseñar. En tal sentido, estas estrategias han de ser flexibles y adaptables para cumplir ciertas condiciones,

tales como: tener un objetivo claro, vincular lo que se enseña con lo que el/la estudiante ya sabe o conoce, brindar ejemplos, proponer actividades que favorezcan la participación activa de los/las estudiantes, favorecer la realización de análisis críticos, y evaluar el aprendizaje (Ortíz Fajardo, 2009).

La enseñanza de las ciencias naturales tiene sus particularidades, debido a las características de los contenidos que abarca (Ligouri & Noste, 2007). La didáctica de las ciencias naturales es una disciplina autónoma, fortalecida por otras disciplinas y que se ocupa del estudio de la enseñanza de los contenidos vinculados con los fenómenos físicos, químicos y biológicos, considerando la relación humana con la naturaleza y la sociedad (Caballero Camejo & Recio Molina, 2007). El objeto de estudio de esta didáctica, es la educación científica: cómo se enseña y se aprende ciencias naturales (Adúriz Bravo & Izquierdo Aymerich, 2002).

En los últimos años, la agenda de esta disciplina se ha ocupado de investigaciones acerca del currículum en ciencias naturales y la formación específica del profesorado, incluyéndose en este último caso, investigaciones sobre el accionar didáctico del/la docente en su práctica, así como también, de las concepciones docentes respecto de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (Iturralde et al., 2017). La importancia del análisis de estas concepciones, radica en el impacto que tienen sobre las prácticas pedagógicas y, por lo tanto, son consideradas en el siguiente ítem de este apartado.

### ***Las concepciones docentes sobre la enseñanza de las ciencias naturales y el vínculo con sus prácticas pedagógicas***

En el trabajo sobre el pensamiento de los/las docentes de ciencias naturales, Ruíz Ortega et al. (2005) señalan que las concepciones acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia por parte de docentes en ejercicio o en formación son el resultado de sus experiencias educativas a lo largo de los años. Durante este proceso, se adoptan o

rechazan principios y procedimientos basados en las propias experiencias con otros/otras docentes.

Las creencias, concepciones o supuestos que los/las docentes sostienen cuando desarrollan la práctica pedagógica, son determinantes para que un modelo o enfoque de enseñanza se haga realidad. Por otra parte, las acciones pedagógicas son el resultado de la influencia de los estereotipos sociales dominantes de la enseñanza y el aprendizaje, así como también, de las rutinas surgidas de la propia experiencia docente. Estas influencias, constituyen el fundamento no consciente de las ideas implícitas de los/las profesores, responsables de actitudes resistentes al cambio (Wamba Aguado & Jiménez Perez, 2003).

De acuerdo a lo mencionado, los enfoques o modelos didácticos constituyen la puesta en práctica de la representación mental que el/la docente tiene de la enseñanza, en la que intervienen sus teorías implícitas. Estos enfoques guían las prácticas educativas y forman parte de la pedagogía de base.

Para el caso de la enseñanza de las ciencias naturales, los enfoques didácticos se agrupan principalmente en cuatro tipos, de acuerdo a la concepción docente que se asume sobre la ciencia, y sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje del conocimiento científico. Los modelos didácticos a los que se hace referencia son el modelo de enseñanza por Transmisión-Recepción (T-R), el modelo por descubrimiento, el de recepción significativa y las diferentes propuestas englobadas dentro del modelo constructivista. Las características de dichos modelos se resumen en la Tabla 1 (Ruiz Ortega, 2007; Ruiz Ortega et al., 2005).

Para identificar un modelo didáctico de enseñanza es necesario reconocer sus características. Las respuestas a las siguientes preguntas facilitan esta identificación: ¿Para qué enseñar? ¿Qué enseñar?; ¿Cómo enseñar?, ¿A quién se le enseñará?, ¿Qué y cómo evaluar? A pesar de esto, hay casos en los que se mezclan ciertos elementos de cada uno de los modelos didácticos, dando uno aparentemente diferente.



**Tabla 1***Características de los Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales*

	<i>Modelo de T-R</i>	<i>Modelo por descubrimiento</i>	<i>Modelo por recepción significativa</i>	<i>Modelo constructivista</i>
<b>Concepción de conocimiento científico</b>	<p>Históricamente descontextualizado.</p> <p>Cúmulo de conocimientos acabados, objetivos, absolutos y verdaderos.</p>	<p>Históricamente descontextualizado.</p> <p>El conocimiento científico se da en la vida cotidiana.</p> <p>Es posible acceder al conocimiento de forma espontánea (inductivismo extremo).</p>	<p>Cúmulo de conocimientos.</p>	<p>Relativo, dinámico y sometido a procesos de cambio.</p>
<b>Concepción del aprendizaje de las ciencias naturales</b>	<p>Receptivo, memorístico y asociativo.</p> <p>Perspectiva acumulativa, sucesiva y continua del aprendizaje, que incide en la secuenciación instruccional y cronológica.</p>	<p>El aprendizaje se alcanza mediante un razonamiento inductivo de los conceptos y leyes a partir del contacto con la realidad.</p> <p>Se confunde hacer ciencia con aprender ciencia.</p>	<p>Los/las estudiantes poseen una estructura cognitiva que soporta el aprendizaje significativo del conocimiento científico.</p>	<p>Hay un cambio en las estructuras de conocimiento de los/las estudiantes.</p> <p>Los/las estudiantes atribuyen nuevos significados a los conceptos y teorías enseñadas.</p> <p>Las interacciones sociales son de importancia.</p>
<b>Concepción del proceso de enseñanza</b>	<p>Dependiente de los contenidos.</p> <p>El/la docente es la fuente del conocimiento.</p> <p>Se brindan explicaciones rigurosas de la actividad científica para la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas cerrados y cuantitativos.</p>	<p>El/la docente es un coordinador de actividades que permiten a los/las estudiantes descubrir por sí mismos/as el conocimiento a aprehender.</p>	<p>El/la docente es un facilitador del aprendizaje.</p> <p>Provee material que permite relacionar la información nueva con estructuras cognitivas lógicas del/la estudiante.</p>	<p>Se consideran las ideas previas del/la estudiante.</p> <p>La enseñanza es una actividad crítica.</p> <p>El/la docente es un/a profesional autónomo/a, que investiga reflexionando sobre su propia práctica.</p>

Considerando que el objetivo general de este Trabajo Final es indagar sobre las estrategias de enseñanza utilizadas en la asignatura QB para la Lic. En Biotecnología, se

describen en el siguiente apartado las prácticas pedagógicas llevadas adelante. Además, mediante el análisis de los programas y de las estrategias de enseñanza empleadas en las guías de trabajos prácticos (TP), es posible develar posicionamientos en relación a la enseñanza del metabolismo.

## **Análisis de las concepciones de enseñanza de los/las docentes de Química**

### **Biológica**

#### ***1- El contexto de enseñanza de la asignatura***

La asignatura QB, perteneciente al Área de Integración Curricular del mismo nombre, se ofrece para múltiples carreras de la FQByF, junto con otra asignatura obligatoria (Química Biológica Patológica) y cursos complementarios de grado.

La Lic. En Biotecnología se creó en el ámbito de la FQByF en el año 2012, mientras que, en 2015, cursaron QB los/las primeros/as estudiantes de esta carrera. El curso es obligatorio, cuenta con un crédito horario cuatrimestral de 120 h y se ubica en el primer cuatrimestre del tercer año del ciclo básico de la Licenciatura.

En la actualidad, teniendo en cuenta la denominación de los cargos docentes de la UNSL, el equipo docente está conformado por una Profesora Titular y otra Adjunta (una responsable y otra co-responsable) y dos auxiliares docentes (una Jefe de Trabajos Prácticos -JTP- y un Auxiliar de Primera). Si bien el número de estudiantes varía de un cuatrimestre a otro, en promedio hay una relación de un/a docente cada diez estudiantes.

Respecto a las características de los/las estudiantes que cursan QB, es posible mencionar que se trata de sujetos proactivos, que participan en las actividades que se les proponen. Al inicio del cuatrimestre, con el objetivo de estimar el número de estudiantes y conocer algunas de sus características sociales, se realiza una preinscripción a la asignatura. A partir de los datos obtenidos, es posible decir que la edad promedio de los/las estudiantes es de 20-21 años y que generalmente, no tienen necesidad económica de trabajar ni poseen hijos/as a cargo.

La QB es la primera asignatura de la carrera de Licenciatura que demanda la integración e interrelación de procesos y requiere de conocimientos previos de fisicoquímica, de estructuras de compuestos orgánicos y de sus comportamientos químicos, así como también de biología general y celular. Se espera que dichos conocimientos hayan sido construidos en las asignaturas correlativas “Fisicoquímica”, “Química Orgánica”, “Química de Biomoléculas”, “Biología General” y “Biología Celular”.

Si bien el metabolismo es uno de los objetos de estudio de la QB, los contenidos a enseñar no son lo mismo que el conocimiento científico. Los contenidos a enseñar se pueden definir como el objeto (el qué) de la enseñanza, lo que la institución educativa propone comunicar a los/las estudiantes. Asimismo, los contenidos no sólo refieren al conocimiento disciplinar o la información científica a comunicar, sino que también incluyen técnicas, actitudes, hábitos, habilidades o sentimientos (Girvtz & Palamidessi, 1998). Los diferentes tipos de contenidos se pueden clasificar en: a) Contenidos conceptuales (hechos, conceptos y principios o sistemas conceptuales); b) Contenidos procedimentales (operaciones mentales, procedimientos y técnicas); c) Contenidos actitudinales (valores, normas y actitudes); d) Contenidos socioafectivos (habilidades sociales, comportamentales y afectivas) (Mallart & de la Torre, 2004).

Considerando la clasificación anterior, es posible mencionar que los contenidos conceptuales de QB para la Lic. En Biotecnología, abarcan el conocimiento sobre el metabolismo de diferentes organismos, las transformaciones enzimáticas de carbohidratos, proteínas y lípidos, y la regulación e interrelación de rutas anabólicas y catabólicas. Se pretende brindar una visión general sobre el metabolismo de distintos organismos, su regulación e integración. Además, se incluyen contenidos procedimentales, como el caso del manejo de instrumentos y materiales empleados comúnmente en el laboratorio. También abarcan la comparación de procesos metabólicos entre organismos de diferente complejidad. Entre los contenidos actitudinales de QB, es posible mencionar: favorecer el trabajo en equipo, la cooperación y la solidaridad, el respeto a las expresiones de los/las pares.

El abordaje de los contenidos mencionados se realiza mediante clases teóricas, seguidas de jornadas de Trabajos Prácticos de Aula (TPA) y de Laboratorio (TPL). Al inicio del cursado los/las estudiantes reciben un cronograma con las fechas en las que se desarrollarán las diferentes actividades, así como también, una guía de TP que contiene las actividades a desarrollar en los TPA y en los TPL (Anexo II) y un reglamento de cursado (Anexo III).

De acuerdo a lo explicitado en los programas de la asignatura, los objetivos de las clases teóricas es introducir los diferentes temas a enseñar, los cuales son aclarados, profundizados y considerados para las situaciones propuestas en los TPA. Además, los objetivos de aprendizaje de los TPL, consisten en la adquisición de destrezas para el manejo de instrumental y de distintas técnicas de laboratorio, al igual que conocer la utilización de materiales biológicos para evidenciar procesos metabólicos.

Las clases teóricas son desarrolladas por las docentes responsables. En otra jornada, los/las estudiantes asisten a los TPL o a los TPA, en los que se trabajan los temas abordados en las clases teóricas. Durante el TPL, la JTP realiza una introducción en la que se retoman conceptos específicos brindados en las clases teóricas, pertinentes a la actividad práctica, y se explican los protocolos y/o técnicas experimentales que se emplearán. Al final del TPL, se muestran y comparan los resultados de las experiencias obtenidos por los/las estudiantes, y la docente realiza interrogantes para estimular la elaboración de argumentaciones que expliquen dichos resultados.

Por otra parte, la modalidad actual de los TPA involucra la conformación de grupos de estudiantes (no más de tres integrantes) que resuelven ejercicios y problemas de aplicación previo al día del TPA. Durante el TPA, los grupos explican la resolución a sus compañeros/as, utilizando los recursos que consideren adecuados (póster, equipo multimedia para mostrar gráficos, esquemas o figuras, entre otros) y apoyan sus argumentaciones en bibliografía que las docentes ponen a su disposición. Además, antes del desarrollo del TPA, los/las estudiantes cuentan con una guía complementaria a la de los TP, para la resolución de los ejercicios y problemas de aplicación. Al inicio del cursado, junto con la guía de TP, los/las

estudiantes reciben una matriz o rúbrica con los criterios que serán considerados al momento de la evaluación de los TPA (Anexo III). En tal caso, se pretende que los/las estudiantes alcancen habilidades para el trabajo en grupo, la argumentación, la presentación visual de las mismas, y mejoren la capacidad de síntesis de los temas estudiados.

El último TPA constituye una excepción a la modalidad descrita. Los/las estudiantes exponen un trabajo científico que incluye la interrelación de diferentes vías metabólicas para la generación de un producto de interés biotecnológico.

Con respecto a la evaluación general de la asignatura, a lo largo del cuatrimestre hay tres evaluaciones parciales, llevadas adelante una vez desarrollados cada uno de los temas teóricos y sus correspondientes TPs. La primera evaluación, abarca los temas de catálisis enzimática y su regulación, junto con la producción de energía celular. A partir del segundo parcial, se incluyen las vías metabólicas que comprenden los principales tipos de macronutrientes: carbohidratos (segunda evaluación), lípidos y proteínas (tercera evaluación). La responsable de esta instancia es la JTP, mientras que la elaboración del instrumento se realiza en forma conjunta con las docentes responsables.

Para la aprobación de QB, los/las estudiantes son evaluados mediante un examen final. Al presente, la modalidad de dicho examen es oral e individual y consiste en la selección y exposición por parte del/la estudiante, de un determinado tema del programa. Luego de la exposición del tema seleccionado, las docentes realizan una serie de preguntas que pretenden confrontar al/la estudiante con diferentes situaciones metabólicas. En dicha evaluación, intervienen las docentes responsables y la JTP.

## ***2- Análisis de los programas de la asignatura***

El programa de una asignatura constituye un elemento imprescindible, que articula el plan de estudios con la práctica áulica y anticipa las principales decisiones docentes. La coherencia en la elaboración del programa, permitirá a los/las estudiantes comprender esa propuesta pedagógica como un marco orientador de su trayectoria en el espacio. Por lo tanto, el mismo deberá ofrecer un claro encuadre teórico acerca de la posición adoptada por el

equipo, los criterios de evaluación, la organización de los contenidos, la selección bibliográfica, entre otros.

La carrera de Lic. En Biotecnología se creó en la FQByF mediante la Ordenanza 10/12, durante el año 2012. Sin embargo, la malla curricular fue modificada cinco años después (Ordenanza 7/17). En ambos casos, QB se ubica en el primer cuatrimestre del tercer año de la carrera. En el Plan de estudios de la carrera, se especifica los objetivos del curso y también un listado de temas a enseñar, bajo el título de “contenidos mínimos”. En tal sentido, los objetivos de QB son: “Conocer las propiedades generales de las enzimas y describir sus características cinéticas y mecanismos de regulación. Comprender las principales vías metabólicas, considerando las reacciones enzimáticas fundamentales, las relaciones entre los diferentes metabolismos y los mecanismos de regulación”.

Teniendo en cuenta los objetivos de la asignatura y los contenidos mínimos a enseñar, se presentaron anualmente los programas a partir del 2015, año en el que cursaron los/las primeros/as estudiantes de la carrera (Anexo I). En este apartado, se realiza un análisis de estos programas (2015-2021), considerando los siguientes aspectos: las intenciones educativas, los contenidos y las estrategias de enseñanza propuestas, la concepción de las docentes sobre ciencia, el rol de las enseñantes y el de los/las estudiantes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y las evaluaciones planteadas.

Para finalizar este apartado y revalorizando la programación como hoja de ruta para docentes y estudiantes, es posible decir que, en términos generales, se advierte en los programas analizados una cierta articulación, horizontal y vertical con otros espacios de la carrera a los que se considera a partir de su vinculación epistemológica. Además, se menciona a los/las destinatarios/as del curso, un aspecto que suele olvidarse con frecuencia en la ES.

## **2.1- Las intenciones educativas**

Durante muchos años, los diferentes enfoques de planificación en el aula han atribuido una gran importancia a las intenciones educativas. Sin embargo, fue el enfoque didáctico

tecnológico, el que destacó la formulación de estas intenciones en términos de objetivos. La planificación se transformó en la herramienta principal que los/las docentes debían dominar, y dentro de ella, los objetivos ocuparon un lugar destacado, transformándose en un elemento crucial. Se impuso la suposición teórica, de que una correcta formulación de objetivos era suficiente para garantizar el éxito y la eficiencia en el logro de los resultados de aprendizaje por parte de los/las estudiantes. Por lo tanto, la formulación precisa de objetivos se convirtió en un imperativo para los/las docentes (Steiman, 2019). A pesar de que este enfoque ha sido fuertemente criticado durante la década de 1980 del siglo pasado (por la concepción ideológica subyacente y los supuestos teóricos acerca de la enseñanza y el aprendizaje) y se tiende actualmente a la implementación de enfoques más holísticos y centrados en el aprendizaje significativo, aún se utiliza en los contextos educativos en los cuales la medición y la especificidad de los resultados son considerados como fundamentales.

Desde la lógica tecnológica, los objetivos de aprendizaje comunican y describen inequívocamente el resultado del aprendizaje propuesto, lo que se espera que los/las estudiantes alcancen durante el desarrollo del curso (Salcedo Galvis, 2011). Considerando dicha lógica y debido a que las intenciones educativas de la asignatura se especifican en los programas en términos de objetivos, se realiza un análisis de su formulación. Así, para la elaboración de los objetivos es necesario considerar ciertos componentes claves (Basoredo Ledo, 2009):

- El/la estudiante, ya que el objetivo está dirigido a él/ella.
- Un verbo, la acción que realizará el/la estudiante.
- El contenido, que es el componente que alude a los conocimientos y los procedimientos que los/las estudiantes aprenderán (¿Qué?).
- Las condiciones de realización del aprendizaje, los recursos y facilidades con las que dispondrá el/la estudiante para realizar la acción propuesta (¿Cómo?).
- El sentido de la enseñanza (¿Para qué?).

Si bien estos componentes permiten elaborar objetivos de aprendizaje consistentes, es posible prescindir de enunciar el método a emplear, sin que esto afecte la sintaxis y la semántica (Basoredo Ledo, 2009).

En los programas analíticos de QB comprendidos entre los años 2015 y 2017, los objetivos generales de aprendizaje son:

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

A partir del año 2018, se suma el siguiente objetivo de aprendizaje:

4. Adquirir destreza en el manejo de instrumental y realización de técnicas de laboratorio.

Considerando los elementos mencionados para la formulación de objetivos de aprendizaje consistentes, se recogen los componentes identificados en los programas del curso (Tabla 2).

## **Tabla 2**

*Componentes de los Objetivos Generales de Aprendizaje Identificados en los Programas de QB*



<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Verbo</i>	<i>¿Qué? /Contenido</i>	<i>¿Cómo? /Método</i>	<i>¿Para qué? / Sentido</i>
1	Estudiar	Enzimas	NE	NE
2	Analizar	Procesos de degradación y biosíntesis de componentes biológicos, considerando su interrelación y regulación.	NE	NE
3	Integrar	Vías metabólicas y su relación con mecanismos de producción y utilización de energía.	NE	NE
4	Adquirir	Destrezas en el manejo de instrumental de laboratorio y técnicas de laboratorio.	NE	NE

Nota. NE: no especificado.

A partir del análisis de los componentes de estos objetivos, se observa la utilización de verbos inapropiados, como por ejemplo “estudiar”. Este tipo de verbo no es específico para indicar un comportamiento observable, porque no hay un producto medible, y, por lo tanto, no expresa con precisión la intención de la enseñanza. Por otro lado, si bien se especifican los contenidos básicos que el/la estudiante aprenderá, falta indicar en cada uno de los objetivos propuestos, el o los procedimientos a desarrollar y aprender, así como también el sentido (valores, normas, actitudes) que se busca crear en los/las estudiantes, el sentido básico de la enseñanza de los contenidos mencionados.

## 2.2- Los contenidos

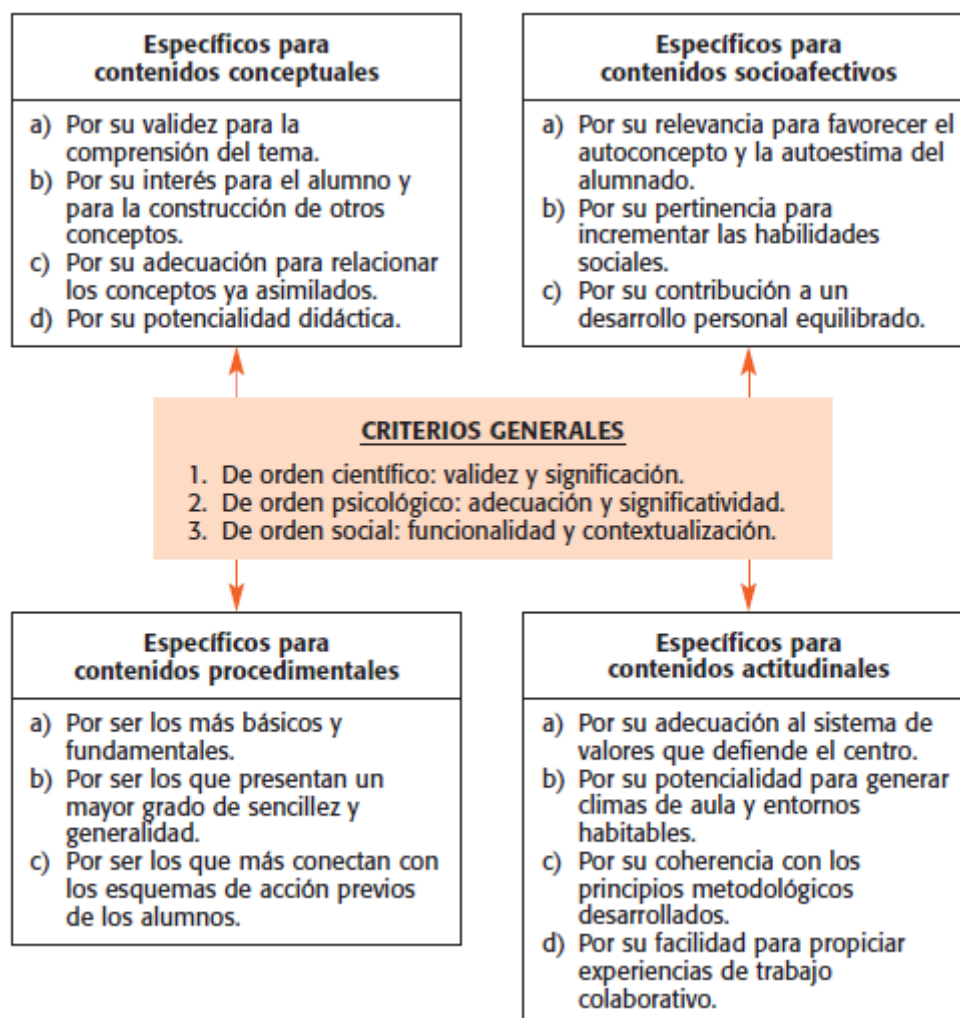
En el apartado referido al contexto de enseñanza de QB, se realizó una conceptualización e identificación de los diferentes tipos de contenidos propuestos para la carrera de Lic. En Biotecnología (páginas 27-28). En este apartado, se analizan los contenidos especificados en los diferentes programas de la asignatura, considerando su selección, organización y secuenciación. Sin embargo, es importante mencionar que la autora de este Trabajo Final no participa, ni participó en los aspectos analizados.

De acuerdo a Gallego Ortega & Salvador Mata (2009), para la selección de los contenidos es posible considerar criterios generales, pero dada la diversa naturaleza de los

mismos, también se consideran criterios específicos. Un resumen de los criterios generales y específicos de selección se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Criterios para la selección de contenidos educativos*



*Nota:* figura modificada de Gallego Ortega & Salvador Mata (2009).

Teniendo en cuenta los criterios generales de selección, los contenidos conceptuales especificados en los programas de QB se corresponden con los establecidos en el plan de estudio de la carrera de la Lic. En Biotecnología, son científicamente válidos para comprender los procesos de transformación de la materia a nivel molecular, y, además, es posible contextualizarlos social y culturalmente.

En cuanto a los criterios específicos, la selección de los contenidos conceptuales de la asignatura permitiría la comprensión de procesos bioquímicos que podrían emplearse en la elaboración de bienes o servicios, a la vez que contribuirán a la construcción de conocimiento en asignaturas posteriores como es el caso de Microbiología y de Biología Molecular e Ingeniería Genética. Es decir, estos contenidos conceptuales serían seleccionados considerando el interés del/la estudiante y la construcción de otros conceptos. Por otra parte, las habilidades y procedimientos que se proponen enseñar mediante la realización de los TPL, se corresponderían con una selección de contenidos procedimentales que responden a la necesidad inmediata de desarrollar destrezas en el manejo de material de laboratorio y equipamientos, relevantes para el desempeño profesional de los futuros biotecnólogos. A partir de la descripción de las actividades a realizar en los TPA (programas del año 2018 en adelante), se identifica una propuesta de experiencias de trabajo en grupo como un instrumento para favorecer estas actitudes en los/las estudiantes.

La funcionalidad de los contenidos como medios para el cumplimiento de los propósitos educativos no depende exclusivamente de una adecuada selección, sino que además es esencial su organización y secuenciación para facilitar su aprendizaje. Al igual que la selección, la organización de los contenidos también responde a criterios, entre los que es posible mencionar (Gallego Ortega & Salvador Mata, 2009):

- A. Relaciones de requisitos de aprendizaje (vínculos entre los elementos del contenido previamente aprendido para construir nuevos conocimientos a partir de ellos).
- B. Secuencia de procedimientos (orden jerárquico de acciones o pasos necesarios para alcanzar un propósito de aprendizaje).
- C. Jerarquía de lo general a lo particular (establecer relaciones de subordinación que van desde conceptos o ideas generales a casos específicos o detalles).
- D. Jerarquía de lo particular a lo general (establecer relaciones de supraordenación que van desde casos específicos o detalles hacia conceptos o ideas generales).

- E. Coordinación de conceptos equivalentes (establecer relaciones de igualdad o equivalencia entre conceptos para relacionar ideas o elementos similares).
- F. Relaciones de causa-efecto y correlación (establecer conexiones entre conceptos que implican una relación de causa y efecto, así como relaciones de correlación o interdependencia).
- G. Organización por atributos (ordenar los conceptos según los atributos o características que poseen, estableciendo relaciones basadas en sus propiedades específicas).

Al analizar los programas de QB que abarcan el período 2015-2017, es posible advertir que los contenidos se presentan como un listado de temas, enunciados y repartidos en once “bolillas”, lo cual amerita realizar una distinción entre tema y contenidos. De acuerdo a Steiman (2020), el tema se refiere a una cuestión general a enseñar, mientras que el contenido especifica el enfoque y proporciona referencias conceptuales que permiten abordar de manera más particular un conocimiento a enseñar. Por otra parte, el término “bolilla” haría alusión a porciones atomizadas de los contenidos conceptuales, siendo utilizado principalmente en programas de estudio tradicionales para organizar y estructurar el contenido en subtemas más detallados.

Aunque los contenidos conceptuales se presentan como temas en los programas de QB de este período, es posible decir que su organización responde a diferentes criterios como son la relación de requisitos de aprendizaje, la secuencia de procedimientos, una jerarquía de lo particular a lo general, y también teniendo en cuenta relaciones de causa-efecto. Resumidamente, en estos programas, en los dos primeros temas (“bolillas” 1 y 2), si bien se enuncian generalidades sobre el metabolismo, se incluyen los conceptos de la catálisis enzimática y su regulación, seguido de la manera en que las células producen energía metabólica. En las “bolillas” 3-9 se listan los temas que abarcan el metabolismo de los cuatro grupos de macronutrientes principales (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), y su regulación en diferentes organismos (animales, plantas, microorganismos). En la “bolilla” 10, se enuncia el tema de las interrelaciones entre el metabolismo de los macronutrientes

principales, en diferentes situaciones de la fisiología humana y en los principales órganos y tejidos. Este tema constituiría (aunque no se explicita) el propósito principal de la asignatura, que implica la integración e interrelación del metabolismo de cada uno de los macronutrientes (jerarquía de lo particular a lo general). Finalmente, en la “bolilla” 11, se presenta el tema que abarca las hormonas más importantes en la regulación del metabolismo humano (insulina, glucagón, glucocorticoides y adrenalina), así como también las vías intracelulares que median su acción. Es a través de este último tema que se infiere que el criterio de organización utilizado es el de la relación de principios (causa-efecto), cómo a partir de una serie de señales moleculares se produce la regulación de los procesos metabólicos.

A partir del año 2018, se observa un cambio fundamental en los programas de QB. En este caso, los contenidos conceptuales se presentan adecuadamente, agrupados/organizados en tres “unidades” (entendiendo por unidad, al agrupamiento de contenidos relacionados, que cuentan con una lógica y coherencia interna): 1) catálisis y regulaciones de las reacciones bioquímicas; 2) bioenergética y metabolismo intermedio; 3) interrelaciones metabólicas. En la unidad “Catálisis y regulaciones de las reacciones bioquímicas”, se incluyen los temas de las “bolillas” 1-2 de los programas 2015-2017. En la segunda unidad, “Bioenergética y metabolismo intermedio”, los temas de las “bolillas” 3-9 se redistribuyen en cinco subtemas. Finalmente, en la tercera unidad, “Integración metabólica”, el tema de la “bolilla” 10 de los programas 2015-2017 se divide en dos, uno en el que se enuncian las principales interrelaciones entre las vías metabólicas cuya enseñanza se propone en el programa del curso, mientras que el otro tema, abarca la integración metabólica en células animales y vegetales. El tema 11 de los programas previos al 2018, se redistribuye entre los diferentes subtemas de los programas 2018-2021. En tal sentido, se presenta en cada tema de la segunda unidad, la correspondiente regulación hormonal del metabolismo intermedio de los macronutrientes antes mencionados. En estos programas analizados, se observa una organización de los contenidos responde a los mismos criterios utilizados en el período 2015-2017.

Una vez establecidos los criterios de organización, se propone la secuenciación de los contenidos. La secuenciación no es solamente temporal, sino que constituye la integración de algunos criterios:

- A. Secuenciación disciplinar (la secuenciación responde a una estructura y lógica interna de la disciplina o área de conocimiento).
- B. Desarrollo cíclico de los contenidos (utilizar un tratamiento progresivo y reiterado de los contenidos, durante una o más etapas, hasta llegar al grado de profundización deseado. Para el caso de aquellos contenidos cuyo aprendizaje implica un proceso de asimilación continuado, se propone trabajarlos de forma cíclica y no lineal).
- C. Continuidad y coherencia entre los contenidos (es fundamental que los contenidos mantengan relaciones con otros contenidos trabajados previamente, de manera que permitan a los/las estudiantes establecer conexiones significativas entre ellos).
- D. Adecuación de los contenidos a las capacidades de los/las estudiantes (si bien los contenidos constituyen un estímulo y un medio para el aprendizaje, se ha de considerar el nivel de dificultad o complejidad, de modo que se ajusten a las posibilidades de los/las estudiantes para asumirlos. Se busca proporcionar desafíos adecuados que promuevan el aprendizaje y eviten la frustración o el aburrimiento).
- E. Relación de los contenidos con conocimientos previos de los/las estudiantes (los contenidos nuevos tienen que conectarse con algún conocimiento previo del/la estudiante para establecer un aprendizaje significativo. A partir de lo anterior, se desprende la importancia de evaluar los conocimientos previos que tienen los/las estudiantes sobre un tema).
- F. Tratamiento equilibrado de los distintos tipos de contenido (la utilidad de los contenidos de diferente naturaleza para favorecer el desarrollo personal y el aprendizaje de conocimientos disciplinares amerita una revisión de la secuencia para constatar la existencia de un equilibrio ponderado entre los contenidos).

Es posible decir que en los programas de QB, la secuenciación de los contenidos sigue una lógica interna de la disciplina, debido a que se corresponde a la observada en los libros de texto que se ocupan del estudio del metabolismo humano. Esta lógica disciplinar de secuenciación también exige considerar el tratamiento cíclico de los contenidos. Sin embargo, tal y como están redactados los contenidos de los programas, no es posible inferir que se realice un desarrollo cíclico que permita pasar de lo particular (ejemplo: conocer las rutas principales implicadas en el metabolismo de carbohidratos) a lo general y abstracto como es el caso de integrar las rutas metabólicas de los macronutrientes estudiados.

Teniendo en cuenta el criterio de secuenciación referido al tratamiento equilibrado de los distintos tipos de contenidos, se observa en todos los programas analizados un fuerte énfasis de los contenidos conceptuales y una ponderación por encima de los contenidos procedimentales y actitudinales.

### **2.3- La concepción docente sobre la ciencia**

A partir del análisis de los programas de QB, es muy difícil identificar una concepción docente sobre la ciencia. Sin embargo, a partir de la redacción de estos programas se percibe un enfoque de enseñanza que carece de un tratamiento epistemológico de los contenidos. Es decir, de la manera en que se presentan, se aprecia que se propone la enseñanza de un conocimiento disciplinar en el que no se profundiza en la comprensión de cómo se construyó, las suposiciones y teorías subyacentes, los procesos de investigación involucrados y las limitaciones que pudieron existir. Se advierte que este enfoque, en lugar de fomentar en los/las estudiantes una comprensión profunda de la ciencia, se centra principalmente en la enseñanza de hechos y conceptos aislados.

La falta de tratamiento epistemológico de los contenidos científicos conlleva a una visión simplificada y distorsionada de la ciencia, la cual se percibe como un conjunto de respuestas definitivas en lugar de un proceso en constante cambio. Ante esta situación, es posible que los y las estudiantes tengan dificultades para comprender cómo se construye el conocimiento científico, cómo se evalúa y cómo se establecen conclusiones basadas en la

evidencia. También, este enfoque de la enseñanza, constituye un problema para el desarrollo de habilidades para el pensamiento crítico y el razonamiento científico, que dificulta la capacidad de cuestionar y analizar las afirmaciones científicas, de evaluar la calidad de la evidencia presentada y de comprender la importancia del contexto y las limitaciones en la interpretación de los resultados científicos.

#### **2.4- Métodos de enseñanza propuestos. Rol de los/las docentes y de los/las estudiantes en el proceso de enseñanza y de aprendizaje**

Las especiales características de los contenidos de diferente naturaleza exige el desarrollo de actividades de enseñanza que faciliten el aprendizaje. En el caso de todos los programas de QB analizados, se observa la propuesta de clases teóricas y clases prácticas (TPA y TPL) para favorecer el aprendizaje de los contenidos.

Haciendo foco en los métodos de enseñanza, es importante considerar la existencia de diferentes clasificaciones según los criterios que se utilicen (Pérez Ponce de León, 2012). De acuerdo al grado de participación de los sujetos o de la interrelación docente-estudiante es posible inferir a partir de los programas, que el método de enseñanza de las clases teóricas es de tipo expositivo, mientras que en los TPA y TPL, se identificaron aspectos del método de enseñanza de elaboración conjunta o dialogados. En los programas de QB del año 2018 en adelante, se especifica en la descripción de las actividades a desarrollar en los TPA la participación activa del/la docente, pero también, de los/las estudiantes. En este caso, los contenidos se desarrollan a través del diálogo y la interrogación.

Por otro lado, teniendo en cuenta la secuenciación de los contenidos, se estaría ante el caso del método lógico de enseñanza, ya que los contenidos conceptuales se organizan de menor a mayor grado de complejidad, similar a la secuenciación de los libros de texto en general, y de la disciplina en particular.

Finalmente, desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias naturales, es de interés identificar el dominio del conocimiento que tendrán los/las estudiantes. Según lo anterior, los métodos de enseñanza se clasifican como reproductivos o productivos (Rosell



Puig & Paneque Ramos, 2009). En el primer caso, se trata de un grupo de métodos de enseñanza que incluyen al expositivo y al explicativo-ilustrativo. En estos enfoques, el/la estudiante tiene un rol pasivo y se apropia de los conocimientos elaborados por el/la docente. Los/las estudiantes alcanzan un nivel de familiaridad con lo enseñado, son capaces de reconocer o identificar el conocimiento, pero no reproducirlo. Por otra parte, los métodos productivos, abarcan a la exposición problémica, a los métodos heurísticos, y al investigativo. En estos casos, predomina la participación activa de los/las estudiantes que favorece su independencia cognoscitiva y capacidad creadora, permitiéndoles utilizar los conocimientos y habilidades para encontrar soluciones a nuevas situaciones.

En los programas de QB del año 2018 en adelante, se observa la utilización de métodos de enseñanza reproductivos, como son las clases teóricas expositivas. También es posible identificar métodos productivos, que implican un rol activo de los/las estudiantes. En el desarrollo de los TPL se infiere el empleo del método de búsqueda parcial, caracterizado porque el/la docente organiza la participación de los/las estudiantes para que realicen determinadas tareas del proceso de investigación. Sin embargo, a partir de la sola lectura de los programas, no sería posible conocer exactamente cómo es el desarrollo de los TPL, ya que los mismos aparecen como un listado de títulos que reflejan los temas que se abordarán. Un mayor detalle de las actividades a desarrollar en estas clases, y que permite clasificar el método de enseñanza usado, se obtiene a partir de la lectura de las diferentes guías de TPs. Además, el método de conversación heurística es usado en los TPA, ya que el/la docente presenta un problema y mediante el diálogo, dirige a los/las estudiantes para que encuentren una solución de forma independiente.

Considerando que las estrategias didácticas de enseñanza implican la planificación y aplicación de acciones pedagógicas para el logro de los objetivos educativos, al analizar los diferentes programas del curso, se advierte la justificación de la realización de las clases teóricas y las clases prácticas. Así, la finalidad del desarrollo de las clases expositivas es la de informar los conocimientos e introducir a los/las estudiantes en los temas disciplinares, brindándoles un esquema general y una visión panorámica de la unidad de aprendizaje,

mientras que los TPL y los TPA, buscan que los/las estudiantes desarrollen estrategias de aprendizaje, procedimientos y habilidades. Se infiere que la complementación de estas estrategias directas e indirectas permiten alcanzar los objetivos de aprendizaje del curso.

## **2.5- Evaluaciones propuestas**

Como fue mencionado anteriormente, se advierte que las intenciones educativas de la asignatura se expresan en los programas en términos de objetivos (página 31). Desde el enfoque tecnológico, los objetivos se vinculan fuertemente con el sistema de evaluación para determinar la “eficacia” de la enseñanza. Por lo tanto, considerando la relación que establece este enfoque de la enseñanza, se realiza un análisis de las evaluaciones especificadas en los programas de QB.

En los programas presentados durante el período 2015-2017, se distinguen tres instancias de evaluación:

- *Evaluaciones cortas*, realizadas al finalizar cada TP (de aula o de laboratorio) a cargo de la docente responsable de dichos TPs. Son de carácter escrito u oral, e individual. Se explicita que su función es evidenciar los conocimientos de los/las estudiantes, respecto a la fundamentación teórica del TP y, además, que es necesario consignar los resultados de las experiencias de laboratorio. No se especifican los instrumentos que se utilizarán para dicha evaluación.
- *Evaluaciones parciales*, llevadas a cabo luego de la aprobación de los TPs en los que se abordaron una cierta cantidad de temas. También son de carácter individual, y no se especifica la modalidad (oral u escrita), ni el instrumento utilizado. Tampoco se describe cuántas evaluaciones parciales se desarrollarán durante la cursada, ni qué temas abordarán cada una de ellas. Sin embargo, se aclara que los/las estudiantes contarán con un cronograma de actividades en el que dispondrán de las fechas y los temas que abarcarán estas evaluaciones. No se explicita a cargo de quién estarán estas evaluaciones. La condición de aprobación de estos exámenes, consiste en la

obtención de una calificación correspondiente al 65 % del puntaje total. Cada una de las evaluaciones parciales posee dos instancias de recuperación, definidas por la normativa institucional de esos años lectivos. La aprobación de todas las evaluaciones parciales permitirá que el/la estudiante regularice el curso. Se ofrece la posibilidad de aprobar la asignatura sin rendir examen final. En tal caso, los/las estudiantes han de aprobar las exámenes parciales con una calificación del 80 %, y sólo podrán acceder a una recuperación.

- *Evaluación final.* Consiste en un examen durante las fechas programadas en la Universidad. En los programas de este período no figuran detalles acerca de las características de esta evaluación.

Según Serrano González-Tejero & Pons Parra (2012), es posible caracterizar a las evaluaciones de acuerdo a su función, finalidad, extensión, agente evaluador, momento de aplicación y criterio de comparación. Se infiere que la finalidad de las evaluaciones de los TPs y los parciales es predominantemente sumativa, a causa de la función social-acreditativa con la cual han sido concebidas. Concretamente, las evaluaciones de TPs son realizadas para acreditar que los/las estudiantes alcanzaron los conocimientos sobre los temas desarrollados, mientras que las exámenes parciales, se utilizan para acreditar la regularidad en la asignatura, requisito indispensable para acceder al examen final.

Estas instancias son de tipo parcial y corresponden a hetero-evaluaciones internas, debido a que permiten a las docentes valorar el rendimiento de los/las estudiantes. Respecto al momento de la evaluación, se describen en estos programas evaluaciones con características de tipo finales, ya que consisten en la valoración de datos al concluir un período de tiempo previsto para la realización de un aprendizaje.

Continuando con el análisis de las características de las evaluaciones especificadas en los programas de QB, es importante considerar los criterios de la evaluación, es decir, ¿con respecto a qué referentes se evalúa? Teniendo en cuenta que el criterio de evaluación, además de ser la variable utilizada para elaborar juicios y tomar decisiones en consecuencia, se entiende como un elemento fundamental para garantizar la validez, la equidad y la calidad

de los procesos evaluativos. Los criterios de evaluación han de ser transparentes y compartidos con los/las estudiantes, de manera que comprendan qué se espera de ellos/ellas y cómo serán evaluados/as. A partir de lo especificado en los programas 2015-2017, se desprende que las evaluaciones propuestas son de tipo criterial, debido a que implican comparar los resultados del proceso educativo con objetivos previamente fijados y, además, cumplir con etapas previamente establecidas (aprobar las evaluaciones de los TPs, y luego los parciales, para finalmente alcanzar la instancia del examen final). Además, estas evaluaciones hacen hincapié en lograr una elevada objetividad (alcanzar una determinada calificación), impidiendo al/la estudiante reflexionar sobre qué características de los productos o sus acciones son valiosas, lo cual permitiría la autorregulación de los aprendizajes.

Por otro lado, es necesario destacar que los instrumentos de evaluación constituyen la herramienta a través de la cual se obtienen y registran los datos para realizar una valoración. Para la elección de un determinado instrumento, es necesario contemplar la finalidad perseguida con la evaluación, como puede ser considerar los conocimientos, los procedimientos, los comportamientos, las actitudes o las competencias (López-Pastor, 2009). Sin embargo, en los programas analizados no se especifican los instrumentos de evaluación de las instancias parciales, ni en el examen final, quedando así poco clara la finalidad de estas evaluaciones. No obstante, en el caso de las evaluaciones de los TPs, se detalla que consistirán en instrumentos orales o escritos.

A partir del año 2018, se observan cambios en los procesos de evaluación. Si bien se continúa con las tres instancias mencionadas, se especifica el instrumento de evaluación de los TPL que permitiría reconocer el aprendizaje de destrezas para el manejo de instrumental de laboratorio y el desarrollo de técnicas experimentales. También se precisa el instrumento de la evaluación de los TPA, justificándose su elección: evidenciar problemas de comprensión. Así, se propone para los TPL una evaluación continua y formativa, utilizando una lista de control para registrar la expresión o adquisición práctica. En el caso de evidenciar dificultades, se especifica que se procederá a socializarlas para estimular la reflexión grupal y la propuesta de soluciones. Finalmente, mediante un informe de las experiencias de

laboratorio, se propone estimular el aprendizaje de la elaboración de este tipo de documentos, debido a que los/las estudiantes contarán con una guía para su confección y la devolución de la docente. Para el caso de los TPA, también se postula una evaluación formativa, mediante la presentación de un documento escrito con el desarrollo de las soluciones de los problemas y ejercicios de aplicación expuestos en la correspondiente jornada. A pesar de las modificaciones, los programas del período 2018-2020 evidencian una continuidad de la finalidad sumativa de las evaluaciones parciales, así como también, de la función social-acreditativa, exigida por la reglamentación vigente.

El programa de QB del año 2021 posee algunas diferencias sustanciales respecto a los anteriores, basadas en la situación de pandemia por el virus SARS-CoV 2. Las actividades de enseñanza se estructuraron en clases teóricas y TPA en modalidad no presencial. Dicha decisión pedagógica se fundamenta en las normativas nacionales e institucionales, vigentes al momento de la presentación del programa. Por otra parte, en el ítem "Imprevistos", se propone que en el caso de continuar con la situación de aislamiento social y preventivo obligatorio (ASPO), las actividades de TPL presenciales, serán reemplazadas por el desarrollo de actividades complementarias de aula (no explicitadas).

En cuanto a las evaluaciones, se continúa con lo propuesto en los años anteriores. Asimismo, en este programa se detallan los criterios generales para la evaluación de los TPA. En este sentido, durante la exposición de los ejercicios o problemas de aplicación, se especifica la evaluación de aspectos sobre el contenido de la presentación (introducción teórica para la resolución del ejercicio o problema de aplicación; desarrollo de la resolución; uso de bibliografía para fundamentar explicaciones), y también, se consideran las habilidades para la comunicación (presentación de la exposición; vocabulario utilizado y redacción; actitud al comunicar).

## **2.6- Resumen de las observaciones realizadas**

A partir del análisis de los programas de la asignatura, se advierte en términos generales, aspectos que coinciden con un enfoque tradicional de la enseñanza, centrado en

el/la docente y en los contenidos conceptuales. En la Tabla 3 se resumen las características analizadas en estos programas y las observaciones realizadas.

**Tabla 3**

*Resumen de los Aspectos Identificados en el Análisis de la Información de los Programas de la Asignatura QB de la Carrera Lic. En Biotecnología.*

<b>Característica analizada</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Concepción docente sobre la ciencia	Ciencia como disciplina neutral y objetiva. Descontextualización social e histórica de los contenidos científicos a enseñar. Conocimiento inmutable a lo largo del tiempo.						
Formas de organizar la enseñanza de los contenidos	Clases teóricas, práctica de aula y práctica de laboratorio.						
Rol de la docente en el proceso de enseñanza y de aprendizaje	Clases teóricas: explicar los contenidos. Clases prácticas: explicar los contenidos antes de la resolución de ejercicios de aplicación cerrados, o bien, antes del desarrollo de actividades de laboratorio.			Clases teóricas: explicar los contenidos. Clases prácticas: guiar a los/las estudiantes en la resolución de ejercicios de aplicación propuestos en los TPA, o en la realización de experiencias de laboratorio.			
Rol del/la estudiante	Pasivo (asistir las clases para escuchar la exposición docente de los contenidos, y luego, "estudiar" dichos contenidos para reproducirlos en los exámenes).			Se propone que los/las estudiantes cumplan un rol activo en las clases prácticas de aula y en las de laboratorio, exponiendo la resolución de ejercicios de aplicación, realizando experiencias de laboratorio y explicando los resultados obtenidos.			
Evaluación de los aprendizajes	Centrada en recordar los contenidos. Instancias hetero-evaluadas, de carácter sumativo, social-acreditativo y criterial.			Evaluaciones formativas y continuas de los aprendizajes realizados durante los TPs. Las instancias de parciales y de exámenes finales, conservan el carácter sumativo y la función social-acreditativa.			
Métodos de enseñanza empleados	Considerando el dominio del conocimiento que tendrán los/las estudiantes Clases teóricas: método expositivo Clases de TPs: método expositivo y método explicativo ilustrativo.			Considerando el dominio del conocimiento que tendrán los/las estudiantes Clases teóricas: método expositivo Clases de TPA: método de conversación heurística. Clases de TPL: método de búsqueda parcial.			

### ***3- Caracterización de las estrategias de enseñanza empleadas en los trabajos prácticos de Química Biológica***

La enseñanza, en tanto práctica social guiada por opciones de valor, implica siempre una acción intencional y sistemática de intentar transmitir conocimientos considerados relevantes. Este proceso, no se reduce al momento interactivo (Jackson, 1992) sino que implica una serie de actividades, como la programación, la selección y secuenciación de los contenidos a enseñar, la búsqueda de estrategias acordes a los estudiantes, el tema y las finalidades, entre otros aspectos, que los/las docentes realizan en búsqueda de potenciar los aprendizajes de un grupo particular de sujetos. En tal caso, las estrategias de enseñanza consisten en la utilización consciente y reflexiva de acciones para la enseñanza, que son implementadas a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, es importante destacar que dichas estrategias no constituyen solamente un conjunto de métodos de enseñanza. Por el contrario, también consideran los procedimientos, técnicas y habilidades de los/las estudiantes para aprender, es decir, sus estrategias de aprendizaje (Montes de Oca Recio & Machado Ramírez, 2011).

En este apartado del Trabajo Final, se pretende realizar un análisis de las estrategias de enseñanza utilizadas en la asignatura QB, empleando las guías de TP como documentos para evidenciar esas estrategias. Primero se realiza una descripción de dichas guías y luego se identifican las estrategias propuestas.

Como fuera mencionado, es posible distinguir dos momentos de la enseñanza en la asignatura: las clases teóricas y las clases prácticas. En éstas últimas, se utilizan las guías que incluyen el desarrollo de la información que se enseñará en cada jornada, así como también, el enunciado de los problemas y ejercicios de aplicación para el caso de los TPA, y de los procedimientos a seguir en los TPL.

Al examinar los contenidos conceptuales de estas guías, cada tema listado en los correspondientes programas anuales, posee su respectivo desarrollo en las mismas. La excepción de lo anterior, lo constituyen los temas de interrelaciones metabólicas y el de

hormonas-receptores, incluidos en los programas 2015-2017, así como también, el de integraciones metabólicas de los programas 2018-2021. Además, las guías de TPL abordan los contenidos referidos a enzimas, cadena respiratoria, la vía glicolítica, el ciclo de Krebs (2015-2020) y el metabolismo de lípidos (2018).

Las guías analizadas se estructuran siguiendo un formato básico (Anexo II): primero se presentan los propósitos de cada TPA (reseñados con el título “objetivos”) que preceden a una introducción teórica, para luego dar lugar al enunciado de los problemas de aplicación, una guía de estudio y finalmente, a la bibliografía. También se incluye un cronograma que informa las fechas de las actividades y de las evaluaciones; un reglamento de cursado (Anexo III), y las normas de bioseguridad a seguir en los TPL. A partir del año 2019, se incluye una introducción general de la asignatura (Anexo IV) que describe los contenidos conceptuales que se abordarán, las actividades que se desarrollarán en los TPs y la fundamentación de las mismas (el tipo de contenidos a enseñar mediante las actividades propuestas), además de la importancia de los conocimientos que se enseñarán en el curso para vincularlos con asignaturas posteriores.

En el reglamento, se especifican los requisitos académicos para cursar la asignatura (cursos correlativos aprobados o regularizados), las condiciones para la aprobación de los diferentes TPs y las evaluaciones parciales (calificaciones necesarias para la aprobación e instancias disponibles de recuperación de cada evaluación). Los requisitos académicos precisados para cursar la asignatura, responden al Régimen Académico de la UNSL, reglamentado por las ordenanzas 13/03 y 32/14, así como al Plan de la carrera. A partir de las descripciones de las condiciones de aprobación, es posible identificar en estos reglamentos, aspectos de las concepciones docentes sobre la evaluación que previamente fueron reconocidos en los programas. Nuevamente, se especifica un carácter social-acreditativo y sumativo de las evaluaciones de los TPs, centradas en recordar información disciplinar. A partir del año 2019, se precisa en estos reglamentos la modalidad de los TPA, destacándose el rol activo que cumplirán los/las estudiantes. También se hace referencia al carácter formativo que se pretende con las evaluaciones de los TPL y TPA, incluyéndose,



una guía para orientar la elaboración de los informes de las experiencias de TPL y los criterios de evaluación para los TPA (esto último incorporado en el año 2021).

Haciendo hincapié en las estrategias de enseñanza, las mismas estarían planteadas en virtud de los objetivos de formación propuestos por las docentes del curso y también en el Plan de la carrera. Así, las actividades de los TPL fundamentalmente formarían parte de una estrategia de simulación, mientras que los TPA constituyen estrategias de trabajo en grupo con un enfoque de la enseñanza que favorece el desarrollo de conductas socializadoras y de exposición de cogniciones.

La estrategia de simulación se organiza de manera que los/las estudiantes aprendan a través de su participación en una situación similar a la real, siendo conscientes de que se trata de una participación ficticia. En muchas ocasiones, se le atribuye un carácter lúdico que fomenta la actividad. El objetivo es recrear una situación o construir un modelo que permita a los/las estudiantes participar en una actividad de aprendizaje productiva. Después de haber participado en la experiencia, es posible analizar cómo se desarrolló, las dificultades que se enfrentaron y las que se superaron. Este análisis posterior a la actuación facilita un nuevo proceso de aprendizaje y proporciona una experiencia que sirve como puente hacia la teorización (Litwin, 2008).

En las guías de TPL de QB, se proponen experiencias como una oportunidad para recoger datos, realizar comprobaciones empíricas o contrastaciones. A partir del año 2019, se incluyen en estas guías, una serie de planteos para estimular en los/las estudiantes la elaboración de una conclusión acerca de los resultados obtenidos, y, además, analizar su actuación luego de la experiencia. Sin embargo, las actividades planteadas tendrían más un carácter motivador (por tratarse de manipulaciones de material de laboratorio) y de comprobación de información trabajada previamente, que de nuevas fuentes que ayuden a los/las estudiantes a construir el nuevo conocimiento. En todos los casos, se parte de las clases teóricas expositivas, para luego comprobar la información en los laboratorios, sin considerar (o al menos no se especifica en las guías analizadas) el conocimiento previo de los/las estudiantes.

En cuanto a las estrategias de trabajo en grupo, las mismas son utilizadas por los/las docentes para promover mejores y más efectivos aprendizajes, e incluso en algunos casos se consideran casi como una condición para el aprendizaje. La organización de grupos de trabajo se contrapone a las prácticas tradicionales que se centran en considerar al/la estudiante como un individuo que aprende de acuerdo a sus propios intereses y esfuerzos personales. Además, se basan en los hallazgos de investigaciones dentro de enfoques cognitivos que reconocen al grupo como el contexto propicio para comprender el nivel cognitivo, las ideas y representaciones, y al expresarlas a los pares se promueve un proceso de negociación que favorece el aprendizaje (Litwin, 2008).

En las guías de TPA de QB, este tipo de estrategia se explicita a partir del año 2019, especificando que los/las estudiantes conformarán grupos para la resolución y exposición de problemas o ejercicios de aplicación. Al analizar la introducción teórica que precede a los enunciados de estos problemas, se advierte que constituye una síntesis escrita de información disciplinar, en la cual se enfatizan conceptos claves. Esta síntesis, contiene, además, representaciones visuales de fenómenos y procesos químicos-biológicos abstractos (esquemas y figuras), así como también, incluye gráficas que ayudan a la comprensión de relaciones cuantitativas. Si bien, la introducción teórica de cada uno de los TPs pretende ubicar a los/las estudiantes en los contenidos conceptuales que se trabajarán en la jornada, también, proporcionan información relevante para la resolución de los problemas y ejercicios de aplicación.

Los problemas de aplicación constituyen un método de enseñanza activo, en el que se pretende que los/las estudiantes participen en la construcción del conocimiento. En este caso, el aprendizaje se favorece a partir de la búsqueda de información que permite alcanzar una resolución. Sin embargo, el diseño de un problema requiere tener en cuenta la necesidad de mantener la motivación de los/las estudiantes y, al mismo tiempo, estimular su búsqueda de información. Por el contrario, si se plantea la simple aplicación de una ecuación matemática para la resolución de un “problema”, sólo se estará demandando de los/las estudiantes el reconocimiento y la asociación entre los contenidos conceptuales propuestos

y el ejercicio a realizar. Este tipo de actividades corresponden a ejercitaciones aplicativas (Davini, 2008). Por otro lado, teniendo en cuenta el aprendizaje que favorecen, el análisis a realizar y el tipo de conocimiento necesario para alcanzar una resolución, los problemas se clasifican en: estructurados, parcialmente estructurados y de débil estructuración. Para el caso de la resolución de los problemas estructurados, es necesario un análisis algorítmico e involucran conocimientos generales y parámetros que suelen estar explicitados en el enunciado. Los problemas parcialmente estructurados apelan también a un análisis algorítmico, pero, además, exigen un tratamiento cualitativo de los datos. La resolución de este tipo de problemas no es de respuesta única, sino probabilística. En los problemas de débil estructuración, se exige al máximo la capacidad de descubrimiento de los/las estudiantes, ya que para su resolución es necesario considerar diferentes criterios. El enunciado de estos problemas suele estar intencionalmente mal estructurado, abierto y no muy claro respecto a la resolución solicitada (Davini, 2008; Restrepo Gómez, 2005).

Al examinar los problemas propuestos en los diferentes TPA, se distingue que en la mayoría de los casos se proponen problemas estructurados, que implican utilizar el conocimiento de las introducciones teóricas para la obtención de una respuesta única. Sin embargo, en algunos casos también se identifican ejercitaciones aplicativas, en vez de verdaderos problemas.

Considerando las estrategias de enseñanza identificadas en las guías de trabajos prácticos, las actividades propuestas buscan favorecer la utilización de los contenidos conceptuales enseñados en las clases teóricas, mediante la resolución de problemas y el aprendizaje por descubrimiento. Si bien las estrategias de los TPA no son variadas, se rescata el enfoque que busca el aprendizaje activo que favorece la participación de los/las estudiantes en los procesos de aprendizaje.

### **Capítulo III: Propuestas de Estrategias de Enseñanza que Contribuyan a la Integración de los Contenidos de Química Biológica para la Lic. En Biotecnología**

A partir del análisis de los programas y de las guías de TPs de la asignatura “QB” para la Lic. En Biotecnología, se evidenciaron diferentes tensiones entre las decisiones pedagógicas-didácticas y las intenciones o propósitos educativos (expresadas como objetivos), constituyéndose en la base para realizar algunas propuestas que contribuirían al mejoramiento de la enseñanza de los contenidos. Esta propuesta corresponde al tercer objetivo específico de este Trabajo Final.

En principio, es posible enfatizar (entre otros aspectos de la enseñanza) la relación entre la teoría y la práctica, que pretende funcionar como un dinamizador de las prácticas y los aprendizajes de los/las estudiantes. Sin embargo, considerando que la intencionalidad fundamental de este curso es contribuir al aprendizaje de la interrelación e integración de rutas metabólicas, así como su vinculación con la vida en diferentes organismos, se identifican escasas actividades didácticas para concretar ese objetivo. Al respecto, en el programa del año 2021, se especifica el dictado de clases teóricas expositivas y la planificación de un TP en el que se trabajará el tema de interrelaciones metabólicas mediante la resolución de casos. Pese a lo anterior, la guía de TP de ese año carece de las actividades para esta instancia de enseñanza, por lo que no es posible analizar la intencionalidad didáctica pretendida ni sus alcances.

Por lo anterior, se observa la necesidad de implementar nuevas estrategias para la enseñanza de las interrelaciones de las diferentes vías metabólicas y su integración. Sería deseable la selección de estrategias que potencien y contribuyan a la formación científica de los/las ciudadanos/as y futuros/as profesionales, a la vez que favorezcan una mayor participación e involucramiento de los/las estudiantes en su aprendizaje. Por tal motivo, se plantea la realización de un taller de integración, que incluya una serie de situaciones de

aprendizaje en el marco de la estrategia de enseñanza denominada indagación dialógica problematizadora (IDP).

### **La indagación dialógica problematizadora (IDP): una estrategia de enseñanza constructivista**

En la IDP la comunicación de la práctica docente adquiere una configuración particular. Mediante la participación guiada en el análisis de un problema y la legitimación de las respuestas brindadas, se favorece la activación de las representaciones y saberes de los/las estudiantes. El constante intercambio comunicacional entre los/las participantes del proceso de enseñanza y de aprendizaje facilita la reconstrucción del conocimiento, permitiendo enmarcar a esta estrategia dentro del constructivismo <sup>1</sup>(De Longhi et al., 2014).

Para un mejor entendimiento de la IDP, es necesario examinar cada uno de los términos que constituyen su denominación. La indagación, consiste en establecer un diálogo con los/las estudiantes para que trabajen y analicen un problema sobre un tema particular, estimulándolos/las a realizar conjeturas apelando a sus conocimientos. A partir de la indagación, se identifican las ideas previas de los/las estudiantes y, además, se desarrolla lo que Wells denomina “espiral del conocimiento” (2004). Este último proceso comprende cuatro etapas, alcanzando una mayor comprensión en cada una de ellas (cada giro de la espiral):

- 1) Experiencia (se establece una aproximación con la actividad).
- 2) Obtener información (a través de la observación o por medio del discurso de otros).
- 3) Construcción del conocimiento mediante la realización de actividades, ya que en esta acción se busca la solución a un problema que se está planteando o se está por proponer.
- 4) Comprensión (reflexionar conjuntamente acerca de lo que se ha aprendido y las implicaciones que tiene este conocimiento para sus propias vidas).

---

<sup>1</sup> Para Carretero (1993) el constructivismo es la teoría que entiende que el sujeto, tanto en lo cognitivo y social del comportamiento como en lo afectivo, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción de esos dos factores. Por lo tanto, el conocimiento, desde esta perspectiva, no es una copia de la realidad sino una construcción del ser humano.

En el aspecto dialógico de la IDP, se destaca la importancia de la interacción entre docente y estudiantes mediante el lenguaje verbal. De acuerdo a De Longhi et al. (2014), el sustento pedagógico de esta interacción deriva de la teoría de la acción dialógica de Paulo Freire de la década de 1970, en la que se señala la naturaleza dialógica de las personas. Además, las contribuciones de Vygotski indican la importancia de la interacción social para el desarrollo cognitivo, ya que el lenguaje juega un papel central de mediación entre la mente y la cultura. Asimismo, Rogoff (1993), en lo que constituye un texto clásico sobre este tema, explica cómo el pensamiento se aprende mediante la participación guiada, mientras que Wells (2001) se refiere a las comunidades de indagación dialógica como contextos dialógicos de aprendizaje (Aubert et al., 2009).

El último término a considerar de esta estrategia, es lo “problemático”, o la problematización del contenido. Un problema es una situación, cuantitativa o no, que presenta dificultades y demanda una solución no evidente para los sujetos. Por el contrario, la resolución de una situación problemática exige interpretar y contrastar resultados con una hipótesis, proponer caminos diferentes para evaluar si se llega al mismo resultado, revisar la coherencia global con el conocimiento en ese campo, o bien, avanzar sobre nuevos problemas de interés si se llega a una resolución que abre nuevos interrogantes (Becerra Labra et al., 2004). En una situación de enseñanza y de aprendizaje, la resolución de una situación problemática implica trabajar a partir de un hilo conductor, lo cual permite abordar los temas e ir abriendo diferentes interrogantes. La importancia de la discusión a partir de una situación problematizadora, radica en promover procesos cognitivos-lingüísticos que llevan a los/las estudiantes a evaluar sus conocimientos, pero también, sus capacidades de interpretación y de selección de información relevante, así como de establecer relaciones y argumentar (Cyrino & Torrales-Pereira, 2004).

La implementación de la IDP abarca la siguiente secuencia general:

- Planificación de la clase
- Implementación de la estrategia

### ***Planificación de la clase basada en la IDP***

La principal tarea docente a realizar en esta etapa, es elaborar una situación problemática que será presentada a los/las estudiantes al iniciar la clase. Para ello, se identifica el tema a trabajar, los interrogantes asociados, y el grado de apertura del problema que deberá permitir un intercambio de ideas, la recuperación de referentes, la introducción de nuevos conocimientos y estimar las participaciones. Además, se establecerán los logros de aprendizaje esperados y las actividades derivadas del planteo inicial de la problematización. Finalmente (pero no menos importante), es necesario realizar un diagnóstico de los/las estudiantes para conocer la significancia de las actividades, de acuerdo al contexto social e institucional en el que se desenvuelven (De Longhi & Bermúdez, 2015).

Con respecto a la planificación de las posibles intervenciones de los/las estudiantes, De Longhi & Bermúdez (2010) se refieren a decisiones didácticas que tienen que ver con un tratamiento lingüístico de la clase, vinculado con la construcción del conocimiento que se propone. Teniendo en cuenta esas posibles intervenciones, es necesario (De Longhi & Bermúdez, 2015):

- Analizar los diferentes puntos de vista para el tratamiento del contenido abordado en la situación problematizadora (aspectos biológicos, sociales, económicos, entre otros).
- Planificar las preguntas o afirmaciones surgidas en los diferentes momentos o en situaciones específicas de la clase.
- Listar las tareas concretas que realizarán el/la docente y los/las estudiantes durante la clase.
- Especificar las relaciones conceptuales asociadas a la interacción discursiva que se establecerán, al menos, en la resolución del problema.

### ***Implementación de la estrategia de IDP***

La implementación de la IDP se lleva a cabo en nueve etapas (De Longhi & Bermúdez, 2015):

1. Presentación del problema mediante su lectura conjunta o en grupos.
2. Activación y confrontación de las ideas de los/las estudiantes. En este caso, se propone un torbellino de ideas para evidenciar acuerdos y desacuerdos con el problema presentado. Mediante las preguntas, el/la docente favorece la construcción de un conocimiento compartido y también, a partir de las expresiones verbales, evalúa la escucha y la comprensión de cada participante.
3. Re-direccionamiento de las intervenciones y respuesta al problema, de acuerdo a la pertinencia de las expresiones de los/las estudiantes con el tema presentado. En el caso de ser necesario, el/la docente redirecciona la participación de la clase con nuevos interrogantes o recontextualiza la situación problemática.
4. Recuperación de las intervenciones y realización de cierres parciales. El/la docente organiza las ideas expresadas por los/las estudiantes. Puede ser necesario elaborar traducciones y categorizaciones de esas ideas o introducir un nuevo conocimiento para legitimar el significado de las expresiones de los/las estudiantes. Algunas ejemplificaciones de las intervenciones docentes implican considerar expresiones como “esto se relaciona con...”; “lo podemos definir mejor de esta manera”; “entonces, dijimos que...”, y si agrupamos estas ideas de que estamos hablando? ...”
5. Introducción de conocimiento nuevo para favorecer la elaboración de nuevas respuestas y análisis del problema presentado inicialmente. Es posible presentar un texto externo que aporte nuevos fundamentos, o bien, recurrir a un diálogo con los/las estudiantes para introducir el nuevo conocimiento.
6. Vuelta al problema original y revisión de las respuestas iniciales de los/las estudiantes para enriquecer sus argumentos. Luego de la etapa anterior, se solicita a los/las estudiantes que retomen el problema planteado al inicio de la clase e incorporen argumentaciones enriquecidas a partir del nuevo conocimiento.
7. Metacognición. Aquí el/la docente guía una reflexión metacognitiva, retomando la forma y el momento en el que cada estudiante integró sus saberes previos con los



nuevos. A modo de ejemplo, es posible preguntar: ¿Qué diferencias hay entre tu primera respuesta y la de ahora?; ¿Cómo fuimos ampliando la respuesta?; ¿Cambió tu primera opinión?; ¿Qué aportes se fueron haciendo que permitieron el cambio de tu opinión?

8. Transferencia y síntesis final. Luego de la recuperación de los informes iniciales y la legitimación del conocimiento construido, se realiza la transferencia a las nuevas situaciones de enseñanza y la síntesis final.
9. Planteo de nuevos problemas y evaluación del proceso. El/la docente contrasta las respuestas iniciales y finales de los/las estudiantes, y propone un nuevo problema que permitirá analizar la comprensión.

### **Propuesta Didáctica para Contribuir a la Enseñanza de la Integración de los Contenidos de Química Biológica**

La presente propuesta tiene como finalidad presentar una secuencia de actividades basada en la estrategia de IDP. Esta propuesta, como surge de un Trabajo de Especialización en ES, pretende contribuir a la enseñanza de los temas “interrelaciones metabólicas” e “integración del metabolismo”. Los anteriores, forman parte de la unidad temática 3 del programa de “QB” de la Lic. En Biotecnología (programa del año 2021-Anexo I). La elección de esta unidad obedece a que el proceso de integración es central para comprender los contenidos de la asignatura.

Teniendo en cuenta a De Longhi & Bermúdez (2015), se expondrán brevemente los componentes claves a considerar para la secuencia de actividades, basada en la estrategia ya mencionada.

#### ***Secuencia de actividades para abordar la “interrelación e integración metabólica”***

Se establecerá la secuencia de actividades para la enseñanza del tema interrelación e integración metabólica en tres momentos de la clase:

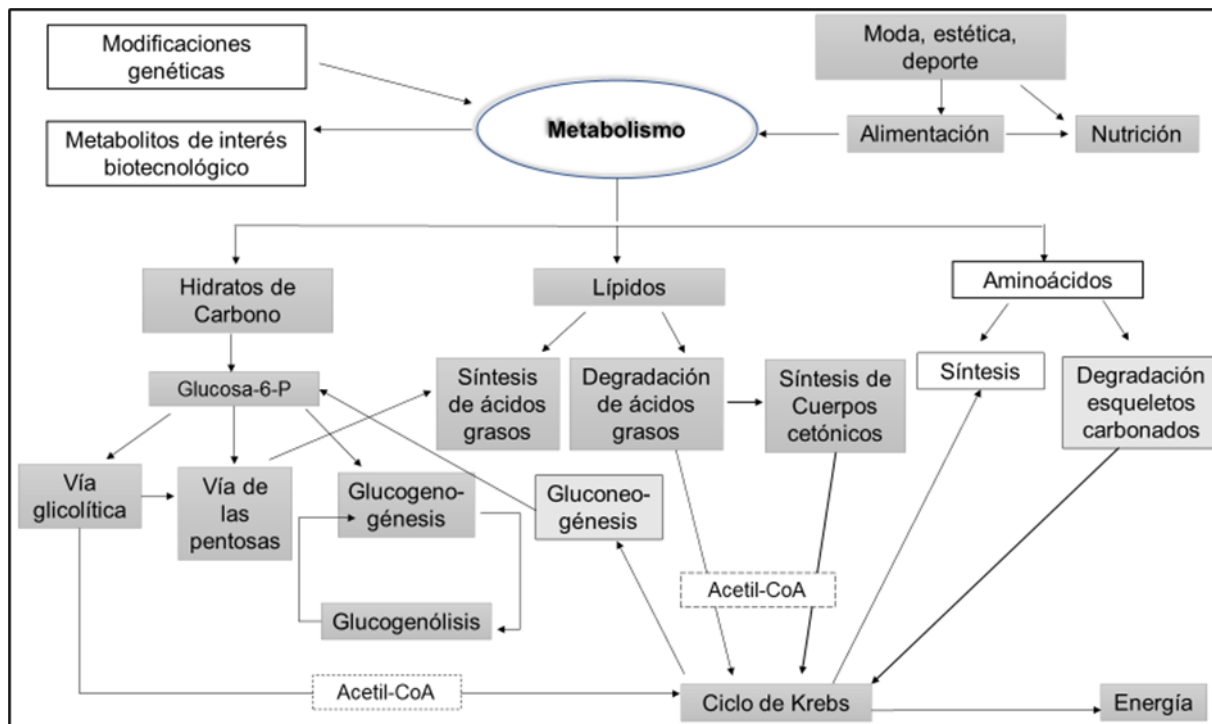
- Inicio o incentivación y recuperación de ideas previas.
- Desarrollo.
- Cierre de la clase.

Considerando el metabolismo de los tres macronutrientes más importantes enseñados en la asignatura (hidratos de carbono, lípidos y proteínas), los/las estudiantes deberían conocer al momento de esta clase, cómo se transforman los hidratos de carbono en lípidos y el impacto que posee la alimentación y el ejercicio en la transformación señalada. Este conocimiento, les permitirá analizar e integrar la mayoría de las vías metabólicas estudiadas, a saber: metabolismo de hidratos de carbono, síntesis y degradación de ácidos grasos, síntesis de cuerpos cetónicos, ciclo de Krebs y degradación de aminoácidos. Además, es necesario el conocimiento de la función y regulación de enzimas y de la cadena de transporte electrónico-fosforilación oxidativa mitocondrial.

Mediante esta clase se intentará que los/las estudiantes interrelacionen diferentes vías del metabolismo celular en mamíferos e integren las vías metabólicas que se llevan a cabo en diferentes órganos y tejidos. También, mediante el análisis de situaciones que se presentan de acuerdo a los dictámenes de la moda, los medios de comunicación y el interés por la salud, sean capaces de identificar que el metabolismo celular no es una abstracción, sino que impacta en la vida cotidiana. Una red conceptual general de la asignatura se explicita en la Figura 2, indicando en gris aquellos temas cuya interrelación e integración se propone trabajar.

**Figura 2**

*Red Conceptual de los Contenidos a Trabajar en la Clase de Interrelación-Integración Metabólica*



La clase se iniciará con una actividad que implica la elaboración de un afiche con un mapa metabólico. Esta actividad se fundamenta en el modelo de “análogos concretos”, dispositivo didáctico que facilita el aprendizaje de conceptos abstractos. Este dispositivo, apela a un referente en la estructura cognitiva del/la estudiante para relacionar analógicamente con los conceptos científicos que se enseñan (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001). El objetivo de esta actividad inicial es la activación de los conocimientos previos de los/las estudiantes, y la elaboración de un afiche con información gráfica que servirá de apoyo para explicar las respuestas a las consignas de la situación problematizadora que se les presentará en el siguiente momento de la clase.

Previo a la jornada de la clase, se solicitará a los/las estudiantes que concurran con un pliego de papel afiche y marcadores. Al iniciar el taller se les propondrá que imaginen una ciudad donde cada una sus calles, rotondas y autopistas son las rutas y ciclos metabólicos enseñados en la asignatura. Posteriormente, se les solicitará la elaboración de un mapa de

esta ciudad imaginaria, en el cual cada una de sus calles y rotondas será una ruta metabólica que se vincula o no con otra. Para reconocer las interrelaciones metabólicas realizadas, los/las estudiantes explicaran sus producciones visuales.

En el desarrollo de la clase, se planteará la resolución de la siguiente situación problematizadora:

---

***Tema: interrelación de vías metabólicas e integración del metabolismo***

---

El sobrepeso, la obesidad y sus complicaciones asociadas son un problema de salud pública a nivel mundial que ha sufrido un aumento en la mayoría de las edades, regiones y grupos socioeconómicos. Para ello existe una gran variedad de propuestas dietoterapéuticas entre las que se encuentran las dietas cetogénicas, término acuñado en los años 20 del siglo pasado. Sin embargo, los estudios para evaluar las ventajas y desventajas de estas dietas se realizaron mucho tiempo después.

En los últimos años se ha observado un auge de las dietas cetogénicas, evidenciado mediante avisos de centros de estética, la repetida publicación de artículos en diarios y revistas que mencionan personas socialmente reconocidas que han seguido estas dietas, junto con resultados de “estudios científicos” o consisten en entrevistas a nutricionistas y/o científicos. Además, con el uso extendido de las redes sociales, también existen numerosas publicaciones acerca de los alimentos (pre-elaborados o elaborados) que se deberían consumir en el marco de esta dieta.

El cambio metabólico propiciado por las dietas cetogénicas se lleva a cabo cuando el contenido de carbohidratos de la dieta es suficientemente bajo para causar cetosis. Por lo tanto, el nivel de carbohidratos que requiere tener una dieta cetogénica destinada a la pérdida de peso, debe ser inferior a 0,2-0,4 g/kg de peso por día, cubriendo el resto del porcentaje dietario con el consumo de alimentos ricos en lípidos y proteínas (Pérez Guisado, 2008).

Este tipo de dietas han sido foco de atención debido a su asociación con una rápida pérdida de peso y en apariencia, sin efectos secundarios. También, se le han atribuido otros beneficios como una mayor efectividad comparada con las dietas hipocalóricas convencionales.

---

---

Sin embargo, no todas las referencias hablan sobre algunos aspectos de estas dietas, tales como la cantidad adecuada de hidratos de carbono que deben administrarse para provocar una cetosis, así como tampoco de los efectos del alto consumo de lípidos sobre el riesgo cardiovascular (Sumithran & Proietto, 2008; Lobley et al., 2007). Esto ha generado polémica y desacuerdo sobre el uso de estas dietas, pues, aunque se han realizado múltiples estudios para observar su eficacia y sus efectos tanto benéficos como adversos, los resultados o la interpretación de los mismos difieren bastante entre sí; sin concluir de manera uniforme sobre la relación costo-beneficio de su uso para el tratamiento de la obesidad y la prevención de enfermedades relacionadas con la misma.

#### Consignas

1- ¿Qué aspectos consideras responsables del aumento de la incidencia del sobrepeso y la obesidad a nivel mundial?

2- Teniendo en cuenta tus conocimientos sobre metabolismo, ¿por qué ocurriría una rápida disminución del peso corporal en los sujetos que realizan dietas cetogénicas?

3- ¿Qué ventajas y desventajas tienen las dietas cetogénicas?

#### Bibliografía

- Lobley GE, Bremner DM, Holtrop G, Johnstone AM, Maloney C. (2007). Impact of high-protein diets with either moderate or low carbohydrate on weight loss, body composition, blood pressure and glucose tolerance in rats. *BJN*; 97:1099-1108.

- Pérez Guisado J. (2008). Las dietas cetogénicas: fundamentos y eficacia para la pérdida de peso. *ALAN*; 58 (2): 126-131.

- Sumithran P, Proietto J. (2008). Ketogenic diets for weight loss: A review of their principles, safety and efficacy. *Obes Res Clin Pract*; 2 (1): 1-13.

---

De acuerdo a las posibles intervenciones de los/las estudiantes, se consideran los siguientes aspectos:

**Vías de abordaje del contenido según las diferentes aristas consideradas en la situación problematizadora.** Al final del problema se incluyen tres consignas. Para el caso de la primera (“¿Qué aspectos consideras responsables del aumento de la incidencia del sobrepeso y la obesidad a nivel mundial?”), las posibles respuestas podrían vincularse con lo cotidiano, pero también, con aspectos aprendidos en la asignatura. Las respuestas esperadas se podrían clasificar en función de razones sociales o fisiológicas-bioquímicas:

Razones sociales: falta de ejercicio físico; incremento de la variedad y disponibilidad de alimentos ultraprocesados de alto valor calórico (ricos en azúcares y grasas); estilo de vida sedentario; sociedad capitalista en la que predomina un ritmo de consumismo acelerado; alto costo económico de los alimentos saludables.

Razones fisiológicas-bioquímicas: desequilibrio entre la ingesta calórica y el gasto energético que conlleva a un balance energético positivo; exceso en el consumo de carbohidratos que luego son derivados a la síntesis de ácidos grasos y almacenados en el tejido adiposo; alimentación rica en grasas y carbohidratos que estimulan la producción de hormonas y neurotransmisores que afectan el estado de saciedad; combinación de herencia y factores ambientales; falta de ejercicio físico que active la movilización de ácidos grasos almacenados en el tejido adiposo; alteraciones del patrón de la ingesta de comida (consumo de alimentos en horarios en los que fisiológicamente no es recomendable).

En la segunda consigna de la situación problematizadora se apela al conocimiento sobre el metabolismo (“Teniendo en cuenta tus conocimientos sobre metabolismo, ¿por qué ocurriría una rápida disminución del peso corporal en los sujetos que realizan dietas cetogénicas?”). En este caso, se esperarían explicaciones de cómo los ácidos grasos son degradados en respuesta a la baja disponibilidad de carbohidratos. Sin embargo, los productos intermediarios (acetil-coenzima A) obtenidos en tal proceso, al no ser degradados en el ciclo de Krebs debido a la deficiencia de un intermediario (oxalacetato), son derivados a la cetogénesis.

Para la tercera consigna (“¿Qué ventajas y desventajas tienen las dietas cetogénicas?”), se espera que los/las estudiantes brinden respuestas vinculadas con el principal efecto sistémico que ocurre durante la cetosis: la acidosis metabólica y el consiguiente desequilibrio electrolítico. También, se podría hacer referencia a las dificultades para la elaboración o disponibilidad de comidas pobres en carbohidratos y ricas en lípidos-proteínas.

**Preguntas o afirmaciones asociadas a momentos o situaciones específicas de la clase.** Considerando las posibles respuestas para la primera consigna, se abre la posibilidad de trabajar en aspectos sociales de relevancia, como el rol de los medios de comunicación para estimular o dirigir ciertos comportamientos o consumos, que en muchas ocasiones responden a intereses comerciales, o bien, brindar la posibilidad para que los/las estudiantes contrasten su conocimiento con enunciados o simples opiniones carentes de sustento científico. Por lo anterior, sería interesante consultar: ¿Han leído o visto alguna nota periodística en la que se comenta acerca de las dietas cetogénicas?; ¿recuerdan el contenido de dichas notas?; ¿se explicaban las desventajas o las ventajas de este tipo de dietoterapia? Además, de lo mencionado, si en las respuestas aparece la relación entre sobrepeso u obesidad y el consumo de alimentos ultraprocesados, sería oportuno consultar: ¿qué alimentos consideran que se clasifican como “ultraprocesados”? ¿qué información nutricional se especifica en estos alimentos?; ¿conocen algún aspecto de la denominada “ley de etiquetado” recientemente sancionada en nuestro país?

Las respuestas que se esperan obtener para la segunda consigna, dan lugar a repreguntas del/la docente, tales como: ¿de qué órgano o tejido provendrían los ácidos grasos que originan acetil-coenzima A?; ¿cómo se regula la cetogénesis?; ¿qué sucede con los niveles de insulina y glucagón en esta situación de dietoterapia? y ¿cuál es el resultado de dicho estado hormonal?; ¿qué procesos vitales permitirían sostener la degradación de los cuerpos cetónicos sintetizados, y cuáles no?; ¿qué podrían mencionar acerca del metabolismo de las lipoproteínas plasmáticas en el caso de los sujetos que alcanzan cetosis?

Esta última pregunta es clave ya que, a partir de las respuestas se introducirá a la lectura y el análisis de un breve texto externo (Figura 3) en la quinta etapa de la implementación de la estrategia de enseñanza (introducción de conocimiento nuevo para favorecer la elaboración de nuevas respuestas y análisis del problema presentado inicialmente).

### Figura 3

#### Texto a Utilizar en la Quinta Etapa de Implementación de la IDP

En la tabla 5 se comparan los cambios en el perfil lipídico de los participantes.

##### **Colesterol total**

De las muestras con apego a la dieta cetogénica, 35.7% presentan reducción significativa; sin embargo, 42.8% no muestran diferencias significativas; el porcentaje restante, es decir 21.5% de los estudios no aportan datos al respecto. En cuanto a las muestras con apego a la dieta no cetogénica, el 21.4% presentan reducciones significativas; únicamente 1 de 14 estudios muestra un aumento en colesterol total, es decir el 7.1%; el 35.7% de dichos estudios no tienen diferencias significativas, y en cuanto al 35.8% restante no aportan datos al respecto.

##### **LDL**

En cuanto a los grupos que llevaron a cabo la dieta cetogénica, el 40.1% presenta reducciones significati-

*Nutr. clín. diet. hosp. 2013; 33(2):98-111*

para incrementar el colesterol HDL, además, en este estudio el colesterol total sí se mostró disminuido, por lo que se puede deducir que parte de esa disminución fue en los niveles de HDL. De las muestras con apego a la dieta no cetogénica, 42.8% no presentan diferencias significativas en cuanto a niveles de HDL, el 14.3% muestra reducciones, en 1 de 14 estudios; es decir, en el 7.1% hay reducción a los 6 meses seguida de aumento a los 12 meses, el restante 35.8% no aportan datos al respecto.

##### **Triglicéridos**

En el caso de los triglicéridos, en la tabla 5 se puede observar que es donde mayor beneficio se puede obtener de las dietas cetogénicas, ya que el 50% de los gru-

106

vas en los niveles de LDL, el 12.7% muestra aumentos en este nivel, el 35.7% no tiene como resultado diferencias significativas y el 14.3% restante no aporta datos al respecto. Mientras que de los grupos que hicieron la dieta no cetogénica, el 29.4% tienen como resultado reducciones significativas, únicamente el 1.4% presentan aumento en niveles de LDL, el 42.8% no tienen diferencias significativas y el 26.4% restante no aportan datos al respecto.

##### **HDL**

El 50% de las muestras con apego a la dieta cetogénica no presentan diferencias significativas en niveles de colesterol HDL, el 14.3% tienen aumentos significativos, mientras que únicamente el 7.1% de los estudios; es decir 1 de 14 muestra una reducción en los niveles de HDL en sus participantes. Es probable que esto se deba a la ausencia de actividad física en este estudio, ya que si se tiene una disminución de peso corporal pero no se realiza actividad física, el colesterol HDL no aumenta, es decir, se requiere del ejercicio

105

pos que llevaron a cabo dicha dieta obtuvieron una reducción en sus niveles de triglicéridos; el 21.4% no tienen diferencias significativas, lo cual puede deberse a que 1 de estos 3 estudios tuvo un tiempo de duración de 5 días, que probablemente es insuficiente para obtener resultados notorios, el 28.6% restante no aporta datos al respecto. Cabe destacar que en el estudio realizado por F. Krebs y colaboradores la muestra con apego a la dieta cetogénica presenta una reducción en los niveles de triglicéridos proporcionalmente tres veces mayor que la muestra con apego a la dieta no cetogénica. En cuanto a las muestras con apego a la dieta no cetogénica, el 21.4% presenta reducción en los niveles de triglicéridos, sin embargo únicamente 1 de estos 3 estudios muestra una reducción más evidente que en la dieta cetogénica, mientras que el 42.8% no tiene diferencias significativas y el 35.8% restante no aporta datos al respecto.

*Nutr. clín. diet. hosp. 2013; 33(2):98-111*

*Nota:* texto tomado de Dietas cetogénicas en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, de Covarrubias Gutiérrez et al. (2013).

Las respuestas de la última consigna, serán de utilidad para remarcar y organizar las conclusiones generadas a partir de la situación problematizadora. Sin embargo, debido a que en esta clase no sólo se pretende que los/las estudiantes realicen una interrelación e integración de las diferentes vías metabólicas estudiadas, sino que también comprendan que



el metabolismo es un proceso biológico-bioquímico implicado en la vida cotidiana, se le presentará un segundo texto externo que es posible visualizar en la Figura 4.

#### Figura 4

Artículo de Prensa del Espectáculo en la que se Reseña los Beneficios de una Dieta Cetogénica



**La dieta de Kim Kardashian quema 10 veces más grasa que las demás, según un estudio**

15 DE DICIEMBRE DE 2017 - 13:13 CST BY GERALDINE ELEDON

**M**enos carbohidratos... ¡más grasa! Así es la dieta de **Kim Kardashian**, la cual está en la mira de muchos por muy buenas razones, pues además de que fue el truco de la socialité para ponerse en forma –**tras ser criticada por su figura**–, este plan alimenticio quema **10 veces más grasa** que los demás, según un estudio reciente.

¿Su nombre? La **dieta cetogénica**, la cual consiste en eliminar el azúcar y carbohidratos refinados, optando por **un alto consumo en grasas** buenas como el aguacate o incluso la leche –orgánica y alta en grasa–.

El objetivo es 'forzar' al cuerpo a una **cetosis**, un estado en el cual se le obliga a sobrevivir con poca comida. Eso sí, esta dieta no consiste en llegar a este proceso metabólico comiendo poco, sino alimentándose con la cantidad más baja de carbohidratos posibles. "**Todas las variables del grupo que siguió la dieta cetogénica superaron a los que hacían ejercicio**", confesaron los investigadores de este estudio hecho por la *Universidad de Bethel*.

En cuanto a las proteínas, éstas deben ser moderadas y pueden ser desde **pescado** hasta **carne, aves, y huevo**, sin embargo, la fruta se debe comer con moderación, o poca –de preferencia–. Esto provoca que el cuerpo quemara más energía aunque esté en reposo, potenciando el metabolismo –y como lo decíamos, quemando la grasa 10 veces más rápido de lo normal–.

¿Lo sorprendente? Es que ni las personas que hicieron ejercicio –y mantenían su misma dieta–, tuvieron tan buenos resultados como los de esta dieta, que también ayuda a mejorar los niveles de insulina, la presión e incluso el estado de ánimo y energía. Eso sí... si tu propósito de año nuevo es bajar de peso y quieres probar este plan, siempre hazlo con el apoyo de un nutriólogo o experto.

Y tú... ¿ya te animaste a probar el truco de Kim para ser la más fit?

Nota: texto adaptado de <https://mx.hola.com/belleza/galeria/2017121520590/kim-kardashian-dieta-cetogenica-quema-grasa/1/>

El análisis de esta nota del espectáculo pretende brindar la posibilidad de identificar información científica, y de elaborar un pensamiento acerca de cómo se generan o estimulan comportamientos sociales o la naturalización de estereotipos.

**Tareas concretas que realizarán el/la docente y los/las estudiantes.** Las tareas que realizarán el/la docente y los/las estudiantes durante el desarrollo de la clase se explicitan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Tareas que Realizarán Docentes y Estudiantes*

<i>Docente</i>	<i>Estudiantes</i>
Presenta el tema de la clase e introduce la primera actividad: la elaboración del mapa metabólico.	Participa en la primera actividad propuesta, elaborando y exponiendo (en forma grupal) un mapa metabólico.
Interviene con preguntas en la exposición del mapa metabólico, orientando a identificar intermediarios que forman parte de encrucijadas metabólicas.	Lee la situación problematizadora y la analiza durante unos minutos para luego responder las preguntas del/la docente.
Reparte copias impresas que contienen el enunciado de la situación problematizadora y solicita su lectura.	Recupera sus concepciones cotidianas, sentidos y conocimientos previos.
Abre el diálogo y comienza a estimular la participación de los/las estudiantes para responder las consignas en distintos tiempos o momentos de la clase.	Interpreta las posturas de sus compañeros/as y las confronta con las propias.
Parafrasea las respuestas y las enlista en el pizarrón, indagando de esa manera, las concepciones de los/las estudiantes.	Realiza un análisis crítico fundado del texto externo (revista de espectáculo), destacando los sentidos circulantes de la sociedad actual, en relación al tema estudiado.
En un primer momento, considera como válidas todas las respuestas, sin descartar ninguna.	Escribe en su cuaderno.
En un segundo momento, contextualiza las respuestas fuera de lugar o que escapan al tratamiento de la clase.	
Mantiene el patrón temático (hilo conductor de la clase).	
Solicita a algún/a estudiante que interprete y explique lo que respondió otro/a.	
Pide a algún/a estudiante que responda al cuestionamiento de otro/a.	
Modera las intervenciones en la clase.	
Organiza las respuestas surgidas en categorías o agrupamientos.	
Propone nuevas preguntas a partir de las respuestas surgidas desde las consignas de la situación problematizadora.	
Solicita a algún/a estudiante que haga una conclusión sobre la discusión.	
Legitima (valida) niveles iniciales en el tratamiento del contenido y en una respuesta al problema inicial.	

**Relaciones conceptuales asociadas a la interacción discursiva que se establecerán en la resolución de la situación problemática.** Para comprender esta etapa de la propuesta, es necesario considerar la importancia del lenguaje científico y sus propias maneras de construcción de significados. El aprendizaje de la ciencia implica aprender a hablar un lenguaje propio de ésta, lo cual, de acuerdo a Lemke, significa “observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, retar, argumentar (...), escribir, disertar, y enseñar en y mediante el idioma de la ciencia” (Lemke, 1997, pág. 17). La mayoría de los sujetos aprenden este idioma a través de los diálogos desarrollados en las clases de ciencia. El denominado diálogo triádico, es una estructura de actividad que se da comúnmente en las clases y con algunas variantes, sigue un patrón predecible: el/la docente pregunta, el/la estudiante responde, el/la docente evalúa la respuesta. Sin embargo, los/las estudiantes necesitan extraer el contenido científico a partir del diálogo triádico, para luego describirlo en sus apuntes como declaración, o en un examen como respuesta. Para lograr esto, es necesario que comprendan las relaciones que se establecen entre las acciones dentro de una estructura de actividad.

El lenguaje científico posee un modelo semántico, es decir, está constituido por un vocabulario que se relaciona de manera específica de acuerdo a una diversidad de contextos, variando de esa manera, su significado. Los/las estudiantes han de aprender las relaciones de significados de los diferentes términos, según las formas aceptadas de hablar científicamente, aprender la semántica de las palabras. Al patrón de relaciones entre los significados de los términos de un campo científico en particular, se lo conoce como “patrón temático” (Lemke, 1997). Este patrón de relaciones semánticas, en definitiva, describe el contenido científico de un área de conocimiento particular, de allí la importancia de establecer estas relaciones en la planificación de una estrategia de enseñanza basada en la IDP.

Para el caso de los momentos iniciales de la resolución de la situación problematizadora propuesta, se anticipa el establecimiento de las relaciones conceptuales explicitadas en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Patrón Temático Elaborado para la Planificación de la Clase de Interrelación e Integración Metabólica*

<i>Concepto</i>	<i>Nexo</i>	<i>Concepto</i>
Sedentarismo Consumo de alimentos ultraprocesados Precio elevado de los alimentos saludables	[son]	Factores sociales
Desequilibrio del balance energético Conversión de carbohidratos en ácidos grasos	[son]	Factores fisiológicos
Factores sociales Factores fisiológicos	[predisponen al desarrollo de]	Obesidad
Obesidad	[implica]	Complicaciones para la salud
Obesidad	[es la manifestación de]	Acumulación de ácidos grasos, en forma de triglicéridos, en el tejido adiposo
Dietoterapia	[tratamiento para]	Obesidad
Dietas hipocalóricas Dietas cetogénicas	[son ejemplos de]	Dietoterapia
Dietas cetogénicas	[Implican]	Alimentación pobre en carbohidratos y rica en grasas y proteínas
Fructosa Glucosa Almidón Lactosa	[son ejemplos de]	Carbohidratos
Grasas	[sinónimo de]	Lípidos
Ácidos grasos	[son un tipo de]	Lípidos
Proteínas	[están formadas por]	Aminoácidos
Aminoácidos	[están formadas por]	Esqueleto carbonado y un grupo amino (NH <sub>2</sub> )
El esqueleto carbonado de los aminoácidos	[es precursor metabólico de]	Intermediarios glucogénicos
Intermediarios glucogénicos	[permiten la biosíntesis de]	Glucosa
Alimentación pobre en carbohidratos y rica en grasas y proteínas	[genera un déficit de]	Oxalacetato
Oxalacetato	[intermediario metabólico del ciclo de Krebs generado desde]	Carbohidratos
Déficit de oxalacetato	[implica un]	Déficit energético

<i>Concepto</i>	<i>Nexo</i>	<i>Concepto</i>
Déficit energético	[facilita]	Movilización de ácidos grasos, desde el tejido adiposo
Ácidos grasos	[sirven como]	Fuente de energía celular para tejido muscular principalmente
Ácidos grasos	[son oxidados para proporcionar]	Energía celular (ATP)
Ácidos grasos	[son oxidados a]	Acetil-CoA
Acetil-CoA	[intermediario metabólico que ingresa al ciclo de Krebs al combinarse con]	Oxalacetato
Acetil-CoA	[ante un déficit de oxalacetato, es precursor de]	Cuerpos cetónicos
Cuerpos cetónicos	[se sintetizan ante un déficit de]	Carbohidratos
Acetona β-Hidroxibutirato Acetoacetato	[son]	Cuerpos cetónicos
Cuerpos cetónicos	[son oxidados para]	Proveer energía celular
Músculo esquelético Cerebro	[son ejemplos de]	Órganos y tejidos que utilizan cuerpos cetónicos como fuente de energía celular.

Para cerrar este apartado sería esperable, vinculado a las relaciones semánticas planteadas, que los/las estudiantes realicen una construcción de éstas. Lo anterior permitiría evidenciar la comprensión del tema.

Al finalizar las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de la clase, se realizará un cierre. En este caso, se contrastarán las respuestas brindadas y enlistadas en el pizarrón con las obtenidas al finalizar la resolución de la situación problematizadora.

### **Capítulo IV: Reflexiones Finales**

El presente Trabajo Final de la Especialización en Educación Superior estuvo orientado a proponer una revisión de las estrategias de enseñanza de la asignatura “Química Biológica” para los/las estudiantes de Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Nacional de San Luis. Pensar en las estrategias de enseñanza que se implementan en la educación superior llevó, en primer lugar, a considerar el contexto en que se llevan a cabo. Las problemáticas sociales, económicas y culturales inciden en los aprendizajes y es necesario que los/las docentes que se desempeñan en la universidad pública renueven algunas de sus propuestas de enseñanza, pensando en un estudiantado concreto.

En este sentido se buscó transparentar los modos en que se enseña, las concepciones docentes que guían los modos de actuar y los procesos cognitivos que los y las estudiantes ponen en juego a partir de tales decisiones. Mediante la observación y el análisis de nuestras acciones, es posible realizar una descripción del conocimiento tácito que está implícito en las mismas.

En un primer momento, se describieron brevemente los abordajes para la enseñanza universitaria del metabolismo a modo de generar una síntesis que permita, considerando los objetivos específicos planteados, incorporar como propuesta una “ruta metabólica”. Para identificar las concepciones de enseñanza de las docentes de la asignatura, se analizaron los programas presentados durante el período de 2015-2021, mientras que, para profundizar acerca de estas concepciones e indagar sobre las estrategias de enseñanza empleadas, se examinaron las guías de TP.

El análisis realizado permitió describir la compleja relación entre las exposiciones teóricas, y las clases de trabajos prácticos. Al respecto, se advierte cierta ruptura en relación a la articulación entre estos dos espacios, lo que redundaría en un obstáculo para la apropiación de los saberes básicos por parte de los/las destinatarios/as.

Los programas de la asignatura dan cuenta de algunos aspectos vinculados con una enseñanza centrada en el/la docente. Sin embargo, también se observan modificaciones en

estos documentos en los años sucesivos, vinculadas a una intención de mejorar la enseñanza de los contenidos y facilitar su aprendizaje. Algunos ejemplos de lo anterior, lo constituyen la organización del conocimiento disciplinar en unidades temáticas, la propuesta de actividades de TP centradas en la participación de los/las estudiantes, y la especificación de criterios de evaluación que guían el aprendizaje.

Como resultado de la identificación de las estrategias de enseñanza utilizadas, y considerando el objetivo principal de la asignatura, en este Trabajo se realizó una propuesta para contribuir a la enseñanza de la interrelación e integración de vías metabólicas. En tal sentido, se sugirió la implementación de una secuencia de actividades basadas en una estrategia de enseñanza constructivista, que rescata la importancia de las expresiones orales de los/las estudiantes para identificar su comprensión y ajustar la enseñanza.

Si bien en este Trabajo Final se alcanzan algunos descubrimientos, es ineludible continuar indagando sobre nuevos interrogantes, porque solo a partir de este espíritu de búsqueda permanente se consigue generar nuevos y mejores modos de enseñar.

Por último, destacar que este trabajo tiene su génesis en un proceso crítico-reflexivo situado en las propias prácticas y pensando en mejores propuestas de enseñanza para los/las estudiantes, destinatarios/as concretos/tas de la formación que emprenden los/las docentes. Al respecto se considera que si bien esta producción implica el cierre de una etapa formativa, al mismo tiempo sigue comprometiendo en pos de lograr mejores aprendizajes ya que indagar y cuestionar de forma permanente los saberes docentes constituye uno de los ejes nodales en los que se asientan los procesos científicos.

### Bibliografía

- Achilli, E. (1988). La práctica docente: una interpretación desde los saberes del maestro. *Cuadernos de Antropología social*, 5-19.
- Acosta Faneite, S., & Andrade Boscán, A. (2014). Estrategias de enseñanza para promover el aprendizaje significativo de la biología en la Escuela de Educación, Universidad del Zulia. *Multiciencias*, 67-73.
- Adúriz Bravo, A., & Izquierdo Aymerich, M. (2002). Acerca de la Didáctica de las Ciencias como Disciplina Autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 130-140.
- Álvarez Méndez, J. (2003). *La evaluación a examen. Ensayos críticos*. Miño y Dávila.
- Anijovich, R., & Mora, S. (2021). *Estrategias de Enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique.
- Appling, D., Anthony-Cahill, S., & Mathews, C. (2018). *Biochemistry: Concepts and Connections, Global Edition*. Pearson Education Limited.
- Aubert, A., García, C., & Racionero, S. (2009). El aprendizaje dialógico. *Cultura y educación*, 129-139.
- Basabe, L., & Cols, E. (2007). La enseñanza. En *El saber didáctico*. Paidós.
- Basoredo Ledo, C. (2009). ¿Cómo formular objetivos para el aprendizaje y el desarrollo de competencias? *Quaderns Digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 43-54.
- Bazzo de Espíndola, M., El-Bacha, T., Rabetti Giannella, T., Struchiner, M., da Silva, W., & Da Poian, A. (2010). Teaching energy metabolism using scientific articles: Implementation of a virtual learning environment for medical students. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 97-103.



- Becerra Labra, C., Gras Martí, A., & Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza De Las Ciencias*, 275–286.
- Benito, Á., & Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Narcea.
- Blanco, A., & Blanco, G. (2023). *Química Biológica*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Caballero Camejo, C. A., & Recio Molina, P. P. (2007). Las tendencias de la Didáctica de las Ciencias Naturales en el Siglo XXI. *Varona*, 34-41.
- Carew, M. (2019). Using a word game to test physiology comprehension. *Advances in Physiology Education*, 464-465.
- Casado, J., López, F., Llobera, M., & Soley, M. (2010). Una experiencia de aprendizaje basado en problemas: Regulación del Metabolismo en los estudios de Biología de la Universidad de Barcelona. En *Buenas prácticas docentes en la universidad. Modelos y experiencias en la Universidad de Barcelona* (págs. 155-164). Octaedro.
- Cicuto, C., Pazinato, M., & Torres, B. (2019). Teaching metabolism with scientific articles: A new approach. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 85-92.
- Cols, E. (2004). *Programación de la enseñanza*. Ficha de la cátedra de "Didáctica I", Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras.
- Costa Pereira Lopes Alves de Franca, V., & Ferreira Campos, W. (2021). Interactive Metabolism, a simple and robust active learning tool that improves the biochemistry knowledge of undergraduate students. *Advances in Physiology Education*, 353-364.
- Covarrubias Gutiérrez, P., Aburto Galván, M., & Sámano Orozco, L. (2013). Dietas cetogénicas en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad. *Nutrición clínica y dietética Hospitalaria*, 98-111.
- Cyrino, E. G., & Torrales-Pereira, M. L. (2004). Discovery-based teaching and learning strategies in health: problematization and problem-based learning. *Cadernos de Saúde Pública*, 780-788.

- Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Santillana.
- De Longhi, A. L., & Bermúdez, G. M. (2010). La comunicación en el aula. *Aportes didácticos para la formación de docentes universitario*.
- De Longhi, A. L., & Bermúdez, G. M. (2015). La Indagación Dialógica Problematizadora. Su planificación y Desarrollo para Enseñar y Aprender Biología. En *Estrategias didácticas para enseñar biología*. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- De Longhi, A. L., Bermudez, G. M., Dubeux Abensur, P. L., & Ruiz-Moreno, L. (2014). Una estrategia didáctica para la formación de educadores de salud en Brasil: la indagación dialógica problematizadora. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 759-769.
- De Vicenzi, A. (2012). La formación pedagógica del profesor universitario. Un desafío para la reflexión y revisión de la práctica docente en el nivel superior. *Revista Aula*, 111-122.
- Díaz Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Mc Graw Hill.
- Dsilva, L., Mittal, S., Koepnick, B., Flatten, J., Cooper, S., & Horowitz, S. (2019). Creating custom Foldit puzzles for teaching biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 133-139.
- Edelstein, G., Salit, C., Domian, G., Flatten, J., Cooper, S., & Horowitz, S. (2008). *Módulo 2: Práctica docente*. Universidad de Lanús. Secretaría Académica/Dirección de Pedagogía Universitaria. Programa de Capacitación Continua a Distancia.
- Feduchi Canosa, E., Blasco Castiñeyra, I., Romero Magdalena, C. S., & Yáñez Conde, E. (2011). *Bioquímica. Conceptos Esenciales*. Panamericana.
- Feldman, D. (2004). *Ayudar a Enseñar: Relaciones entre Didáctica y Enseñanza*. Aique.
- Fenstermacher, G. (1989). Tres aspectos de la filosofía de la investigación en la enseñanza. En M. C. Wittrock , *La investigación en la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Paidós.

- Galagovsky , L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 231-242.
- Gallego Ortega, J., & Salvador Mata, F. (2009). *Contenidos y competencias básicas en el proceso didáctico en Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Gargallo López, B., Sánchez Peris, F., Ros Ros, C., & Ferreras Remesal, A. (2010). Estilos docentes de los profesores universitarios. La percepción de los alumnos de los buenos profesores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-16.
- Garófalo, S. J., Galagovsky, L. R., & Alonso , M. (2014). Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal. *Química Viva*, 31-55.
- Giangrossi, G. C. (2008). *Integración de teoría y práctica: propuesta para una mejor comprensión de Química Biológica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas* . (Doctoral disseration).
- Girvtz, S., & Palamidessi, M. (1998). *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza*. Aique.
- Hurtado Espinoza, A. K., Serna Antelo, M. L., & Madueño Serrano, M. L. (2015). Práctica docente del profesor universitario: su contexto de aprendizaje. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 215-224.
- Iturrealde, M. C., Bravo, B. M., & Flores, A. (2017). Agenda actual en investigación en didáctica de las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 49-59.
- Jackson, P. (1992). *La vida en las aulas*. Madrid: Morata.
- Jiménez González, A., & Robles Zepeda, F. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. *EDUCATECONCIENCIA*, 106-113.
- Lamberti, M. J., Medeot, D. B., Monesterolo, N. E., & Serra, A. L. (2015). La simulación de proyectos científicos como herramienta constructora de conocimiento en la enseñanza de Química Biológica. *Revista Contextos de Educación*, 12-19.

- Laudadío, J., & Mazzitelli, C. (2015). Estilos de enseñanza de los docentes de distintas carreras de nivel superior vinculadas con las ciencias naturales. . *Educación*, 9-25.
- Lee, R. K., Ng, B. Y., & Chen, D. M. (2019). Using metro lines for integration of nucleotide metabolic pathways. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 532-537.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar de ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*.
- Ligouri, L., & Noste, M. (2007). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Homo Sapiens.
- Lin, H., Lehoang, J., Kwan, I., Baghaee, A., Prasad, P., Ha-Chen, S., . . . Woods, J. (2018). Lego bricks and the octet rule: Molecular models for biochemical pathways with plastic, interlocking toy bricks. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 54-57.
- Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la educación superior*. Paidós.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar: condiciones y contextos*. Paidós.
- López-Pastor, V. M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en Educación Superior. Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Narcea.
- Mallart, J., & de la Torre, S. (2004). *Contenidos de la enseñanza. Diccionario Enciclopédico de Didáctica*. Málaga: Aljibe.
- Martín-Romera, A., & García-Martínez, I. (2017). Profesionalización del docente en la actualidad: contribuciones al desarrollo profesional. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 7-23.
- Medina Torres, M. Á. (2017). ¿Qué metabolismo debería conocer un estudiante de biología? . En *La Enseñanza del Metabolismo. Retos y Oportunidades*. (págs. 35-50).
- Megías Fresno, A., & Oñaderra Sánchez, M. (2013). ABP-4 orientado al aprendizaje e integración del Metabolismo. Charlas de Gimnasio. *REDUCA (Biología)*, 48-57.
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades Médicas*, 475-488.
- Nelson, D. L., Cox, M. M., & Hoskins, A. A. (2022). *Principios de Bioquímica de Lehninger*. Omega.

- Ortíz Fajardo, C. E. (2009). Estrategias didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación y Pensamiento*, 63-72.
- Pérez Ponce de León, N. P. (2012). Los métodos de enseñanza aprendizaje: una sistematización a la luz de la investigación en didácticas de las ciencias. *Didácticas de las Ciencias Nuevas perspectivas*, 221-267.
- Picco, S., & Oresti, N. (2017). *Didáctica y curriculum: aportes teóricos y prácticos para pensar e intervenir en las prácticas de la enseñanza*.
- Pozo, J. (2000). Concepciones de aprendizaje y cambio educativo. *Ensayos y experiencias*, 4-13.
- Quinlan , C., & Fogel, C. A. (2014). Transcending convention and space: strategies for fostering active learning in large post-secondary classes. *Higher Education Studies*, 43-48.
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 9-20.
- Ros Garrido, A. (2016). Las teorías implícitas en el contexto universitario. *Opción*, 500-524.
- Rosell Puig, W., & Paneque Ramos, E. R. (2009). Consideraciones generales de los métodos de enseñanza y su aplicación en cada etapa del aprendizaje. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*.
- Rossow, H., & Stern, J. (2011). Teaching comparative metabolism using a graphic computer model, Virtual Tissue. *Advances Physiology Education*, 99-102.
- Ruiz Ortega , F. J., Sánchez, J. A., Jaramillo, C. A., & Tamayo A, O. E. (2005). Pensamiento docente en profesores de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 41-60.
- Salcedo Galvis, H. (2011). Los objetivos y su importancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista de pedagogía*, 113-130.
- Serrano González-Tejero, J. M., & Pons Parra, R. M. (2012). Hacia una evaluación constructivista de los aprendizajes escolares. *Revista de evaluación educativa*, 1-29.

- Steiman, J. (2019). *Más didáctica (en la educación superior)* . Miño y Dávila.
- Steiman, J. (2020). Pensar la clase en la educación superior. *Hologramática*, 1(32), 133-149.
- Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 12-33.
- Trevisi, M., & Trombert, A. (2012). Diseño de una página Web docente para la enseñanza de la Química Biológica en el 1er año de la carrera de medicina de la UNL, Argentina. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*. Barcelona.
- Vullo, D. L. (2014). El desafío de enseñar y aprender metabolismo en cursos de grado. *Revista Química Viva*, 18-30.
- Wamba Aguado, A. M., & Jiménez Perez, R. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 113-131.
- Wells, G. (2004). El papel de la actividad en el desarrollo y la educación. *Infancia y Aprendizaje*, 165-187.
- Williams, C., Perlis, S., Gaughan, J., & Phadtare, S. (2018). Creation and implementation of a flipped jigsaw activity to stimulate interest in biochemistry among medical students. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 343-353.

## Anexos

## Anexo I: Programas de la Asignatura Química Biológica para la Carrera de Licenciatura en Biotecnología (2015-2021)



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica y Cs Biológicas  
 Área: Química Biológica

(Programa del año 2015)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Periodo
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	10/12 -CD	2015	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
████████████████████	Prof. Responsable	SEC F EX	20 Hs
████████████████████	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
████████████████████	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
████████████████████	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
████████████████████	Auxiliar de Laboratorio	A. Ira Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	2 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
16/03/2015	26/06/2015	15	120

### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se dicta para los alumnos de la Lic. en Biotecnología. Es una materia básica que articula primero con Química de Biomoléculas y Biología Celular para el conocimiento de las estructuras químicas y celulares, y luego, con Microbiología y Biología molecular e Ingeniería Genética, dando las bases adecuadas para el desarrollo de estos conocimientos. En este curso se hace un estudio integral del metabolismo energético, de las enzimas y las transformaciones metabólicas de los principales componentes biológicos en las células: carbohidratos, proteínas y lípidos, interrelacionando sus vías de síntesis y de degradación y su regulación. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental y aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para probar los distintos procesos metabólicos y trabajos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos y desarrollar un razonamiento lógico.

### V - Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de

los seres vivos.

## VI - Contenidos

### PROGRAMA SINTETICO

Bolilla 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.

Bolilla 2: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Bolilla 3: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.

Bolilla 4: Ciclo de Krebs. Naturaleza anfóbica. Sistemas de lanzadera. Vía de las pentosas. Importancia.

Bolilla 5: Biosíntesis de carbohidratos. Metabolismo del glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos.

Fotorrespiración y ruta C4.

Bolilla 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glixilato. Cuerpos cetónicos.

Bolilla 7: Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéidos y fosfoglicéidos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Bolilla 8: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

Bolilla 9: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

Bolilla 10: Interrelaciones metabólicas. Enercujadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.

Bolilla 11: Hormonas y receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

### PROGRAMA ANALITICO

BOLILLA 1: Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas. Características.

Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática. Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática.

Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de Km, Vmáx.

Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática. Mecanismo de

regulación metabólica: Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

#### BOLILLA 2: Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.

Mitocondrias. Cadena respiratoria. Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores.

Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales. Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosas.

Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

#### BOLILLA 3: Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales.

Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en rumiantes. Estructuras especializadas.

Distribución de glucosa en una célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular.

Etapas. Producción de energía. Regulación. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato.

Fermentaciones. Degradación de otras hexosas.

#### BOLILLA 4: Destino del piruvato en condiciones aeróbicas.

Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs.

Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido.

Naturaleza anfóbica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato.

Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Vía de las pentosas.

Localización. Importancia metabólica.



**BOLILLA 5: Biosíntesis de carbohidratos.**

Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético. Biosíntesis de almidón. Síntesis fotosintética de glucidos. Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**BOLILLA 6: Metabolismo de Lípidos I.**

Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

**BOLILLA 7: Metabolismo de Lípidos II.**

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación. Excreción.

**BOLILLA 8 Metabolismo de Aminoácidos.**

Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoniaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**BOLILLA 9: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.**

Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

**BOLILLA 10: Interrelaciones metabólicas.**

Relaciones entre las principales vías metabólicas. Utilización de NADPH como agente reductor. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Respiración celular en células animales y vegetales. Metabolismo en hígado, corazón, cerebro y tejido adiposo. Adaptaciones metabólicas: postprandial y ayuno, en hibernación y en diferentes condiciones ambientales (anaerobiosis, temperaturas extremas). Integración del metabolismo en la célula vegetal: intermediarios comunes entre vías metabólicas, flujo de metabolitos durante el día y la noche, relación entre ciclo del glioxilato y la gluconeogénesis.

**Bolilla 11: Hormonas.**

Su papel en la regulación metabólica. Características generales. Clasificación. Propiedades. Receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas: insulina, glucagón, adrenalina, glucocorticoides.

**VII - Plan de Trabajos Prácticos****Trabajos Prácticos de Laboratorio:**

- TP LAB N° 1: Estudio de la Actividad Enzimática de la Invertasa de Levadura. Influencia del pH y la Temperatura.
- TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial.
- TP LAB N° 3: Transporte Electrónico Fotoinducido.
- TP LAB N° 4: Efecto Pasteur.
- TP LAB N° 5: Determinación de Ácido Cítrico.

**Trabajos Prácticos de Aula**

Incluyen resolución de problemas de aplicación sobre:

- TP AULA N°1: Enzimas.
- TP AULA N°2: Cadena respiratoria y Transporte electrónico mitocondrial.
- TP AULA N°3: Transporte electrónico fotoinducido.

TP AULA N°4: Metabolismo de Hidratos de Carbono. Vía Glicolítica.  
 TP AULA N°5: Metabolismo de Hidratos de Carbono. Ciclo de Krebs. Vía de las pentosas  
 TP AULA N°6: Fotosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis.  
 TP AULA N°7: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.  
 TP AULA N°8: Metabolismo de Aminoácidos. Transaminación y desaminación oxidativa. Ciclo de la urea.  
 TP AULA N°9: Metabolismo de Nucleótidos. Biosíntesis y degradación. Desoxirribonucleótidos.  
 TP AULA N°10 (Solo para Alumnos Promocionales): Interrelaciones metabólicas. Hormonas y Receptores. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRACTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES

##### ALUMNOS REGULARES Y PROMOCIONALES

1. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de los trabajos prácticos de aula, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales, todo lo cual será informado en el avisador de la asignatura.
  2. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se encontrará desarrollada en las clases teóricas así como en la guía de trabajos prácticos.
  3. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
  4. Previamente a la realización de los Trabajos Prácticos, durante, o al final de su desarrollo, los alumnos serán interrogados por el personal docente para verificar sus conocimientos sobre la fundamentación teórica de los mismos.
  5. Cada alumno llevará un cuaderno o carpeta en el que consignará los resultados y observaciones, a la manera de informe de los Trabajos Prácticos realizados. Al final de cada jornada el Jefe de Trabajos Prácticos podrá revisar y constatar los resultados obtenidos.
  6. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos y para ser considerados regulares, los alumnos deberán obtener resultados adecuados, responder satisfactoriamente a los interrogatorios y aprobar las Evaluaciones Parciales programadas.
  7. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
  8. Por las mismas reglamentaciones, los alumnos tendrán dos (2) oportunidades de recuperación de los Trabajos Prácticos de laboratorio y aula, debiendo aprobar en primera instancia el 75% (o su fracción menor) de los trabajos prácticos completando la aprobación del noventa por ciento (90%) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos.
  9. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en dicha evaluación. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
  10. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación podrá realizarse al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
  11. Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para ser considerados promocionales los alumnos deberán:
    - a- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura.
    - b- Cumplir con la asistencia al 80% de las clases teóricas.
    - c- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares.
    - d- Aprobar cada evaluación parcial con el 80% del puntaje total.
- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán sólo una (1) recuperación para todas las evaluaciones Parciales.

**IX - Bibliografía Básica**

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8ª edición, Bs.As., 2006.  
 [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3, edición, Edit. Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003  
 [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 4ª edición, Ed. Omega, S.A., 2006.  
 [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

**X - Bibliografía Complementaria**

- [1] -FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.  
 [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana, 2006.  
 [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ª Ed, Ed. Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998.  
 [4] Página 5  
 [5] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.  
 [6] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.  
 [7] Publicaciones periódicas de consulta:  
 [8] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)  
 [9] - "Mundo Científico" (La Recherche)  
 [10] - "Journal of Chemical Education"

**XI - Resumen de Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.  
 2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.  
 3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

**XII - Resumen del Programa****PROGRAMA SINTETICO**

- Bolilla 1:** Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.  
**Bolilla 2:** Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico  
**Bolilla 3:** Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.  
**Bolilla 4:** Ciclo de Krebs. Naturaleza anfóbica. Sistemas de lanzaderas. Vía de las pentosas. Importancia.  
**Bolilla 5:** Biosíntesis de carbohidratos. Metabolismo del glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.  
**Bolilla 6:** Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glicoxilato. Cuerpos cetónicos.  
**Bolilla 7:** Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.  
**Bolilla 8:** Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.  
**Bolilla 9:** Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.  
**Bolilla 10:** Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.  
**Bolilla 11:** Hormonas y receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

**XIII - Imprevistos**

- En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.  
 Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con actividades teóricas y/o problemas de aplicación.



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica y Cs Biológicas  
 Área: Química Biológica

(Programa del año 2016)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 19/05/2016 17:19:44)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Periodo
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	10/12 -CD	2016	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
████████████████████	Prof. Responsable	SEC F EX	20 Hs
██████████████████	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
██████████████████	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
██████████████████	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
0 Hs	4 Hs	2 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
14/03/2016	24/06/2016	15	120

### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se dicta para los alumnos de la Lic. en Biotecnología. Es una materia básica que articula primero con Química de Biomoléculas y Biología Celular para el conocimiento de las estructuras químicas y celulares, y luego, con Microbiología y Biología molecular e Ingeniería Genética, dando las bases adecuadas para el desarrollo de estos conocimientos. En este curso se hace un estudio integral del metabolismo energético, de las enzimas y las transformaciones metabólicas de los principales componentes biológicos en las células: carbohidratos, proteínas y lípidos, interrelacionando sus vías de síntesis y de degradación y su regulación. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental y aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para probar los distintos procesos metabólicos y trabajos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos y desarrollar un razonamiento lógico.

### V - Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

**VI - Contenidos****PROGRAMA SINTETICO**

**Bolilla 1:** Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.

**Bolilla 2:** Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

**Bolilla 3:** Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.

**Bolilla 4:** Ciclo de Krebs. Naturaleza anfibólica. Degradación de Glucógeno. Sistemas de lanzadera. Vía de las pentosas. Importancia.

**Bolilla 5:** Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

**Bolilla 6:** Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glixilato. Cuerpos cetónicos.

**Bolilla 7:** Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

**Bolilla 8:** Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

**Bolilla 9:** Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**Bolilla 10:** Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.

**Bolilla 11:** Hormonas y receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

**PROGRAMA ANALITICO**

**BOLILLA 1:** Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas. Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática. Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de Km, Vmáx. Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática. Mecanismo de regulación metabólica: Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**BOLILLA 2:** Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.

Mitocondrias. Cadena respiratoria. Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales. Lucifera-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosa. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

**BOLILLA 3:** Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en rumiantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas.

**BOLILLA 4:** Destino del piruvato en condiciones aeróbicas.

Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs.

Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. Importancia metabólica.

**BOLILLA 5: Biosíntesis de carbohidratos.**

Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético. Biosíntesis de almidón. Síntesis fotosintética de glucidos. Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**BOLILLA 6: Metabolismo de Lípidos I.**

Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

**BOLILLA 7: Metabolismo de Lípidos II.**

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación. Excreción.

**BOLILLA 8 Metabolismo de Aminoácidos.**

Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoniaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**BOLILLA 9: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.**

Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

**BOLILLA 10: Interrelaciones metabólicas.**

Relaciones entre las principales vías metabólicas. Utilización de NADPH como agente reductor. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Respiración celular en células animales y vegetales. Metabolismo en hígado, corazón, cerebro y tejido adiposo. Adaptaciones metabólicas: postprandial y ayuno, en hibernación y en diferentes condiciones ambientales (anaerobiosis, temperaturas extremas). Integración del metabolismo en la célula vegetal: intermediarios comunes entre vías metabólicas, flujo de metabolitos durante el día y la noche, relación entre ciclo del glioxilato y la gluconeogénesis.

**Bolilla 11: Hormonas.**

Su papel en la regulación metabólica. Características generales. Clasificación. Propiedades. Receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas: insulina, glucagón, adrenalina, glucocorticoides.

**VII - Plan de Trabajos Prácticos****Trabajos Prácticos de Laboratorio:**

TP LAB N° 1: Estudio de la Actividad Enzimática de la Invertasa de Levadura. Influencia del pH y la Temperatura.

TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial.

TP LAB N° 3: Transporte Electrónico Fotoinducido.

TP LAB N° 4: Efecto Pasteur.

TP LAB N° 5: Determinación de Ácido Cítrico.

**Trabajos Prácticos de Aula**

Incluyen resolución de problemas de aplicación sobre:

TP AULA N°1: Enzimas.

TP AULA N°2: Cadena respiratoria y Transporte electrónico mitocondrial.

TP AULA N°3: Transporte electrónico fotoinducido.

TP AULA N°4: Metabolismo de Hidratos de Carbono. Vía Glicolítica.  
 TP AULA N°5: Metabolismo de Hidratos de Carbono. Ciclo de Krebs. Vía de las pentosas  
 TP AULA N°6: Fotosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis.  
 TP AULA N°7: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.  
 TP AULA N°8: Metabolismo de Aminoácidos. Transaminación y desaminación oxidativa. Ciclo de la urea.  
 TP AULA N°9: Metabolismo de Nucleótidos. Biosíntesis y degradación. Desoxirribonucleótidos.  
 TP AULA N°10 (Solo para Alumnos Promocionales): Interrelaciones metabólicas. Hormonas y Receptores. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRACTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES

##### ALUMNOS REGULARES Y PROMOCIONALES

1. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de los trabajos prácticos de aula, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales, todo lo cual será informado en el avisador de la asignatura.
  2. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se encontrará desarrollada en las clases teóricas así como en la guía de trabajos prácticos.
  3. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
  4. Previamente a la realización de los Trabajos Prácticos, durante, o al final de su desarrollo, los alumnos serán interrogados por el personal docente para verificar sus conocimientos sobre la fundamentación teórica de los mismos.
  5. Cada alumno llevará un cuaderno o carpeta en el que consignará los resultados y observaciones, a la manera de informe de los Trabajos Prácticos realizados. Al final de cada jornada el Jefe de Trabajos Prácticos podrá revisar y constatar los resultados obtenidos.
  6. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos y para ser considerados regulares, los alumnos deberán obtener resultados adecuados, responder satisfactoriamente a los interrogatorios y aprobar las Evaluaciones Parciales programadas.
  7. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
  8. Por las mismas reglamentaciones, los alumnos tendrán dos (2) oportunidades de recuperación de los Trabajos Prácticos de laboratorio y aula, debiendo aprobar en primera instancia el 75% (o su fracción menor) de los trabajos prácticos completando la aprobación del noventa por ciento (90%) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos.
  9. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en dicha evaluación. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
  10. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación podrá realizarse al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
  11. Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final.
- Para ser considerados promocionales los alumnos deberán:
- a- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura.
  - b- Cumplir con la asistencia al 80% de las clases teóricas.
  - c- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares.
  - d- Aprobar cada evaluación parcial con el 80% del puntaje total.
- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán sólo una (1) recuperación para todas las evaluaciones Parciales.

**IX - Bibliografía Básica**

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8ª edición, Bs.As., 2006.  
 [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3, edición, Edit. Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003  
 [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 4ª edición, Ed. Omega, S.A., 2006.  
 [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

**X - Bibliografía Complementaria**

- [1] - FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.  
 [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana, 2006.  
 [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ª Ed, Ed. Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998.  
 [4] Página 5  
 [5] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.  
 [6] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.  
 [7] Publicaciones periódicas de consulta:  
 [8] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)  
 [9] - "Mundo Científico" (La Recherche)  
 [10] - "Journal of Chemical Education"

**XI - Resumen de Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.  
 2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.  
 3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

**XII - Resumen del Programa****PROGRAMA SINTETICO**

- Bolilla 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.  
 Bolilla 2: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico  
 Bolilla 3: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.  
 Bolilla 4: Ciclo de Krebs. Naturaleza anfóbica. Sistemas de lanzaderas. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Importancia.  
 Bolilla 5: Biosíntesis de carbohidratos. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.  
 Bolilla 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos.  
 Bolilla 7: Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.  
 Bolilla 8: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.  
 Bolilla 9: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.  
 Bolilla 10: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.  
 Bolilla 11: Hormonas y receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

**XIII - Imprevistos**

- En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.  
 Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con





Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica y Cs Biológicas  
 Área: Química Biológica

(Programa del año 2017)

#### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Periodo
QUIMICA BIOLÓGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	10/12 -CD	2017	1° cuatrimestre

#### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
██	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
██	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
██	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
██	Responsable de Práctico	A.1ra Simp	10 Hs
██	Auxiliar de Laboratorio	A.1ra Simp	10 Hs

#### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
0 Hs	4 Hs	2 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2017	24/06/2017	15	120

#### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se dicta para los alumnos de la Lic. en Biotecnología. Es una materia básica que articula primero con Química de Biomoléculas y Biología Celular para el conocimiento de las estructuras químicas y celulares, y luego, con Microbiología y Biología molecular e Ingeniería Genética, dando las bases adecuadas para el desarrollo de estos conocimientos. En este curso se hace un estudio integral del metabolismo energético, de las enzimas y las transformaciones metabólicas de los principales componentes biológicos en las células: carbohidratos, proteínas y lípidos, interrelacionando sus vías de síntesis y de degradación y su regulación. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental y aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para probar los distintos procesos metabólicos y trabajos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos y desarrollar un razonamiento lógico.

#### V - Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de

los seres vivos.

## VI - Contenidos

### PROGRAMA SINTETICO

**Bolilla 1:** Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.

**Bolilla 2:** Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

**Bolilla 3:** Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.

**Bolilla 4:** Ciclo de Krebs. Naturaleza anfibólica. Degradación de Glucógeno. Sistemas de lanzadera. Vía de las pentosas. Importancia.

**Bolilla 5:** Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

**Bolilla 6:** Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glixilato. Cuerpos cetónicos.

**Bolilla 7:** Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

**Bolilla 8:** Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

**Bolilla 9:** Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**Bolilla 10:** Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.

**Bolilla 11:** Hormonas y receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

### PROGRAMA ANALITICO

**BOLILLA 1:** Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas. Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática. Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de  $K_m$ ,  $V_{máx}$ . Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática. Mecanismo de regulación metabólica: Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**BOLILLA 2:** Transporte electrónico y fosforilación oxidativa.

Mitocondrias. Cadena respiratoria. Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales. Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosas. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

**BOLILLA 3:** Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en rumiantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas.

**BOLILLA 4:** Destino del piruvato en condiciones aeróbicas.

Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs. Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del

**Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. Importancia metabólica.**

**BOLILLA 5: Biosíntesis de carbohidratos.**

Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético. Biosíntesis de almidón. Síntesis fotosintética de glúcidos. Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**BOLILLA 6: Metabolismo de Lípidos I.**

Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

**BOLILLA 7: Metabolismo de Lípidos II.**

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos; precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación. Excreción.

**BOLILLA 8 Metabolismo de Aminoácidos.**

Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoníaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**BOLILLA 9: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.**

Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

**BOLILLA 10: Interrelaciones metabólicas.**

Relaciones entre las principales vías metabólicas. Utilización de NADPH como agente reductor. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Respiración celular en células animales y vegetales. Metabolismo en hígado, corazón, cerebro y tejido adiposo. Adaptaciones metabólicas: postprandial y ayuno, en hibernación y en diferentes condiciones ambientales (anaerobiosis, temperaturas extremas). Integración del metabolismo en la célula vegetal: intermediarios comunes entre vías metabólicas, flujo de metabolitos durante el día y la noche, relación entre ciclo del glioxilato y la gluconeogénesis.

**Bolilla 11: Hormonas.**

Su papel en la regulación metabólica. Características generales. Clasificación. Propiedades. Receptores. Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas: insulina, glucagón, adrenalina, glucocorticoides.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Trabajos Prácticos de Laboratorio:

TP LAB N° 1: Estudio de la Actividad Enzimática de la Invertasa de Levadura. Influencia del pH y la Temperatura.

TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial.

TP LAB N° 3: Efecto Pasteur.

TP LAB N° 4: Determinación de Ácido cítrico.

TP LAB N° 5: Metabolismo de Lípidos.

Trabajos Prácticos de Aula

Incluyen resolución de problemas de aplicación sobre:

TP AULA N° 1: Enzimas.

TP AULA N° 2: Transporte Electrónico. Fosforilación Oxidativa.

TP AULA N° 3: Metabolismo de Carbohidratos (parte I).  
 TP AULA N° 4: Metabolismo de Carbohidratos (parte II).  
 TP AULA N° 5: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.  
 TP AULA N° 6: Metabolismo de aminoácidos y nucleótidos.  
 TP AULA N° 7 (Solo para Alumnos Promocionales): Interrelaciones metabólicas. Hormonas y Receptores. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRACTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES

##### ALUMNOS REGULARES Y PROMOCIONALES

1. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de los trabajos prácticos de aula, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales, todo lo cual será informado en el avisador de la asignatura.
  2. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se encontrará desarrollada en las clases teóricas así como en la guía de trabajos prácticos.
  3. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
  4. Previamente a la realización de los Trabajos Prácticos, durante, o al final de su desarrollo, los alumnos serán interrogados por el personal docente para verificar sus conocimientos sobre la fundamentación teórica de los mismos.
  5. Cada alumno llevará un cuaderno o carpeta en el que consignará los resultados y observaciones, a la manera de informe de los Trabajos Prácticos realizados. Al final de cada jornada el Jefe de Trabajos Prácticos podrá revisar y constatar los resultados obtenidos.
  6. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos y para ser considerados regulares, los alumnos deberán obtener resultados adecuados, responder satisfactoriamente a los interrogatorios y aprobar las Evaluaciones Parciales programadas.
  7. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
  8. Por las mismas reglamentaciones, los alumnos tendrán dos (2) oportunidades de recuperación de los Trabajos Prácticos de laboratorio y aula, debiendo aprobar en primera instancia el 75% (o su fracción menor) de los trabajos prácticos completando la aprobación del noventa por ciento (90%) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos.
  9. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en dicha evaluación. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
  10. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación podrá realizarse al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
  11. Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para ser considerados promocionales los alumnos deberán:
    - a- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura.
    - b- Cumplir con la asistencia al 80% de las clases teóricas.
    - c- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares.
    - d- Aprobar cada evaluación parcial con el 80% del puntaje total.
- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán sólo una (1) recuperación para todas las evaluaciones Parciales.

**IX - Bibliografía Básica**

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8ª edición, Bs.As., 2006.  
 [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3, edición, Edit.Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003  
 [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 4ª edición, Ed. Omega,S.A., 2006.  
 [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

**X - Bibliografía Complementaria**

- [1] -FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.  
 [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana,2006.  
 [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ªEd, Ed Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998. Página 5  
 [4] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.  
 [5] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.  
 [6] -Publicaciones periódicas de consulta:  
 [7] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)  
 [8] - "Mundo Científico" (La Recherche)  
 [9] - "Journal of Chemical Education"

**XI - Resumen de Objetivos**

- 1.Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.  
 2.Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.  
 3.Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

**XII - Resumen del Programa****PROGRAMA SINTETICO**

- Bolilla 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades. Funciones. Regulación.  
 Bolilla 2: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores.Fosforilación oxidativa. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico  
 Bolilla3: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Destino del piruvato. Degradación de otras hexosas.  
 Bolilla 4: Ciclo de Krebs. Naturaleza anfóbica. Sistemas de lanzaderas. Degradación del Glucógeno. Via de las pentosas. Importancia.  
 Bolilla 5: Biosíntesis de carbohidratos. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.  
 Bolilla 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos.  
 Bolilla 7: Metabolismo de Lípidos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéidos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.  
 Bolilla 8: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.  
 Bolilla 9: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.  
 Bolilla 10: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas. Adaptaciones metabólicas Integración del metabolismo en las células animales y vegetales.  
 Bolilla 11: Hormonas y receptores.Sistemas de transmisión de señales y principales reguladores de las vías metabólicas.

**XIII - Imprevistos**

- En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.  
 Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica y Cs Biológicas  
 Área: Qca Biológica

(Programa del año 2018)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 24/04/2018 18:50:08)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Periodo
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	7/17- CD	2018	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
[REDACTED]	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
[REDACTED]	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
CARGNELUTTI, ETHELINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
[REDACTED]	Auxiliar de Práctico	A. 1ra Simp	10 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	2 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2018	23/06/2018	15	120

### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se desarrolla para los alumnos de 3er. año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares adquiridos en Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, en este curso, se estudian primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. El aprendizaje de los conocimientos del curso de Química biológica se logra a través de clases teóricas seguidas de trabajos prácticos de laboratorio y aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos, aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos.

**V - Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Comprender los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Adquirir destreza en el manejo de instrumental y realización de técnicas de laboratorio.

**VI - Contenidos****PROGRAMA SINTETICO****UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Metabolismo.

Tema 2: Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 3: Regulación de la actividad enzimática.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 4: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 5: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos. Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA**

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

**PROGRAMA ANALITICO****UNIDAD 1: CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas.

Tema 2: Enzimas. Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática. Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de Km, Vmáx. Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática.

Tema 3: Mecanismos de regulación enzimática. Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 4: Principios de Bioenergética. Transporte electrónico y fosforilación oxidativa. Mitocondrias. Cadena respiratoria. Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales.

Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosa. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

Tema 5: Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en ruminantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Balance energético en

condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas. Destino del piruvato en condiciones aeróbicas. Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs. Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. Importancia metabólica. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético. Biosíntesis de almidón. Síntesis fotosintética de glúcidos. Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**Tema 6: Metabolismo de Lípidos.** Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Excreción.

**Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos.** Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoníaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Regulación alostérica, por modificación covalente. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**Tema 8: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.** Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

#### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

**Tema 9: Interrelaciones metabólicas.** Relaciones entre las principales vías metabólicas. Intermediarios comunes. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Reguladores hormonales del metabolismo. Papel regulador de los adenilatos ATP, ADP, AMP y de la dupla NADH/NAD<sup>+</sup>. Poder reductor del NADPH en rutas biosintéticas. División del trabajo: Metabolismo específico en diferentes órganos y tejidos: hígado, músculo esquelético, corazón, cerebro y tejido adiposo.

**Tema 10: Integración del metabolismo.** Adaptaciones metabólicas en diferentes organismos y condiciones ambientales: hibernación, anaerobiosis, temperaturas extremas, ciclo luz-oscuridad. Ciclo ayuno-alimentación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### Trabajos Prácticos de Laboratorio:

TP LAB N° 1: Estudio de la Actividad Enzimática de la Invertasa de Levadura. Influencia del pH y la Temperatura.

TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial. Demostración Cualitativa de la Actividad de la Succinato Deshidrogenasa y de la acción de inhibidores.

TP LAB N° 3: Vía glicolítica. Análisis de la utilización de glucosa en condiciones aeróbicas o anaeróbicas: Efecto Pasteur.

TP LAB N° 4: Ciclo de Krebs. Determinación de ácido cítrico en alimentos y en sobrenadante de cultivo de *Aspergillus Niger* NRRL-1419.

TP LAB N° 5: Metabolismo de Lípidos. Análisis de composición lipídica mediante Cromatografía en Capa Fina.

### Trabajos Prácticos de Aula

La propuesta de Trabajos Prácticos incluye la conformación de grupos de estudiantes para la resolución de los ejercicios de aplicación, previo a la jornada de desarrollo del práctico. Durante la jornada del TPA, los grupos explicarán la resolución a sus compañeros, utilizando los recursos que consideren adecuados (póster, equipo multimedia para mostrar gráficos, esquemas o figuras, etc.) y apoyando sus argumentaciones en bibliografía que previamente los docentes pondrán a su disposición. Además, antes del desarrollo del TPA habrá una instancia de consulta con el docente responsable del práctico, a fin de brindarles una guía teórica para la resolución del ejercicio.

Los temas trabajados en los diferentes Trabajos Prácticos, incluyen:

TP AULA N° 1: Enzimas.



TP AULA N° 2: Transporte Electrónico. Fosforilación Oxidativa.  
 TP AULA N° 3: Metabolismo de Carbohidratos (parte I): vía glicolítica  
 TP AULA N° 4: Ciclo de Krebs y Metabolismo de Carbohidratos (parte II): vía de las pentosas fosfato y metabolismo de glucógeno.  
 TP AULA N° 5: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.  
 TP AULA N° 6: Metabolismo de aminoácidos y nucleótidos. Degradación de aminoácidos.  
 TP AULA N° 7: Interrelaciones metabólicas. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRACTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES ALUMNOS REGULARES Y PROMOCIONALES

1. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, el cronograma de clases teóricas, trabajos prácticos y evaluaciones parciales, que será informado en el avisador de la asignatura y en el aula virtual del curso.
  2. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en clases previas y en la guía de trabajos prácticos.
  3. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica, en el aula virtual del curso y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
  4. En el caso de los Trabajo Prácticos de Laboratorio, se realizará una evaluación continua y formativa, utilizando una lista de control para registrar la expresión o adquisición práctica. En el caso de evidenciar dificultades, se procederá a exponerlas a los estudiantes para que, en grupo, reflexionen sobre su práctica, constaten la dificultad y propongan una explicación al respecto. Para concluir, el Trabajo Práctico de Laboratorio será considerado aprobado, luego de la revisión por parte del docente responsable, de un informe final de laboratorio. Para la elaboración de dicho informe, se proveerá una guía procedimental con la información necesaria para la confección del mismo.
  5. Considerando el enfoque de evaluación formativa, los diferentes Trabajos Prácticos de Aula serán evaluados mediante la presentación escrita de un informe, con el desarrollo de todos los ejercicios de aplicación. Con este último instrumento, se pretende recoger información respecto a confusiones o falta de comprensión de algún concepto en particular.
  6. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
  7. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en dicha evaluación. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
  8. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación podrá realizarse al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
  9. Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final.  
 Para ser considerados promocionales los alumnos deberán:
    - a- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura.
    - b- Cumplir con la asistencia al 80% de las clases teóricas.
    - c- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares.
    - d- Aprobar cada evaluación parcial con el 80% del puntaje total.
- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán sólo una (1) recuperación para todas las evaluaciones Parciales.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8° edición, Bs.As., 2006.
- [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3, edición, Edit. Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003
- [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 5° edición, Ed. Omega, S.A., 2008.
- [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] - FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.
- [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana, 2006.

- [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ª Ed, Ed. Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998. Página 5  
 [4] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.  
 [5] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.  
 [6] - Publicaciones periódicas de consulta:  
 [7] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)  
 [8] - "Mundo Científico" (La Recherche)  
 [9] - "Journal of Chemical Education"

## XI - Resumen de Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Favorecer el desarrollo de capacidades de prácticas de manejo de técnicas e instrumental de laboratorio.

## XII - Resumen del Programa

### PROGRAMA SINTETICO

#### UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS

Tema 1: Metabolismo.

Tema 2: Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 3: Regulación de la actividad enzimática.

#### UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO

Tema 4: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 5: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno y almidón. Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado.

Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

#### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

## XIII - Imprevistos

En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.

Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con actividades teóricas y/o problemas de aplicación.



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica y Cs Biológicas  
 Área: Qca Biológica

(Programa del año 2019)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 25/03/2019 13:06:20)

#### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Periodo
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	7/17- CD	2019	1° cuatrimestre

#### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
[REDACTED]	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
[REDACTED]	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
CARGNELUTTI, ETHELINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
[REDACTED]	Auxiliar de Práctico	A.1ra Simp	10 Hs

#### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2019	22/06/2019	15	120

#### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se desarrolla para los alumnos de 3er. año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares adquiridos en Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, en este curso, se estudian primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. El aprendizaje de los conocimientos del curso de Química biológica se logra a través de clases teóricas seguidas de trabajos prácticos de laboratorio y aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos, aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos.

**V - Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Comprender los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Adquirir destreza en el manejo de instrumental y realización de técnicas de laboratorio.

**VI - Contenidos****PROGRAMA SINTETICO****UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

**UNIDAD 2.BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfolípidos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA**

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

**PROGRAMA ANALITICO****UNIDAD 1: CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas.

Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática.

Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de Km, Vmáx. Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática.

Tema 2: Mecanismos de regulación enzimática. Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**UNIDAD 2.BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Transporte electrónico y fosforilación oxidativa. Mitocondrias. Cadena respiratoria.

Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales.

Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosa. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en ruminantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una

célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas. Destino del piruvato en condiciones aeróbicas. Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs. Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. **Importancia metabólica. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético.**

Tema 5: Síntesis fotosintética de glúcidos. Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Fotorespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. **Importancia.** Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Excreción.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoníaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Regulación alostérica, por modificación covalente. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

Tema 8: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina. Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Relaciones entre las principales vías metabólicas. Intermediarios comunes. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Reguladores hormonales del metabolismo. Papel regulador de los adenilatos ATP, ADP, AMP y de la dupla NADH/NAD<sup>+</sup>. Poder reductor del NADPH en rutas biosintéticas. División del trabajo: Metabolismo específico en diferentes órganos y tejidos: hígado, músculo esquelético, corazón, cerebro y tejido adiposo.

Tema 10: Integración del metabolismo. Adaptaciones metabólicas en diferentes organismos y condiciones ambientales: hibernación, anaerobiosis, temperaturas extremas, ciclo luz-oscuridad. Ciclo ayuno-alimentación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

La intención educativa del desarrollo de los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) comprende la profundización de la enseñanza de los contenidos teóricos a partir de una práctica que implica poner en contacto al estudiante con experiencias en el laboratorio. Además, mediante esta práctica pretendemos el desarrollo por parte de los estudiantes, de destrezas en el manejo de materiales, reactivos e instrumental de laboratorio, como también proveer situaciones experimentales que les permitan comparar observaciones, constatar resultados y argumentar las experiencias a partir de las prácticas de laboratorio realizadas.

Trabajos Prácticos de Laboratorio:

TP LAB N° 1: Estudio de la actividad de la enzima invertasa.

TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial. Fosforilación oxidativa.

TP LAB N° 3: METABOLISMO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO:

Vía Glicolítica. Demostración de la fermentación en levaduras

TP LAB N° 4: Determinación de ácido cítrico.

Trabajos Prácticos de Aula

**IX - Bibliografía Básica**

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8ª edición, Bs.As., 2006.  
 [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3ª edición, Edit. Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003  
 [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 5ª edición, Ed. Omega, S.A., 2008.  
 [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

**X - Bibliografía Complementaria**

- [1] -FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.  
 [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana, 2006.  
 [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ª Ed, Ed. Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998. Página 5  
 [4] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.  
 [5] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.  
 [6] -Publicaciones periódicas de consulta:  
 [7] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)  
 [8] - "Mundo Científico" (La Recherche)  
 [9] - "Journal of Chemical Education"

**XI - Resumen de Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Favorecer el desarrollo de capacidades de prácticas de manejo de técnicas e instrumental de laboratorio.

**XII - Resumen del Programa****PROGRAMA SINTETICO****UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glixilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfolipídicos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA**

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

**XIII - Imprevistos**

En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la

bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.  
Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con actividades teóricas y/o problemas de aplicación.



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica  
 Área: Química Biológica

(Programa del año 2020)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	7/17- CD	2020	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
[REDACTED]	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
[REDACTED]	Prof. Co-Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
CARGNELUTTI, ETHELINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	2 Hs	3 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
09/03/2020	19/06/2020	15	120

### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se desarrolla para los alumnos de 3er. año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares adquiridos en Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, en este curso, se estudian primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. El aprendizaje de los conocimientos del curso de Química biológica se logra a través de clases teóricas seguidas de trabajos prácticos de laboratorio y aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos, aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos.



**V - Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Comprender los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Adquirir destreza en el manejo de instrumental y realización de técnicas de laboratorio.

**VI - Contenidos****PROGRAMA SINTETICO****UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado. Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA**

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10: Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

**PROGRAMA ANALITICO****UNIDAD 1: CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas.

Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática.

Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk:

Conceptos de  $K_m$ ,  $V_{máx}$ . Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática.

Tema 2: Mecanismos de regulación enzimática. Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Transporte electrónico y fosforilación oxidativa. Mitocondrias. Cadena respiratoria.

Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales.

Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosa. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en ruminantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una

célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas. Destino del piruvato en condiciones aeróbicas. Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs. Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. **Importancia metabólica.** Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético.

**Tema 5: Síntesis fotosintética de glúcidos.** Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**Tema 6: Metabolismo de Lípidos.** Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

**Biosíntesis de ácidos grasos saturados.** Regulación. Requerimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Excreción.

**Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos.** Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoníaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Regulación alostérica, por modificación covalente. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**Tema 8: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.** Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

**Tema 9: Interrelaciones metabólicas.** Relaciones entre las principales vías metabólicas. Intermediarios comunes. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Reguladores hormonales del metabolismo. Papel regulador de los adenilatos ATP, ADP, AMP y de la dupla NADH/NAD<sup>+</sup>. Poder reductor del NADPH en rutas biosintéticas. División del trabajo: Metabolismo específico en diferentes órganos y tejidos: hígado, músculo esquelético, corazón, cerebro y tejido adiposo.

**Tema 10: Integración del metabolismo.** Adaptaciones metabólicas en diferentes organismos y condiciones ambientales: hibernación, anaerobiosis, temperaturas extremas, ciclo luz-oscuridad. Ciclo ayuno-alimentación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

La intención educativa del desarrollo de los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) comprende la profundización de la enseñanza de los contenidos teóricos a partir de una práctica que implica poner en contacto al estudiante con experiencias en el laboratorio. Además, mediante esta práctica pretendemos el desarrollo por parte de los estudiantes, de destrezas en el manejo de materiales, reactivos e instrumental de laboratorio, como también proveer situaciones experimentales que les permitan comparar observaciones, constatar resultados y argumentar las experiencias a partir de las prácticas de laboratorio realizadas.

### Trabajos Prácticos de Laboratorio:

- TP LAB N° 1: Estudio de la actividad de la enzima invertasa.
- TP LAB N° 2: Transporte Electrónico Mitocondrial. Fosforilación oxidativa.
- TP LAB N° 3: Demostración de la fermentación en levaduras
- TP LAB N° 4: Determinación de ácido cítrico.

### Trabajos Prácticos de Aula

La propuesta de Trabajos Prácticos de Aula (TPA) incluye la conformación de grupos de estudiantes para la resolución de los

ejercicios de aplicación, previo a la jornada de desarrollo del práctico. Durante la jornada del TPA, los grupos explicarán la resolución a sus compañeros, utilizando los recursos que consideren adecuados (póster, equipo multimedia para mostrar gráficos, esquemas o figuras, etc.) y apoyando sus argumentaciones en bibliografía que previamente los docentes pondrán a su disposición. Además, antes del desarrollo del TPA habrá una instancia de consulta con el docente responsable del práctico, a fin de brindarles una guía teórica para la resolución del ejercicio.

Los temas trabajados en los diferentes Trabajos Prácticos, incluyen:

TP AULA N° 1: Enzimas.

TP AULA N° 2: Transporte Electrónico. Fosforilación Oxidativa.

TP AULA N° 3: Metabolismo de Carbohidratos (parte I): vía glicolítica

TP AULA N° 4: Ciclo de Krebs y Metabolismo de Carbohidratos (parte II): vía de las pentosas fosfato y metabolismo de glucógeno.

TP AULA N° 5: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.

TP AULA N° 6: Metabolismo de aminoácidos y nucleótidos. Degradación de aminoácidos.

TP AULA N° 7: Interrelaciones metabólicas. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRACTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES ESTUDIANTES REGULARES Y PROMOCIONALES

- Los estudiantes conocerán, al comenzar el cuatrimestre, el cronograma de clases teóricas, trabajos prácticos y evaluaciones parciales, que será informado en el avisador de la asignatura y en el aula virtual del curso.
- La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en clases previas y en la guía de trabajos prácticos.
- La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica, en el aula virtual del curso y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
- En el caso de los Trabajo Prácticos de Laboratorio, se realizará una evaluación continua y formativa, utilizando una lista de control para registrar la expresión o adquisición práctica. En el caso de evidenciar dificultades, se procederá a exponerlas a los estudiantes para que, en grupo, reflexionen sobre su práctica, constaten la dificultad y propongan una explicación al respecto. Para concluir, el Trabajo Práctico de Laboratorio será considerado aprobado, luego de la revisión por parte del docente responsable, de un informe final de laboratorio. Para la elaboración de dicho informe, se proveerá una guía procedimental con la información necesaria para la confección del mismo.
- Considerando el enfoque de evaluación formativa, los diferentes Trabajos Prácticos de Aula serán evaluados mediante la presentación escrita de un informe, con el desarrollo de todos los ejercicios de aplicación. Con este último instrumento, se pretende recoger información respecto a confusiones o falta de comprensión de algún concepto en particular.
- De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los estudiantes deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
- Para poder rendir cada evaluación parcial, los estudiantes deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en dicha evaluación. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
- Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como estudiante regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación podrá realizarse al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
- Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para ser considerados promocionales los estudiantes deberán:
  - En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura.
  - Cumplir con la asistencia al 80% de las clases teóricas.
  - Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares.
  - Aprobar cada evaluación parcial con el 80% del puntaje total.
- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán sólo una (1) recuperación para todas las evaluaciones Parciales.
- Sólo los estudiantes que hayan perdido la regularidad por parciales y tengan aprobados el 100% de los trabajos prácticos, podrán acceder a la evaluación final del curso, en condición LIBRE.

bibliografía necesaria y consultas para temas teóricos que queden sin desarrollar por falta de tiempo.

Si por alguna razón no se encuentra en el mercado reactivos para realización de algún trabajo práctico se reemplazará con actividades teóricas y/o problemas de aplicación.

[3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 5ª edición, Ed. Omega, S.A., 2008.

[4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

### X - Bibliografía Complementaria

[1] - FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.

[2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana, 2006.

[3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ª Ed, Ed. Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998. Página 5

[4] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.

[5] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.

[6] - Publicaciones periódicas de consulta:

[7] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)

[8] - "Mundo Científico" (La Recherche)

[9] - "Journal of Chemical Education"

### XI - Resumen de Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.

2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.

3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.

4. Favorecer el desarrollo de capacidades de prácticas de manejo de técnicas e instrumental de laboratorio.

### XII - Resumen del Programa

PROGRAMA SINTETICO

UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS

Tema 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa.

Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs.

Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis.

Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado.

Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

### XIII - Imprevistos

En caso de existir jornadas de paro Docente se desarrollarán los temas inherentes a los Trabajos Prácticos facilitando la



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Bioquímica  
 Área: Química Biológica

(Programa del año 2021)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 11/08/2021 12:08:23)

#### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
QUIMICA BIOLOGICA	LIC. EN BIOTECNOLOGÍA	7/17- CD	2021	1° cuatrimestre

#### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
[REDACTED]	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
[REDACTED]	Prof. Co-Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
CARGNELUTTI, ETHELINA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

#### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	2 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/04/2021	08/07/2021	15	120

#### IV - Fundamentación

El presente curso de Química Biológica se desarrolla para los alumnos de 3er. año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares adquiridos en Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, en este curso, se estudian primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. El aprendizaje de los conocimientos del curso de Química biológica se logra a través de clases teóricas seguidas de trabajos prácticos de laboratorio y aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de Laboratorio, donde los alumnos, aprenden el uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y adquieren destreza en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que la resolución de problemas y ejercicios les permite fijar, aclarar y aplicar los conceptos teóricos.

**V - Objetivos**

1. Estudiar las enzimas como herramienta de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Comprender los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Adquirir destreza en el manejo de instrumental y realización de técnicas de laboratorio.

**VI - Contenidos****PROGRAMA SINTETICO****UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa. Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs. Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado.

Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

**UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA**

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10: Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

**PROGRAMA ANALITICO****UNIDAD 1: CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS**

Tema 1: Introducción al Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Vías, ciclos y cascadas metabólicas. Enzimas.

Características. Evolución de las enzimas. Nomenclatura y clasificación: Ejemplos. Unidades de actividad enzimática.

Mecanismo de acción enzimática, sitio activo. Conceptos de afinidad y cooperatividad enzimática. Factores que afectan la actividad enzimática. Influencia de la concentración de sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten y Lineweaver-Burk: Conceptos de  $K_m$ ,  $V_{m\acute{a}x}$ . Influencia del pH, temperatura, concentración de enzima. Inhibidores naturales de la actividad enzimática.

Tema 2: Mecanismos de regulación enzimática. Inhibición y activación por sustrato, niveles enzimáticos, modulación de la actividad de enzimas: enzimas alostéricas, modulación covalente. Zimógenos. Isoenzimas.

**UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO**

Tema 3: Principios de Bioenergética. Transporte electrónico y fosforilación oxidativa. Mitocondrias. Cadena respiratoria.

Localización. Balance energético. Desacoplantes: proteínas desacopladoras. Inhibidores. Síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica. Translocasas. Regulación de la fosforilación oxidativa. Oxidasa alternativa en vegetales.

Luciferina-luciferasa. Fotofosforilación y fotosíntesis: Proceso en plantas superiores. Reacciones luminosa. Captación de la energía luminosa. Cloroplastos y pigmentos. Transporte electrónico cíclico y no cíclico. Síntesis de ATP por fotofosforilación. Similitudes entre fosforilación oxidativa y fotofosforilación. Concepto unificador de la teoría quimiosmótica. Otros organismos fotosintetizadores. Sistema microsomal de transporte electrónico. Formación de compuestos oxígeno-reactivo. Radicales libres. Sistemas de protección.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos en los distintos organismos: animales y vegetales. Digestión y absorción. Sistema digestivo en individuos heterótrofos. Digestión en rumiantes. Estructuras especializadas. Distribución de glucosa en una

célula animal y una célula vegetal. Degradación de glucosa: glicólisis. Localización celular. Etapas. Producción de energía. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Balance energético en condiciones de anaerobiosis. Destino del piruvato. Fermentaciones. Degradación de otras hexosas. Destino del piruvato en condiciones aeróbicas. Complejo de la piruvato deshidrogenasa. Ciclo de Krebs. Localización celular. Balance energético del ciclo. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Reacciones anapleróticas según el tipo de célula o tejido. Naturaleza anfibólica del ciclo. Sistemas de lanzaderas: Lanzadera del glicerofosfato y lanzadera del malato-aspartato. Balance energético de la degradación de glucosa en condiciones de aerobiosis. Efecto Pasteur. Degradación del Glucógeno. Vía de las pentosas. Localización. Importancia metabólica. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis. Etapas. Regulación. Costo energético. Ciclos fútiles. Biosíntesis del glucógeno. Regulación coordinada entre la degradación y la síntesis del glucógeno. Costo energético.

**Tema 5: Síntesis fotosintética de glúcidos.** Reacciones de fijación y reducción fotosintética del carbono, ciclo de Calvin. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Fotorrespiración y ruta C4. Biosíntesis de almidón, sacarosa y celulosa en vegetales.

**Tema 6: Metabolismo de Lípidos.** Digestión y absorción. Beta-oxidación. Ácidos grasos saturados, no saturados e insaturados de número par de átomos de C. Regulación en la utilización de sustrato. Ciclo del Glioxilato. Localización. Importancia. Oxidación de ácidos grasos de número impar de átomos de carbono. Oxidación peroxisómica de ácidos grasos. Rendimiento energético. Cuerpos cetónicos.

Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Regulación. Requeñimiento energético. Elongación de ácidos grasos. Desaturación de ácidos grasos. Ácidos grasos esenciales. Biosíntesis de triglicéridos, fosfoglicéridos: precursores y enzimas. Metabolismo del colesterol. Regulación alostérica, por modificación covalente y hormonal. Excreción.

**Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos.** Digestión y absorción. Catabolismo Transaminación. Desaminación oxidativa y no oxidativa. Descarboxilación. Transporte de amoníaco: síntesis de glutamina. Glutaminasa. Organismos ureotélicos, uricotélicos y amoniotélicos. Ciclo de la urea. Costo energético. Regulación alostérica, por modificación covalente. Destino del esqueleto carbonado. Aminoácidos cetogénicos y glucogénicos. Compuestos nitrogenados de importancia biológica derivados de aminoácidos.

**Tema 8: Metabolismo de nucleótidos de purina y pirimidina.** Biosíntesis de nucleótidos de purina. Síntesis de novo. Recuperación de bases. Regulación. Biosíntesis de nucleótidos de pirimidina. Regulación. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos. Productos de degradación de los nucleótidos púricos y pirimidínicos; características.

### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

**Tema 9: Interrelaciones metabólicas.** Relaciones entre las principales vías metabólicas. Intermediarios comunes. Encrucijadas metabólicas. Regulación coordinada. Reguladores hormonales del metabolismo. Papel regulador de los adenilatos ATP, ADP, AMP y de la dupla NADH/NAD<sup>+</sup>. Poder reductor del NADPH en rutas biosintéticas. División del trabajo: Metabolismo específico en diferentes órganos y tejidos: hígado, músculo esquelético, corazón, cerebro y tejido adiposo.

**Tema 10: Integración del metabolismo.** Adaptaciones metabólicas en diferentes organismos y condiciones ambientales: hibernación, anaerobiosis, temperaturas extremas, ciclo luz-oscuridad. Ciclo ayuno-alimentación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### Trabajos Prácticos de Aula

La propuesta de Trabajos Prácticos de Aula (TPA) incluye la conformación de grupos de estudiantes para la resolución de los ejercicios de aplicación, previo a la jornada de desarrollo del práctico. Durante la jornada del TPA, los grupos explicarán la resolución a sus compañeros, utilizando los recursos que consideren adecuados (póster, equipo multimedia para mostrar gráficos, esquemas o figuras, etc.) y apoyando sus argumentaciones en bibliografía que previamente los docentes pondrán a su disposición. Además, antes del desarrollo del TPA habrá una instancia de consulta con el docente responsable del práctico, a fin de brindarles una guía teórica para la resolución del ejercicio.

Los temas trabajados en los diferentes Trabajos Prácticos, incluyen:

TP AULA N° 1: Enzimas.

TP AULA N° 2: Transporte Electrónico. Fosforilación Oxidativa.

TP AULA N° 3: Metabolismo de Carbohidratos (parte I): vía glicolítica

TP AULA N° 4: Ciclo de Krebs y Metabolismo de Carbohidratos (parte II): vía de las pentosas fosfato y metabolismo de glucógeno.

TP AULA N° 5: Metabolismo de Lípidos. Degradación y Síntesis de ácidos grasos.

TP AULA N° 6: Metabolismo de aminoácidos y nucleótidos. Degradación de aminoácidos.

TP AULA N°7: Interrelaciones metabólicas. Resolución de casos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGLAMENTO PARA EL CURSADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA

##### Estudiantes regulares:

1. Para el cursado en condición regular de la asignatura el estudiante deberá haber aprobado los cursos de Biología General y Química Orgánica y regularizado los siguientes cursos: Química de Biomoléculas, Biología Celular y Fisicoquímica (Plan 7/17).
2. Los estudiantes conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de las clases teóricas y de los Trabajos Prácticos, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado mediante un cronograma publicado en el Aula Virtual de la asignatura: <https://www.evirtual.unsl.edu.ar/moodle/>.
3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas, así como también, en la guía de trabajos prácticos.
4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los estudiantes en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
5. La modalidad de los TPA consistirá en dos jornadas utilizando la plataforma de Google-meet. Durante la primera jornada, la docente responsable de los Trabajos Prácticos brindará una guía para la resolución de los problemas o ejercicios de aplicación, basándose en los temas abordados en las clases teóricas dictadas previamente. En una segunda jornada, los estudiantes expondrán la resolución de los problemas/ejercicios de aplicación.
6. Para poder rendir cada evaluación parcial, los estudiantes deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. La evaluación de los TPA será formativa, atendiendo a los siguientes criterios generales: 1) Contenido del Tema del T.P.A 1.a) Introducción teórica para la resolución del ejercicio o problema de aplicación. 1.b) Desarrollo de la resolución del ejercicio o problema de aplicación. 1.c) Uso de bibliografía para fundamentar explicaciones. 2) Comunicación. 2.a) Presentación de la exposición. 2.b) Vocabulario utilizado y redacción. 2.c) Actitud al comunicar.
7. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. En la primera instancia de evaluación los estudiantes aprobarán con el 65 % del puntaje total. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará a lo largo del cuatrimestre. Ambas instancias de recuperación se aprobarán con el 75 % del puntaje total.
9. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y las Evaluaciones Parciales sobre los mismos. Además, deberán haber asistido al sesenta por ciento (60 %) de las clases teóricas.

##### Estudiantes con promoción sin examen final

El Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para acceder a dicha Promoción los estudiantes deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el Plan de Estudio de la carrera (Plan 7/17) para rendir el examen final de esta asignatura. Las asignaturas aprobadas requeridas para rendir Química Biológica (además de las que se requieren aprobadas para cursar/regularizar el curso), son las siguientes: Fisicoquímica, Biología Celular y Química de Biomoléculas.
- 2- Para mantener la condición de alumno promocional deberá cumplir, como mínimo, con la asistencia al ochenta por ciento (80%) de las actividades teóricas programadas.
- 3- Aprobar los TPA y TPL con igual exigencia que los estudiantes regulares.
4. Evaluaciones y recuperaciones: se realizarán evaluaciones parciales de la totalidad del programa teórico y de Trabajos Prácticos.
5. Cada evaluación será escrita u oral, según la naturaleza del tema. Para aprobar cada evaluación parcial se requiere el 75 % del puntaje total.
- 6- Los estudiantes que opten por la Promoción sin examen final tendrán solo dos (2) recuperaciones para todas las



evaluaciones Parciales. Estas recuperaciones se aprobarán con el 80 % del puntaje total.

8- Pérdida de la promoción: en el caso de no satisfacer algunas de las condiciones establecidas en este reglamento, el estudiante será considerado regular, si cumple con las respectivas condiciones de regularidad.

Estudiantes en condición LIBRE

-Sólo los estudiantes que hayan perdido la regularidad por parciales y tengan aprobados el 100% de los trabajos prácticos podrán acceder a la evaluación final del curso, en condición LIBRE.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] - BLANCO, A., "Química Biológica", Ed. El Ateneo, 8ª edición, Bs.As., 2006.
- [2] - McKEE, T., McKEE, J.R., "Bioquímica", 3, edición, Edit.Mc Graw-Hill-Interamericana, 2003
- [3] - LEHNINGER, A.L., NELSON, D., COX, M., "Principios de Bioquímica", 5ª edición, Ed. Omega,S.A., 2008.
- [4] - Apuntes elaborados por los docentes de la Asignatura

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] -FRANK B. SALISBURY-CLEON W. ROSS, "Fisiología Vegetal"- Editorial Iberoamérica, 1994.
- [2] - HILL, WYSE, ANDERSON, "Fisiología Animal", Editorial médica panamericana,2006.
- [3] - MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., "Bioquímica", 2ªEd, Ed.Mc Graw-Hill-Interamericana, 1998. Página 5
- [4] - MURRAY-GRANNER-MAYES-RODWEL, "Bioquímica de Harper", 14 edición, Ed. El Manual Moderno, 1997.
- [5] - ALBERTS, B. (BRAY, D., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WATSON, J.D.), "Biología Molecular de la célula", 2ª edición, Ed. Omega, Barcelona, 1994.
- [6] -Publicaciones periódicas de consulta:
- [7] - "Investigación y Ciencia" (Scientific American)
- [8] - "Mundo Científico" (La Recherche)
- [9] - "Journal of Chemical Education"

### XI - Resumen de Objetivos

1. Estudiar las enzimas como herramientas de regulación, transformación y generación de energía celular.
2. Analizar los procesos de degradación y biosíntesis de los componentes biológicos, teniendo en cuenta su interrelación y mecanismos de regulación.
3. Integrar las distintas vías metabólicas y su relación con los mecanismos de producción y utilización de energía por parte de los seres vivos.
4. Favorecer el desarrollo de capacidades de prácticas de manejo de técnicas e instrumental de laboratorio.

### XII - Resumen del Programa

PROGRAMA SINTETICO

UNIDAD 1. CATALISIS Y REGULACION DE LAS REACCIONES BIOQUIMICAS

Tema 1: Metabolismo. Enzimas. Características. Propiedades.

Tema 2: Regulación de la actividad enzimática.

UNIDAD 2. BIOENERGETICA Y METABOLISMO INTERMEDIO

Tema 3: Principios de Bioenergética. Oxidaciones biológicas. Cadena respiratoria. Inhibidores. Fosforilación oxidativa.

Síntesis de ATP. Fotofosforilación y fotosíntesis. Sistema microsomal de transporte electrónico.

Tema 4: Metabolismo de Carbohidratos. Glicólisis. Balance energético. Regulación. Fermentaciones. Ciclo de Krebs.

Sistemas de lanzadera. Degradación de Glucógeno. Vía de las pentosas. Biosíntesis de carbohidratos. Gluconeogénesis.

Biosíntesis de glucógeno.

Tema 5: Síntesis fotosintética de Glúcidos. Fotorrespiración y ruta C4.

Tema 6: Metabolismo de Lípidos. Degradación de ácidos grasos saturados. Beta oxidación. Balance energético. Ciclo del

glioxilato. Cuerpos cetónicos. Biosíntesis de ácidos grasos saturados. Biosíntesis de triglicéridos y fosfoglicéridos.

Metabolismo del colesterol. Ácidos Biliares.

Tema 7: Metabolismo de Aminoácidos. Destino del grupo amino. Ciclo de la Urea. Destino del esqueleto carbonado.

Importancia metabólica.

Tema 8: Metabolismo de Nucleótidos. Síntesis y degradación. Importancia metabólica.

#### UNIDAD 3. INTEGRACION METABOLICA

Tema 9: Interrelaciones metabólicas. Encrucijadas.

Tema 10. Integración del metabolismo en las células animales y vegetales. Adaptaciones metabólicas.

### XIII - Imprevistos

Ante imprevistos que alteren el normal desarrollo de la cursada, como paro docente, problemas de salud de docentes, etc. se intentará reordenar el cronograma propuesto para que se cumpla el dictado de la totalidad de los trabajos prácticos pudiendo remitir al alumno a estudiar los temas teóricos faltantes a la bibliografía correspondiente.

Ante la imposibilidad el dictado de la asignatura en forma presencial, durante este año 2021, debido a la situación de pandemia Covid19 de público conocimiento, las clases teóricas, los trabajos prácticos, las evaluaciones parciales, y demás actividades de enseñanza-aprendizaje, se desarrollarán a través del Aula Virtual de Química Biológica, que se encuentra en la plataforma Moodle de la FCFMyN (UNSL), y la plataforma Google-meet o similar. Las normativas para el dictado de la asignatura en forma virtual, debido a la pandemia por COVID-19, son las siguientes: Decreto N° 297/2020 del Poder Ejecutivo Nacional que determinó el aislamiento social preventivo y obligatorio; Res.Rectoral N° 388/2020 suspensión de las actividades académicas presenciales; Res.CD 304/2020 aval para las estrategias académicas virtuales. ORD-R 4/21 Protocolo General de Funcionamiento para el ciclo 2021.

Ante la imposibilidad de dictar trabajos prácticos de laboratorio presenciales se complementarán con actividades extra de aula

## Anexo II: Trabajo Práctico Nº 1 de la Asignatura Química Biológica para la Lic. En Biotecnología (2017, 2019 y 2021)

**Año 2017**

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS-2017

LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

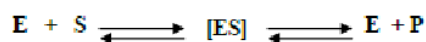
### T.P. DE AULA Nº 1 ENZIMAS

#### OBJETIVOS

- Describir las propiedades generales de las enzimas.
- Comprender la cinética enzimática y mecanismos de regulación.
- Determinar gráficamente los valores de Km.
- Interpretar la acción de distintos tipos de inhibidores

#### INTRODUCCION

Las enzimas catalizan prácticamente todas las reacciones biológicamente importantes. Se encuentran entre las más notables biomoléculas conocidas debido a su extraordinaria especificidad y a su poder catalítico. Una reacción catalizada por una enzima se puede esquematizar:



La actividad de una enzima puede determinarse midiendo la cantidad de producto formado o de sustrato consumido, en un tiempo dado, en una mezcla que contenga todos los factores y condiciones requeridos para la reacción. A fin de que la determinación guarde relación con la cantidad de enzima presente, es necesario medir la velocidad inicial, es decir, aquella obtenida cuando todavía la cantidad de sustrato consumido es insignificante en relación con el sustrato total presente de la mezcla.

Para medir la actividad de una preparación enzimática se utilizan distintas expresiones:

La cantidad de enzima se indica habitualmente en **Unidades Internacionales**.

Una **Unidad** de cualquier enzima es la cantidad que cataliza la transformación de un micromol ( $1\mu\text{mol} = 10^{-6}\text{mol}$ ) de sustrato por minuto bajo condiciones definidas de pH y temperatura.

$$\text{Unidad de Enzima} = \frac{\mu\text{mol de Sustrato Transformado}}{\text{min}}$$

La actividad específica indica la pureza relativa de una preparación enzimática y relaciona la actividad enzimática no ya al volumen de la muestra, sino al total de proteínas existentes en la misma.

$$\text{Actividad Específica} = \frac{\mu\text{mol de Sustrato Transformado}/\text{min. (Unidad de enzima)}}{\text{mg de proteínas}}$$

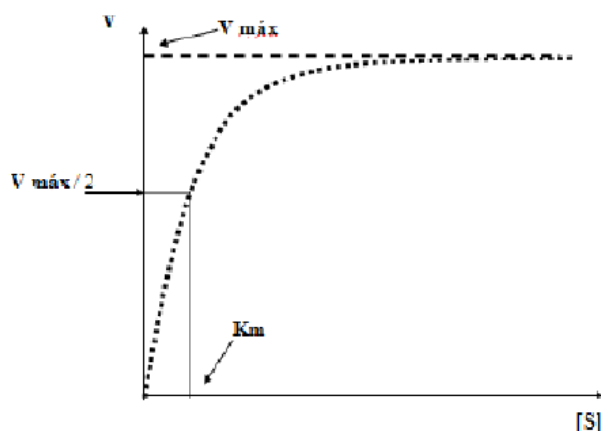
Un aumento de la actividad específica indicará que se han ido eliminando proteínas que no tienen la acción catalítica perseguida. La actividad específica llega a ser máxima y constante cuando la enzima se encuentra al estado puro.

Cuando se tiene la enzima al estado puro y se conoce su peso molecular, se puede calcular su actividad molar ó número de recambio que corresponde al número de moléculas (ó moles) de sustrato convertidos en producto por unidad de tiempo (minuto) por una molécula (ó mol) de enzima trabajando en condiciones de saturación de sustrato, lo que corresponde a la velocidad máxima en presencia de un mol de enzima.

$$\text{Número de Recambio} = \frac{\text{moles de sustrato transformado}/\text{min}}{\text{mol de enzima}}$$

Diversos factores modifican la actividad enzimática, y ellos deben ser tenidos en cuenta cuando se desea determinar la actividad de enzima presente en una muestra. Entre dichos factores se encuentran: concentración de enzima, concentración de sustrato, temperatura, pH, concentración de cofactores y presencia de inhibidores.

Si se mide la actividad de una enzima a diferentes concentraciones de sustrato, inicialmente cuando las concentraciones de sustrato son bajas, la actividad aumenta rápidamente con los incrementos en la concentración de sustrato, pero a niveles más elevados de sustrato el incremento de la velocidad enzimática se va haciendo más lento, tendiendo a alcanzar un valor de actividad máximo, el cual no aumenta por más que se siga incrementando la concentración de sustrato. Este comportamiento queda expresado en la siguiente gráfica:



**Figura 1.1** Representación gráfica de la actividad enzimática expresada como velocidad (v) versus la concentración de sustrato ([S]).

V máx: velocidad máxima

Km: constante de Michaelis Menten

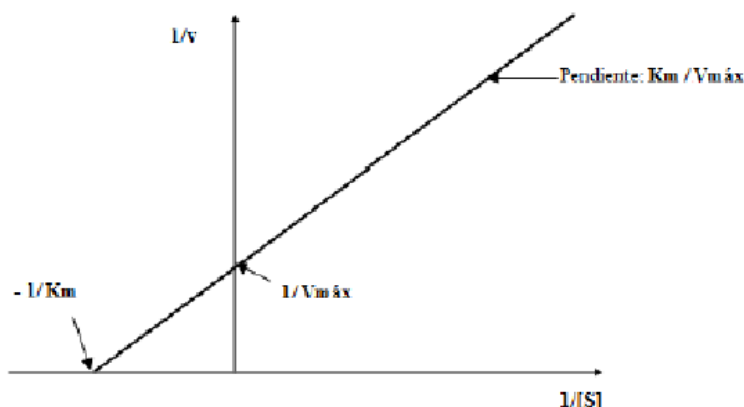
Michaelis y Menten establecieron una relación entre la velocidad de reacción y la concentración de sustrato mediante una constante llamada Km (constante de Michaelis Menten), y dedujeron que la hipérbola que corresponde a la curva de saturación de una enzima por su sustrato puede expresarse con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V \text{ máx. } [S]}{K_m + [S]}$$

Se puede definir Km como la concentración de sustrato a la cual la velocidad de reacción alcanza un valor igual a la mitad de la velocidad máxima. En condiciones definidas de medio de reacción, pH, temperatura, etc., Km tiene un valor fijo para cada sustrato de una misma enzima, se expresa en unidades de concentración, y sirve para caracterizarla.

La ecuación de Michaelis-Menten puede ser transformada algebraicamente en ecuaciones equivalentes utilizables para la determinación práctica del valor de Km. Un ejemplo de ello es la ecuación de Lineweaver-Burk, que resulta de realizarla inversa de la ecuación de Michaelis-Menten, y corresponde a la ecuación de una recta que no pasa por el origen.

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{\text{máx}}} \times \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\text{máx}}}$$



**Figura 1.2.** Ecuación de Lineweaver-Burk y su representación gráfica.

[S]: concentración de sustrato

v: velocidad enzimática

$K_m$ : constante de Michaelis-Menten

$V_{máx}$ : velocidad máxima en presencia y ausencia de moduladores alostéricos.

Además, la actividad de las enzimas en las células puede ser regulada por varios mecanismos. En casi todas las vías metabólicas existen una o más enzimas que actúan como reguladoras que pueden aumentar o disminuir su actividad de acuerdo a señales específicas.

Existen varios mecanismos de regulación de las reacciones enzimáticas:

- a) Los que modifican la actividad de las enzimas:
  - Enzimas alostéricas
  - Enzimas reguladas por modificación covalente
  - Enzimas reguladas por modificación proteolítica: Zimógenos
  - Enzimas reguladas por compartimentalización celular: Isoenzimas
- b) Los que regulan la cantidad de enzima presente:
  - Inducción o Represión de la síntesis de enzimas.
  - Degradación proteolítica de la proteína enzimática

- Enzimas alostéricas

Las enzimas alostéricas no poseen una cinética Michaeliana y la gráfica de actividad vs concentración de sustrato ( $[S]$ ) da una curva sigmoidea. En la estructura molecular de las enzimas alostéricas además del sitio catalítico existen otros sitios denominados reguladores, a los cuales se unen específicamente moléculas que ejercen acción activadora o inhibidora

sobre la actividad enzimática. Estos agentes se llaman moduladores, modificadores ó efectores alostéricos y pueden actuar de modo positivo o negativo.

Las enzimas alostéricas están constituidas por varias subunidades polipeptídicas entre las cuales existe algún tipo de comunicación, que hace que cuando un modulador positivo o negativo se une a ellas, ocurra un cambio de conformación que se transmite a las otras subunidades, de tal forma que favorece o impide la unión del sustrato al sitio activo, según se trate de un modulador positivo o negativo, respectivamente.

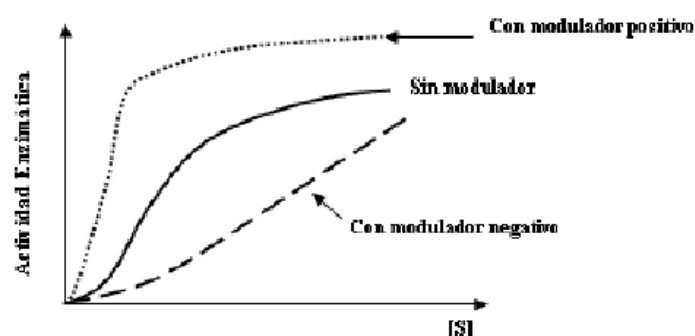


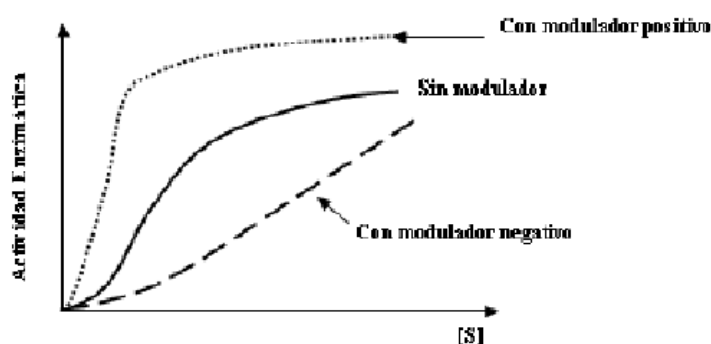
Figura 1. 3. Representación gráfica de la actividad enzimática de enzimas alostéricas versus la concentración de sustrato ([S]) en presencia y ausencia

#### - Enzimas reguladas por modificación covalente

Estas enzimas regulan su actividad por la unión o sustracción de grupos unidos covalentemente, por ejemplo de grupos fosfatos. Por ejemplo, la glucógeno fosforilasa, enzima presente en músculo e hígado que inicia la vía de degradación del glucógeno. Esta enzima se encuentra en un estado de baja actividad llamado *fosforilasa b*, la cual es convertida en *fosforilasa a*, activa, por adición de restos de fosfato que se unen al hidroxilo de residuos de serina de la molécula de enzima. Es decir que la actividad de estas enzimas es modulada por la inserción covalente de fosfatos, principalmente, como se muestra en el esquema a continuación:

sobre la actividad enzimática. Estos agentes se llaman moduladores, modificadores ó efectores alostéricos y pueden actuar de modo positivo o negativo.

Las enzimas alostéricas están constituidas por varias subunidades polipeptídicas entre las cuales existe algún tipo de comunicación, que hace que cuando un modulador positivo o negativo se une a ellas, ocurra un cambio de conformación que se transmite a las otras subunidades, de tal forma que favorece o impide la unión del sustrato al sitio activo, según se trate de un modulador positivo o negativo, respectivamente.



**Figura 1. 3.** Representación gráfica de la actividad enzimática de enzimas alostéricas versus la concentración de sustrato ( $[S]$ ) en presencia y ausencia

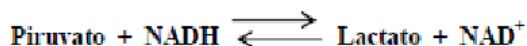
#### - Enzimas reguladas por modificación covalente

Estas enzimas regulan su actividad por la unión o sustracción de grupos unidos covalentemente, por ejemplo de grupos fosfatos. Por ejemplo, la glucógeno fosforilasa, enzima presente en músculo e hígado que inicia la vía de degradación del glucógeno. Esta enzima se encuentra en un estado de baja actividad llamado *fosforilasa b*, la cual es convertida en *fosforilasa a*, activa, por adición de restos de fosfato que se unen al hidroxilo de residuos de serina de la molécula de enzima. Es decir que la actividad de estas enzimas es modulada por la inserción covalente de fosfatos, principalmente, como se muestra en el esquema a continuación:





Debido a que poseen diferente estructura aminoacídica y por lo tanto, distinto PM y/o carga, las isoenzimas se pueden separar por electroforesis en gel. Una de las mejores estudiada es la lactato deshidrogenasa, que presenta cinco isoenzimas cada una de las cuales presentan una composición aminoacídica diferente. El sustrato de la misma es el piruvato o el lactato. La reacción que catalizan es la siguiente:



La distribución relativa de la actividad enzimática entre las cinco formas es característica para cada tejido dependiendo de la función del mismo.

#### **Inhibidores enzimáticos**

Existen agentes químicos que inhiben reversible o irreversiblemente la acción catalítica de las enzimas.

La inhibición reversible puede ser: Competitiva y No Competitiva.

Los **inhibidores competitivos** aumentan el valor de  $K_m$  pero no modifican la  $V_{m\acute{a}x}$  de la enzima. El inhibidor presenta similitud estructural con el sustrato y ambos compiten por el sitio activo de la enzima.

Los **inhibidores no competitivos** son compuestos que se unen a la enzima en un lugar diferente al sitio activo y provocan una disminución de la  $V_{m\acute{a}x}$  sin modificar  $K_m$ .

Estas inhibiciones se pueden representar gráficamente sobre la curva de  $V_i$  en función (S) y su inversa, la ecuación de Lineweaver-Burk.

## PROBLEMAS DE APLICACION

- 1) Un investigador descubre y purifica una enzima nueva generando la siguiente tabla de purificación:

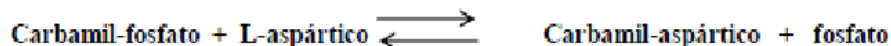
Procedimiento	Proteína total (mg)	Actividad (Unidades)
Extracto crudo	20.000	4.000.000
Precipitación (sal)	5.000	3.000.000
Precipitación (pH)	4.000	1.000.000
Cromatografía de intercambio iónico	200	800.000
Cromatografía de tamaño	45	675.000

- a) De la información dada en la tabla calcular la actividad específica de la solución enzimática después de cada procedimiento de purificación.
- b) ¿Cuál de los procedimientos de purificación utilizados con esta enzima es el más efectivo (es decir, produce el máximo incremento en pureza)?
- c) ¿Cuál de los procedimientos de purificación es el menos efectivo?
- 2) El sabor dulce del maíz recién cosechado se debe a la gran cantidad de azúcar de los granos. Varios días después de la cosecha el maíz no es tan dulce debido a que el 50% del azúcar dulce del maíz se convierte en almidón durante el primer día después de la cosecha. Para mantener el sabor dulce del maíz fresco, se sumergen las espigas en agua hirviendo durante unos minutos enfriándose después en agua fría. El maíz procesado de esta manera y mantenido en la heladera conserva su sabor dulce perfectamente. ¿Cuál es la base bioquímica de este proceso?
- 3) La anhidrasa carbónica (AC) presente en los glóbulos rojos, se halla entre las enzimas conocidas más activas. Posee un PM de 30.000 y cataliza la hidratación reversible del  $\text{CO}_2$ , reacción importante en el transporte del  $\text{CO}_2$  desde los tejidos hasta los pulmones.



- Si 10  $\mu\text{g}$  de anhidrasa carbónica pura catalizan la hidratación de 0.30 g de  $\text{CO}_2$  en 1 minuto a 37  $^\circ\text{C}$ , en las condiciones óptimas, calcúlese el número de recambio de la enzima.

4) La enzima aspartato transcarbamilasa cataliza la primera reacción propia de la biosíntesis de pirimidina:



En un estudio cinético sobre esta enzima aislada de *E.coli* utilizando aspartico como sustrato, en presencia de CTP 0,5 M y en ausencia del mismo, se obtuvieron los siguientes datos:

Aspartico (Molar)	v (unidades arbitrarias)	
	Ausencia de CTP	CTP 0,5 M
$1 \times 10^{-3}$	0,45	0,20
$2 \times 10^{-3}$	0,80	0,40
$3 \times 10^{-3}$	1,70	0,70
$4 \times 10^{-3}$	2,90	1,00
$5 \times 10^{-3}$	3,40	1,40
$7 \times 10^{-3}$	4,30	2,40
$9 \times 10^{-3}$	5,10	3,70
$10 \times 10^{-3}$	5,30	4,20
$12 \times 10^{-3}$	5,60	4,80
$15 \times 10^{-3}$	5,80	5,50
$16 \times 10^{-3}$	5,80	5,60
$17 \times 10^{-3}$	5,80	5,60

- Sin utilizar ninguna representación gráfica estímesese el valor de  $K_m$ .
  - Calcule este parámetro utilizando la ecuación de Michaelis Menten. ¿Existe alguna discrepancia entre estas dos determinaciones. Justificar.
  - ¿Qué efecto ejerce el CTP sobre el sistema enzimático? Justifíquelo graficando.
- 5) Una enzima que cataliza la reacción  $S \rightarrow P$ , se ensaya con las siguientes concentraciones de sustrato, indicándose también las velocidades iniciales.

Concentración inicial de [S]. Molar	Velocidad inicial ( $\mu\text{mol} / \text{l min}$ )
$1 \times 10^{-2}$	75.0
$1 \times 10^{-3}$	74.9
$1 \times 10^{-4}$	60.0
$7.5 \times 10^{-5}$	56.25
$6.26 \times 10^{-6}$	15.0

- a) Determinar la  $K_m$  de la enzima y la  $V_{max}$  que se pueden conseguir con la concentración de la enzima utilizada.
- b) ¿Cuál sería la velocidad inicial con concentraciones de sustrato tales como:  $2.5 \times 10^{-5}$  M y  $5.0 \times 10^{-5}$  M?
- c) ¿Cuál sería la velocidad inicial con una concentración inicial de  $[S] 10^{-4}$  si se duplica la concentración de enzima?
- 6) La glucógeno fosforilasa es una enzima que regula su actividad por modificación covalente de su molécula. Esta enzima actúa sobre el glucógeno liberando unidades de glucosa 1-fosfato. Cuando la glucógeno fosforilasa está fosforilada es activa (fosforilasa a) y cuando se defosforila es inactiva (fosforilasa b). Considerando este concepto, indique qué le ocurriría a la enzima en presencia de:
- a) Fosforilasa quinasa y ATP
- b) Fosforilasa fosfatasa
- c) Que otra enzima del metabolismo del glucógeno se vería afectada y de que manera, cuando actúan a o b.

### GUIA DE ESTUDIO

#### Enzimas:

Clasificación. Cofactores enzimáticos.

Unidad de Enzima, Actividad Específica e Índice de Cambio.

Ecuación de Michaelis-Menten: Determinación gráfica de  $K_m$  y  $V_{máx}$ :

- ¿En qué condiciones se alcanza  $V_{máx}$ . en una reacción enzimática?
- ¿Qué importancia tiene la determinación del  $K_m$  de una enzima?

Ecuación de Lineweaver-Burk: Determinación de  $K_m$  y  $V_{máx}$ .

Definición de  $K_m$ . Su importancia. ¿Qué factores modifican su valor?

Efecto del pH sobre la Actividad Enzimática.

Efecto de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas.

Inhibición competitiva y no competitiva.

Representación gráfica de Lineweaver-Burk: diferencia entre un inhibidor competitivo y no competitivo:

- Complejos que se forman en presencia de un inhibidor competitivo y no competitivo.
- ¿Qué modificaciones presenta la pendiente y las intersecciones en cada tipo de inhibición?
- ¿Qué parámetros se modifican cuando actúan los dos tipos de inhibidores?

#### Isoenzimas:

Propiedades, composición,  $K_m$ , separación electroforética.

Regulación metabólica.

#### 1- Enzimas alostéricas:

- ¿Qué entiende por retroinhibición?
- ¿Qué propiedades tiene una enzima alostérica?
- ¿Cuál es el comportamiento de la enzima alostérica frente a concentraciones crecientes de sustrato?
- ¿Dónde se une el modulador o efector y cómo se modifica la actividad enzimática?

**2- Modulación covalente**

- ¿Cómo se realiza el proceso de regulación covalente?
- Ejemplifique con la enzima fosforilasa.

**Zimógenos:**

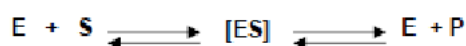
- ¿Son enzimas activas?
- ¿La activación de los zimógenos es irreversible? Explique por qué.

**Año 2019****TRABAJO PRÁCTICO DE AULA Nº 1  
ENZIMAS****Objetivos**

- Describir las propiedades generales de las enzimas.
- Comprender la cinética enzimática y mecanismos de regulación.
- Determinar gráficamente los valores de Km.
- Interpretar la acción de distintos tipos de inhibidores sobre la actividad enzimática.

**Introducción teórica**

Las enzimas catalizan prácticamente todas las reacciones biológicamente importantes. Se encuentran entre las más notables biomoléculas conocidas debido a su extraordinaria especificidad y a su poder catalítico. Una reacción catalizada por una enzima se puede esquematizar:



La actividad de una enzima puede determinarse midiendo la cantidad de producto formado o de sustrato consumido, en un tiempo dado, en una mezcla que contenga todos los factores y condiciones requeridos para la reacción. Para que la determinación de actividad enzimática guarde relación con la cantidad de enzima presente en solución, es necesario medir la velocidad inicial, entendiéndose como aquella obtenida cuando todavía la cantidad de sustrato consumido es insignificante, en relación con el sustrato total presente de la mezcla.

Para medir la actividad de una preparación enzimática en solución se utiliza distintas expresiones:

La cantidad de enzima se indica habitualmente en Unidades Internacionales.

Una Unidad de cualquier enzima es la cantidad que cataliza la transformación de un micromol ( $1\mu\text{mol} = 10^{-6}\text{mol}$ ) de sustrato por minuto, en condiciones definidas de pH y temperatura.

$\text{Unidad de enzima} = \frac{\mu\text{mol de sustrato transformado}}{\text{min}}$
---

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

La actividad específica indica la pureza relativa de una preparación enzimática y relaciona la actividad enzimática no ya al volumen de la muestra, sino al total de proteínas existentes en la misma.

$$\text{Actividad específica} = \frac{\text{moles de sustrato transformado/min}}{\text{mg de proteínas}}$$

El incremento de la actividad específica indica la eliminación de proteínas que no poseen la acción catalítica perseguida. La actividad específica llega a ser máxima y constante cuando la enzima en solución, se encuentra al estado puro.

Cuando se tiene la enzima al estado puro y se conoce su peso molecular, se puede calcular su actividad molar o número de recambio, que corresponde al número de moléculas (o moles) de sustrato convertidos en producto por unidad de tiempo (minuto) por una molécula (o mol) de enzima, trabajando en condiciones de saturación de sustrato, lo que corresponde a la velocidad máxima en presencia de un mol de enzima.

$$\text{Número de recambio} = \frac{\text{moles de sustrato transformado/min.}}{\text{mol de proteínas}}$$

Diversos factores modifican la actividad enzimática, por lo tanto, deben ser considerados al momento de determinar la actividad de enzima presente en una muestra.

Entre dichos factores se encuentran:

- concentración de enzima
- concentración de sustrato
- temperatura
- pH
- concentración de cofactores
- presencia de inhibidores

Si se mide la actividad de una enzima utilizando diferentes concentraciones de sustrato, inicialmente cuando las concentraciones de sustrato son bajas, la actividad aumenta rápidamente con los incrementos en la concentración de sustrato, pero a niveles más elevados de sustrato, el incremento de la velocidad enzimática comienza a ser más lento, tendiendo a alcanzar un valor de actividad máximo, que no es superado a pesar de que se continúe incrementando la concentración de sustrato. Este comportamiento queda expresado en la siguiente gráfica (fig. 1.1):

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

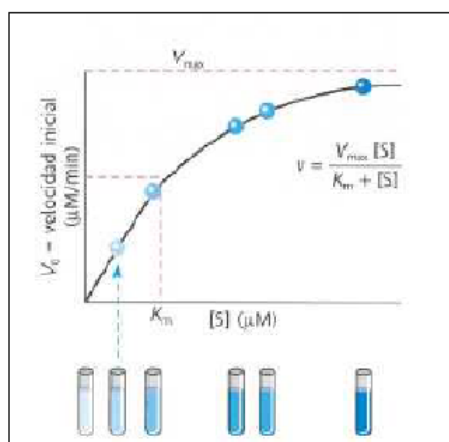


Figura 1.1. Efecto de la concentración de sustrato sobre la velocidad inicial de una reacción catalizada por una enzima.  $V_0$ : velocidad inicial.  $K_m$ : constante de Michaelis-Menten.  $V_{m\acute{a}x}$ : velocidad máxima.  $[S]$ : concentración de sustrato. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

Michaelis y Menten establecieron una relación entre la velocidad de reacción y la concentración de sustrato mediante una constante llamada  $K_m$  (constante de Michaelis-Menten), y dedujeron que la hipérbola que corresponde a la curva de saturación de una enzima por su sustrato, puede expresarse con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{V_{m\acute{a}x} \cdot [S]}{K_m + [S]}$$

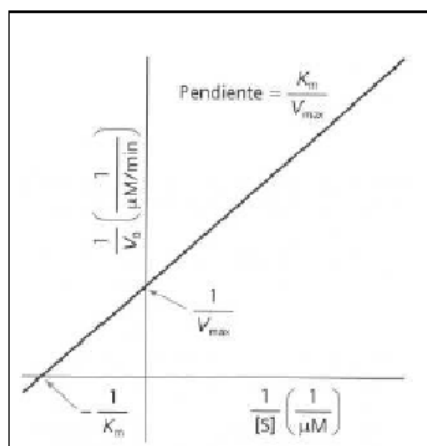
Se puede definir  $K_m$  como la concentración de sustrato a la cual la velocidad de la reacción enzimática alcanza un valor igual a la mitad de la velocidad máxima. En condiciones definidas de medio de reacción, pH, temperatura, etc., el valor de  $K_m$  permanece fijo para cada sustrato de una misma enzima, se expresa en unidades de concentración, y permite caracterizarla.

La ecuación de Michaelis-Menten puede ser transformada algebraicamente en ecuaciones equivalentes utilizables para la determinación práctica del valor de  $K_m$ . Un ejemplo de ello es la ecuación de Lineweaver-Burk, que es la recíproca de la ecuación de Michaelis-Menten, y corresponde a la ecuación de una recta que no pasa por el origen (fig. 1.2).

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{m\acute{a}x}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$



## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología



**Figura 1.2.** Representación gráfica de la ecuación de Lineweaver-Burk. [S]: concentración de sustrato;  $v_0$ : velocidad enzimática;  $K_m$ : constante de Michaelis-Menten;  $V_{m\acute{a}x}$ : velocidad máxima. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

### Mecanismos de regulación de la actividad enzimática

Además, de la concentración de sustrato, el valor de pH en solución, la temperatura, la presencia de cofactores, etc., la actividad de las enzimas intracelulares puede ser regulada por varios mecanismos. En casi todas las vías metabólicas existen una o más enzimas que actúan como reguladoras que pueden aumentar o disminuir su actividad de acuerdo a señales específicas.

Existen varios mecanismos de regulación de las reacciones enzimáticas:

a) Los que modifican la actividad de las enzimas:

- Enzimas alostéricas
- Enzimas reguladas por modificación covalente
- Enzimas reguladas por modificación proteolítica: zimógenos
- Enzimas reguladas por compartimentalización celular: Isoenzimas

b) Los que regulan la cantidad de enzima presente:

- Inducción o represión de la síntesis de enzimas.
- Degradación proteolítica de la proteína enzimática

### Enzimas alostéricas

A diferencia de las enzimas "michaelianas", las enzimas alostéricas no poseen una cinética de tipo hiperbólica, sino que la representación de la actividad de estas enzimas, en

función de la concentración de sustrato ( $[S]$ ), responde a una curva sigmoidea. Este comportamiento cinético radica a que en la estructura molecular de las enzimas alostéricas, además del sitio catalítico, existen otros sitios denominados reguladores, a los cuales se unen específicamente moléculas que ejercen acción activadora o inhibidora sobre la actividad enzimática. Estos agentes se llaman moduladores, modificadores o efectores alostéricos y pueden actuar de modo positivo o negativo.

Las enzimas alostéricas están constituidas por varias subunidades polipeptídicas, entre las cuales existe algún tipo de comunicación, que permite que cuando un modulador positivo o negativo se une a ellas, ocurra un cambio de conformación que se transmite a las otras subunidades, de manera tal que se favorece o impide la unión del sustrato al sitio activo, según se trate de un modulador positivo o negativo, respectivamente (fig. 1.3).

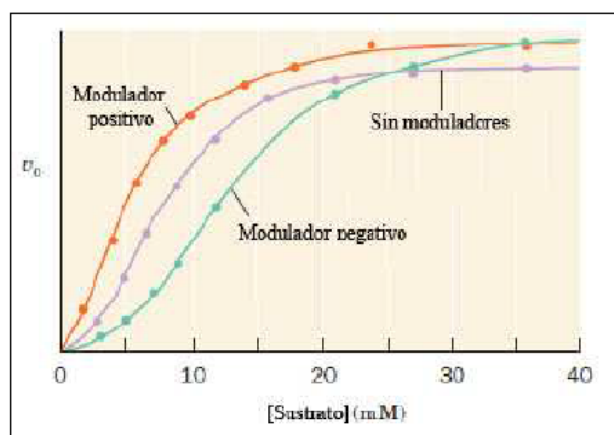


Figura 1.3. Representación gráfica del comportamiento cinético de una enzima alostérica, en presencia y ausencia de moduladores alostéricos. Modificado desde Voet y cols. "Fundamentos de Bioquímica. La vida a nivel molecular", 2013. Ed. John Wiley & Sons, Inc.

### Enzimas reguladas por modificación covalente

La actividad de algunas enzimas también es regulada por la unión covalente o remoción de grupos químicos (fosfatos, AMP, metilo, etc.) a la estructura proteica. Las enzimas que responden a este tipo de regulación son denominadas "enzimas reguladas por modificación covalente". Con mayor frecuencia el grupo añadido o removido es un grupo fosfato, el cual se une o remueve sobre residuos de los aminoácidos serina, treonina o tirosina, específicos de la proteína enzimática. Las reacciones de fosforilación son catalizadas por una familia de enzimas llamadas quinasas de proteínas, las cuales utilizan

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

como dador del grupo fosfato al ATP. A su vez, los grupos fosfatos se separan de las enzimas fosforiladas por la acción de enzimas llamadas fosfatasa de proteínas (fig. 1.4).

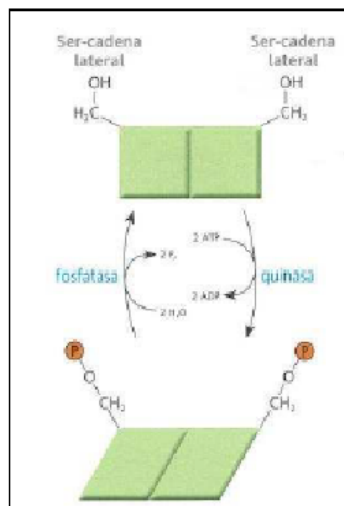


Figura 1.4. Esquema de la regulación de una enzima por modificación covalente mediante la participación de grupos fosfatos. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

## Enzimas reguladas por modificación proteolítica: zimógenos

Ciertas enzimas son producidas en las células de origen como precursores inactivos llamados zimógenos, proenzimas o preenzimas. La mayoría de estos precursores son proteínas simples que se convierten en enzima activa por un proceso de hidrólisis. Ejemplos de zimógenos son algunos componentes de los jugos digestivos, los cuales se activan al llegar a la luz intestinal. Así, el pepsinógeno en presencia de la acidez del estómago se convierte en pepsina, la enzima activa; el tripsinógeno, secretado por el páncreas, se hidroliza por la enteroquinasa a tripsina, la enzima activa (fig. 1.5)

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

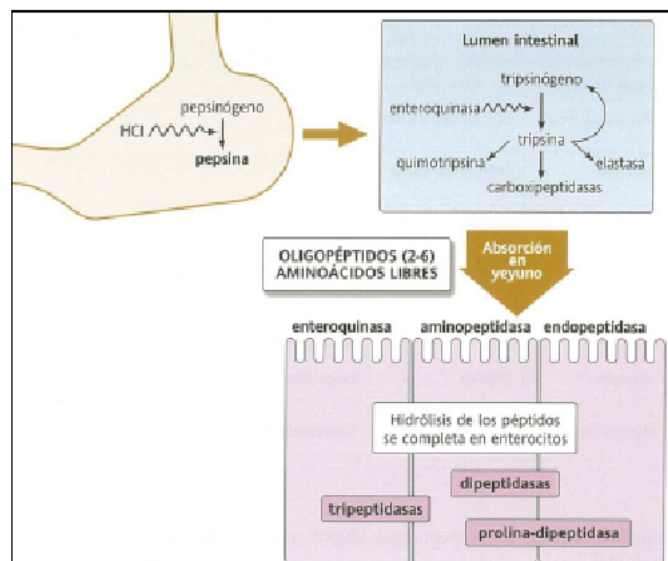


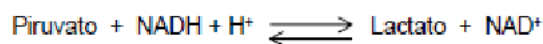
Figura 1.5. Esquema del proceso de activación zimógena. Tomado desde Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

#### Enzimas reguladas por compartimentalización celular: Isoenzimas

Las isoenzimas son diferentes formas moleculares de una misma enzima. Estas enzimas se caracterizan por presentar igual especificidad por el sustrato, pero diferente afinidad por el mismo, es decir, presentan distintos valores de  $K_m$  y  $V_{máx}$ . Un ejemplo de isoenzimas son la hexoquinasa y la glucoquinasa (isoenzima IV de la primera). Ambas, utilizan como sustrato a glucosa con un  $K_m$  de 0,1 mM y 10 mM, respectivamente. La reacción que catalizan es la siguiente:



Debido a que poseen diferente estructura aminoacídica, por lo tanto, distinto peso molecular (PM) y/o carga, las isoenzimas se pueden separar mediante electroforesis en gel. En este sentido, una de las mejores estudiadas es la "lactato deshidrogenasa", que presenta cinco isoenzimas cada una con una composición aminoacídica diferente. El sustrato de la misma es el piruvato o el lactato. La reacción que catalizan es la siguiente:



Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

La distribución relativa de la actividad enzimática entre las cinco formas es característica para cada tejido dependiendo de la función del mismo.

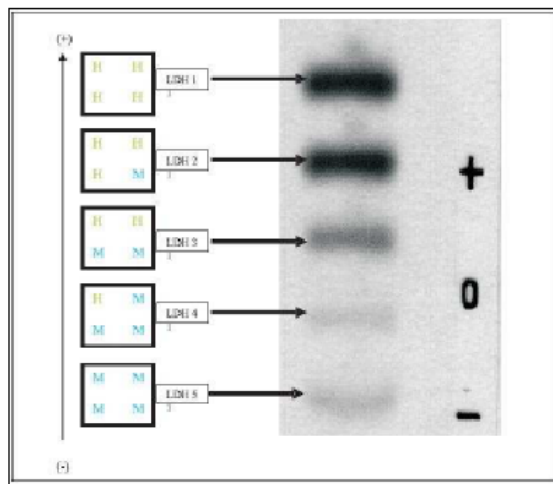


Figura 1.6. Patrón electroforético y composición de cada una de las isoenzimas de lactato deshidrogenasa (LDH). Maestre-Serrano y cols. Universitas Scientiarum, 2008. 13(1), 11-20.

### Inhibidores enzimáticos

Existen agentes químicos que inhiben reversible o irreversiblemente la acción catalítica de las enzimas. En el caso de la inhibición reversible, la misma puede ser de tipo competitiva y no competitiva.

Los **inhibidores competitivos** aumentan el valor de  $K_m$ , pero no modifican la  $V_{m\acute{a}x}$  de la enzima. El inhibidor presenta similitud estructural con el sustrato y ambos compiten por el sitio activo de la enzima.

Los **inhibidores no competitivos** son compuestos que se unen a la enzima en un lugar diferente al sitio activo y provocan una disminución de la  $V_{m\acute{a}x}$  sin modificar el valor de la  $K_m$ .

Para identificar la acción de un inhibidor, es posible representar gráficamente la variación de la  $V_o$  en función de la  $[S]$  y su inversa, la ecuación de Lineweaver-Burk (fig.1.7).

Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

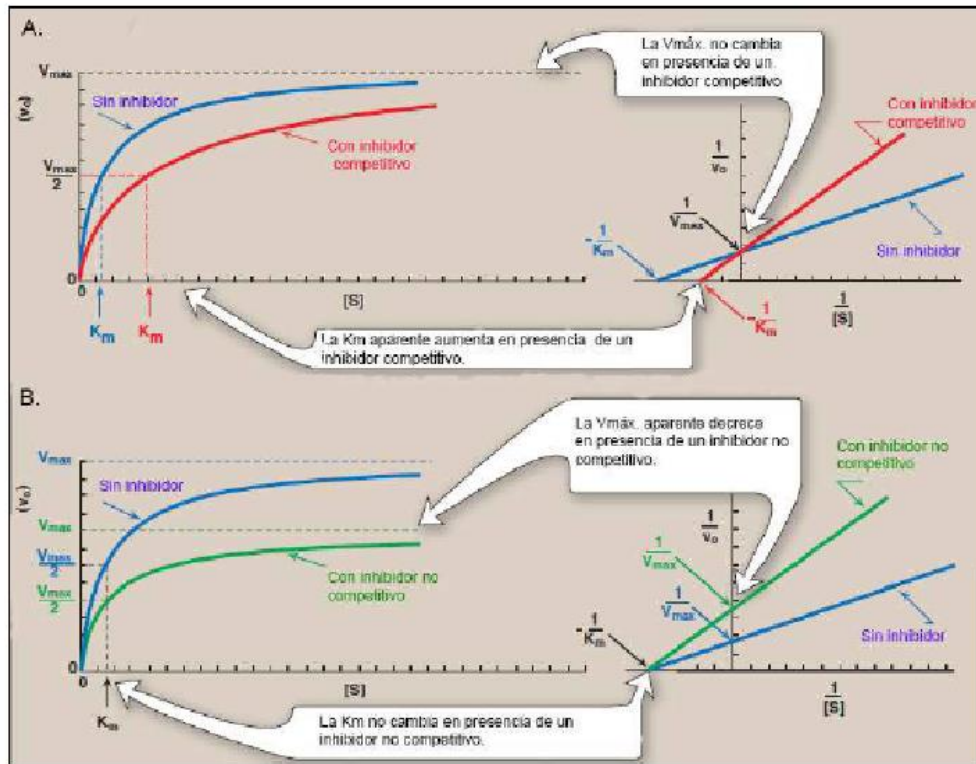


Figura 1.7. Influencia de inhibidores competitivo y no competitivo sobre la cinética enzimática. Modificado desde Harvey & Ferrier. Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series), 2011.

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

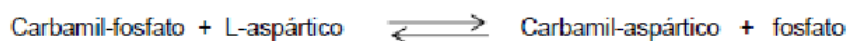
## PROBLEMAS DE APLICACIÓN

1) Un investigador descubre una enzima y la purifica por distintos métodos. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Fracción de la enzima	Volumen (ml)	U/ml	Unidades totales	Proteínas mg/ml	Actividad Específica	Porcentaje de Recuperación	Grado de Purificación
Homogenato crudo	200	100		2,5			
Precipitación con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ al 45%	80	200		1,25			
DEAE-celulosa	20	500		1,0			
Electroforesis	5	1500		1,0			
Cristalización	3	2000		0,3			

- a) De la información dada en la tabla calcular las unidades totales de enzima, la actividad específica, el porcentaje de recuperación global y el grado de purificación después de cada procedimiento.
- b) ¿Cuál de los procedimientos de purificación utilizados con esta enzima es el más efectivo (es decir, produce el máximo incremento en pureza)?
- c) ¿Cuál de los procedimientos de purificación es el menos efectivo?

2) La enzima aspartato transcarbamilasa cataliza la primera reacción propia de la biosíntesis de pirimidina:

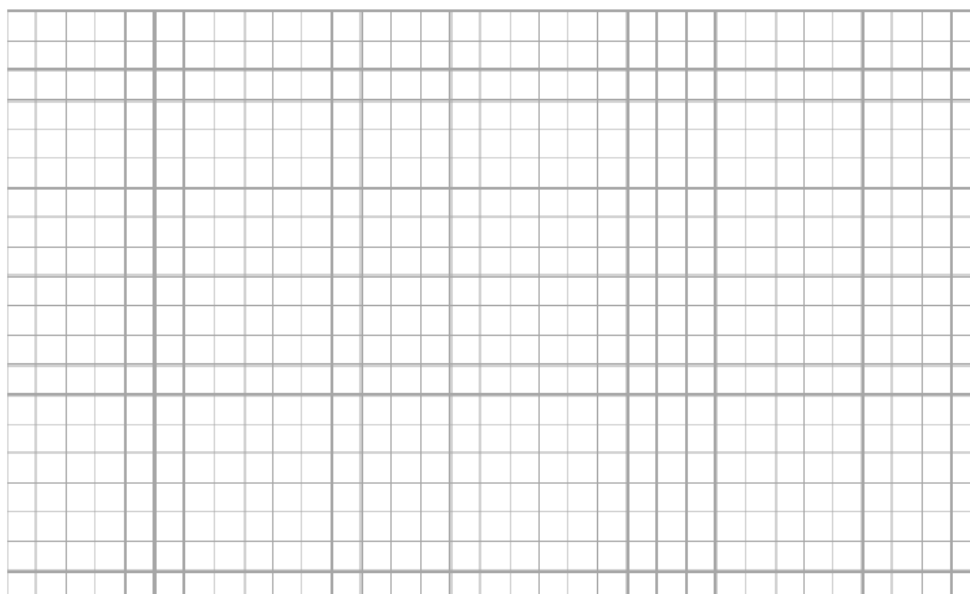


En un estudio cinético sobre esta enzima aislada de *E. Coli* utilizando aspartico como sustrato, en presencia de CTP (citidina trifosfato) 0,5 M y en ausencia del mismo, se obtuvieron los siguientes datos:

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

Aspártico (Molar)	v (unidades arbitrarias)	
	Ausencia de CTP	CTP 0,5 M
$1 \times 10^{-3}$	0,45	0,20
$2 \times 10^{-3}$	0,80	0,40
$3 \times 10^{-3}$	1,70	0,70
$4 \times 10^{-3}$	2,90	1,00
$5 \times 10^{-3}$	3,40	1,40
$7 \times 10^{-3}$	4,30	2,40
$9 \times 10^{-3}$	5,10	3,70
$10 \times 10^{-3}$	5,30	4,20
$12 \times 10^{-3}$	5,60	4,80
$15 \times 10^{-3}$	5,80	5,50
$16 \times 10^{-3}$	5,80	5,60
$17 \times 10^{-3}$	5,80	5,60

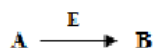
- a) Sin utilizar ninguna representación gráfica estime el valor de  $K_m$ .
- b) Calcule este parámetro utilizando la ecuación de Michaelis Menten. ¿Existe alguna discrepancia entre estas dos determinaciones? Justificar.
- c) ¿Qué efecto ejerce el CTP sobre el sistema enzimático? Justifíquelo graficando.



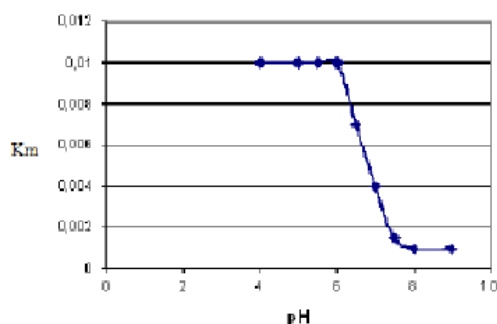


Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

3) En un experimento realizado se trabajó con 1 µg de una enzima E y con 0,01 M de sustrato A, ambos implicados en la siguiente reacción enzimática:



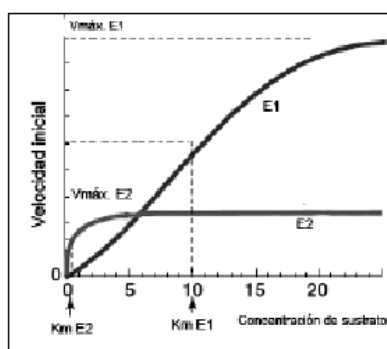
La velocidad máxima de la actividad enzimática fue de 100 µmoles/min/ µg de enzima, no habiendo variación de la misma en el rango de pH 5 a 9. El valor de Km fue sensible a los cambios de pH, lo cual puede ser observado en la siguiente gráfica:



- Calcule la velocidad inicial de reacción a pH 6,0 y a pH 8,0
- ¿Cuál de los dos valores de pH sería más conveniente para trabajar con esta enzima?  
¿Por qué?
- ¿Cuál sería la concentración de sustrato para que a pH 6,00 la velocidad inicial alcanzada sea igual a la obtenida trabajando a pH 8,00?

4) En la siguiente gráfica se representa la actividad enzimática de las isoenzimas E1 y E2. De acuerdo a la misma responda:

- ¿Cuál de las dos isoenzimas poseen mayor afinidad por el sustrato?
- ¿Cuál de las dos isoenzimas alcanza la Vmáx. con una menor concentración de sustrato?



## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

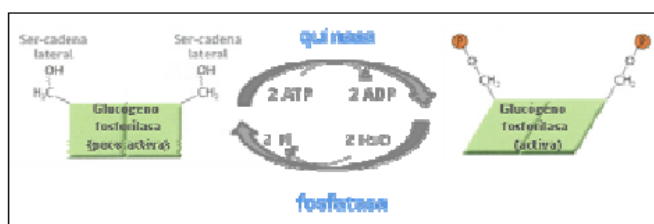
5) Una enzima que cataliza la reacción  $S \longrightarrow P$ , se ensaya con las siguientes concentraciones de sustrato, indicándose también las velocidades iniciales.

Concentración inicial de sustrato [M]	Velocidad inicial [ $\mu\text{mol/l min}$ ]
$1 \times 10^{-2}$	75,0
$1 \times 10^{-3}$	74,9
$1 \times 10^{-4}$	60,0
$7,5 \times 10^{-5}$	56,25
$6,26 \times 10^{-6}$	15,0

- Determinar el valor de la  $K_m$  de la enzima y la  $V_{m\acute{a}x}$  que se pueden conseguir con la concentración de la enzima utilizada.
- ¿Cuál será la velocidad inicial con concentraciones de sustrato tales como:  $2,5 \times 10^{-5} \text{ M}$  o  $5,0 \times 10^{-5} \text{ M}$ ?
- ¿Cuál sería la velocidad inicial con una concentración inicial de  $[S] 10^{-4}$  si se duplica la concentración de enzima?

6) Las características de la carne, como por ejemplo el color, están asociadas al contenido de glucógeno dentro del músculo. Así, un alto contenido de glucógeno al momento del sacrificio produce un descenso de pH en la misma, obteniéndose cortes de color más claros. La glucógeno fosforilasa es una enzima clave en la degradación del glucógeno, la cual es regulada por modificación covalente.

a) Teniendo en cuenta el gráfico de abajo, indique cuál de las enzimas siguientes debería encontrarse activa con el objeto de obtener carne de buena calidad.



- Identifique los grupos transferidos para modificar la actividad de la glucógeno fosforilasa.
- Mencione otros grupos químicos que son transferidos a las enzimas y son capaces de modificar su actividad.

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

## GUIA DE ESTUDIO

**Enzimas**

Clasificación. Cofactores enzimáticos.

Unidad de Enzima, Actividad Específica e Índice de Cambio.

Ecuación de Michaelis Menten: Determinación gráfica de  $K_m$  y  $V_{m\acute{a}x}$ :

- ¿En qué condiciones se alcanza la  $V_{m\acute{a}x}$ . en una reacción enzimática?
- ¿Qué importancia tiene la determinación del  $K_m$  de una enzima?

Ecuación de Lineweaver-Burk. Determinación de  $K_m$  y  $V_{m\acute{a}x}$ .

Definición de  $K_m$ . Su importancia. ¿Qué factores modifican su valor?

- Efecto del pH sobre la Actividad Enzimática.
- Efecto de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas.
- Inhibición competitiva y no competitiva.

Representación gráfica de Lineweaver-Burk: diferencia entre un inhibidor competitivo y no competitivo:

- Complejos que se forman en presencia de un inhibidor competitivo y no competitivo.
- ¿Qué modificaciones presenta la pendiente y las intersecciones en cada tipo de inhibición?
- ¿Qué parámetros se modifican cuando actúan los dos tipos de inhibidores?

**Isoenzimas**

Propiedades, composición,  $K_m$ , separación electroforética.

**Regulación metabólica****1- Enzimas alostéricas:**

- ¿Qué entiende por retroinhibición?
- ¿Qué propiedades tiene una enzima alostérica?
- ¿Cuál es el comportamiento de la enzima alostérica frente a concentraciones crecientes de sustrato?
- ¿Dónde se une el modulador o efector y cómo se modifica la actividad enzimática?

**2- Modulación covalente**

- ¿Cómo se realiza el proceso de regulación covalente?
- Ejemplifique con la enzima fosforilasa.

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

## Zimógenos

- ¿Son enzimas activas?
- ¿La activación de los zimógenos es irreversible? Explique por qué.

## BIBLIOGRAFÍA

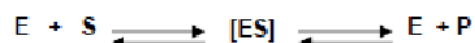
- Feduchi, E., Blasco, I., Romero, C.S., & Yáñez, E. (2011). *Bioquímica. Conceptos esenciales*. Panamericana.
  - Harvey, R. A. & Ferrier, D. R. (2011). *Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series)*. *Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series)*, 40, 30888.
  - Voet, D., Voet, J G. & Pratt, C. W. (2013). *Fundamentos de Bioquímica -4.ed.: La Vida a Nivel Molecular*. Ed. Artmed.
  - Maestre-Serrano, R., Guevara-Rozo, E., Colmenares-de Escamilla, I. & Pachón-Muñoz, E. (2008). Expresión de isoenzimas de L-lactato: NAD<sup>+</sup> Óxido-reductasa (LDH; EC. 1.1.1.27) durante el desarrollo embrionario del pez combatiente siames *Betta splendens* (REGAN, 1909). *Universitas Scientiarum*, 13(1), 11-20.
- Consultado desde: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-74832008000100002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832008000100002&lng=en&tlng=es).

**Año 2021****TRABAJO PRÁCTICO DE AULA N° 1  
ENZIMAS****Objetivos**

- Describir las propiedades generales de las enzimas.
- Comprender la cinética enzimática y mecanismos de regulación.
- Determinar gráficamente los valores de Km.
- Interpretar la acción de distintos tipos de inhibidores sobre la actividad enzimática.

**Introducción teórica**

Las enzimas catalizan prácticamente todas las reacciones biológicamente importantes. Se encuentran entre las más notables biomoléculas conocidas debido a su extraordinaria especificidad y a su poder catalítico. Una reacción catalizada por una enzima se puede esquematizar:



La actividad de una enzima puede determinarse midiendo la cantidad de producto formado o de sustrato consumido, en un tiempo dado, en una mezcla que contenga todos los factores y condiciones requeridos para la reacción. Para que la determinación de actividad enzimática guarde relación con la cantidad de enzima presente en solución, es necesario medir la velocidad inicial, entendiéndose como aquella obtenida cuando todavía la cantidad de sustrato consumido es insignificante, en relación con el sustrato total presente de la mezcla.

Para medir la actividad de una preparación enzimática en solución se utiliza distintas expresiones:

La cantidad de enzima se indica habitualmente en Unidades Internacionales.

Una Unidad de cualquier enzima es la cantidad que cataliza la transformación de un micromol ( $1\mu\text{mol} = 10^{-6}\text{mol}$ ) de sustrato por minuto, en condiciones definidas de pH y temperatura.

$\text{Unidad de enzima} = \frac{\mu\text{mol de sustrato transformado}}{\text{min}}$
---

La actividad específica indica la pureza relativa de una preparación enzimática y relaciona la actividad enzimática no ya al volumen de la muestra, sino al total de proteínas existentes en la misma.

$$\text{Actividad específica} = \frac{\text{moles de sustrato transformado/min}}{\text{mg de proteínas}}$$

El incremento de la actividad específica indica la eliminación de proteínas que no poseen la acción catalítica perseguida. La actividad específica llega a ser máxima y constante cuando la enzima en solución, se encuentra al estado puro.

Cuando la enzima se encuentra en estado puro y se conoce su peso molecular, se puede calcular su actividad molar o número de recambio, que corresponde al número de moléculas (o moles) de sustrato convertidos en producto por unidad de tiempo (minuto) por una molécula (o mol) de enzima, trabajando en condiciones de saturación de sustrato, lo que corresponde a la velocidad máxima en presencia de un mol de enzima.

$$\text{Número de recambio} = \frac{\text{moles de sustrato transformado/min.}}{\text{mol de proteínas}}$$

Existen diferentes métodos que permiten la purificación de una enzima de interés, a partir de una solución de proteínas. Para evaluar si un método de purificación es adecuado, es necesario calcular la recuperación y el grado de purificación alcanzados.

Considerando las unidades enzimáticas totales de la etapa inicial como el 100% puede calcularse el porcentaje de recuperación de cada etapa, refiriendo a las unidades totales de cada paso a las iniciales.

Para calcular el grado de purificación, debe obtenerse primero el valor de actividad específica alcanzado en cada paso. Si se considera la actividad específica inicial como unidad de purificación, el grado de purificación de cada etapa se calcula haciendo el cociente entre la actividad específica de dicha etapa y la del primer paso.

Diversos factores modifican la actividad enzimática, por lo tanto, deben ser considerados al momento de determinar la actividad de enzima presente en una muestra.

Entre dichos factores se encuentran:

- concentración de enzima
- concentración de sustrato
- temperatura
- pH

- concentración de cofactores
- presencia de inhibidores

Si se mide la actividad de una enzima utilizando diferentes concentraciones de sustrato, inicialmente cuando las concentraciones de sustrato son bajas, la actividad aumenta rápidamente con los incrementos en la concentración de sustrato, pero a niveles más elevados de sustrato, el incremento de la velocidad enzimática comienza a ser más lento, tendiendo a alcanzar un valor de actividad máximo, que no es superado a pesar de que se continúe incrementando la concentración de sustrato. Este comportamiento queda expresado en la siguiente gráfica (fig. 1.1):

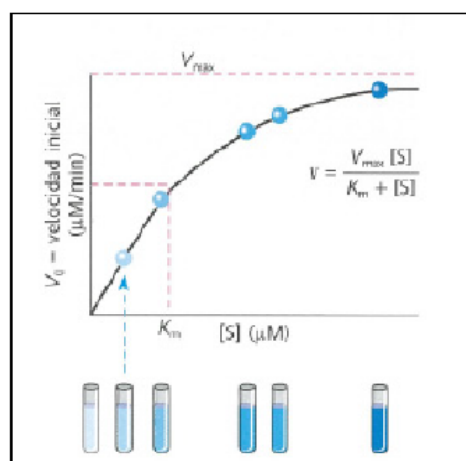


Figura 1.1. Efecto de la concentración de sustrato sobre la velocidad inicial de una reacción catalizada por una enzima.  $V_0$ : velocidad inicial.  $K_m$ : constante de Michaelis-Menten.  $V_{\text{máx}}$ : velocidad máxima.  $[S]$ : concentración de sustrato. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

Michaelis y Menten establecieron una relación entre la velocidad de reacción y la concentración de sustrato mediante una constante llamada  $K_m$  (constante de Michaelis Menten), y dedujeron que la hipérbola que corresponde a la curva de saturación de una enzima por su sustrato, puede expresarse con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{V_{\text{máx}} \cdot [S]}{K_m + [S]}$$

Se puede definir  $K_m$  como la concentración de sustrato a la cual la velocidad de la reacción enzimática alcanza un valor igual a la mitad de la velocidad máxima. En

condiciones definidas de medio de reacción, pH, temperatura, etc., el valor de  $K_m$  permanece fijo para cada sustrato de una misma enzima, se expresa en unidades de concentración, y es un parámetro que permite caracterizar a cada enzima.

La ecuación de Michaelis-Menten puede ser transformada algebraicamente en ecuaciones equivalentes utilizables para la determinación práctica del valor de  $K_m$ . Un ejemplo de ello es la ecuación de Lineweaver-Burk, que es la recíproca de la ecuación de Michaelis-Menten, y corresponde a la ecuación de una recta que no pasa por el origen (fig. 1.2).

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{m\acute{a}x}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{m\acute{a}x}}$$

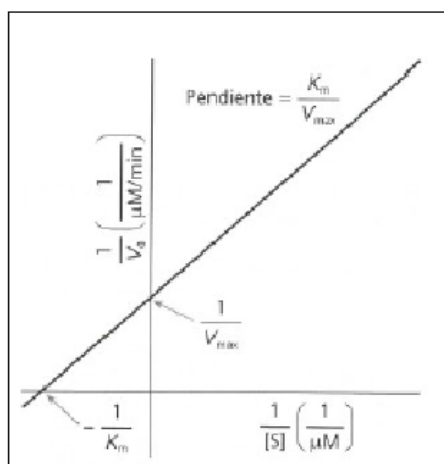


Figura 1.2. Representación gráfica de la ecuación de Lineweaver-Burk. [S]: concentración de sustrato;  $v_g$ : velocidad enzimática;  $K_m$ : constante de Michaelis-Menten;  $V_{m\acute{a}x}$ : velocidad máxima. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

### Mecanismos de regulación de la actividad enzimática

Además, de la concentración de sustrato, el valor de pH en solución, la temperatura, la presencia de cofactores, etc., la actividad de las enzimas intracelulares puede ser regulada por varios mecanismos. En casi todas las vías metabólicas existen una o más enzimas que actúan como reguladoras que pueden aumentar o disminuir su actividad de acuerdo a señales específicas.

Existen varios mecanismos de regulación de las reacciones enzimáticas:

a) Los que modifican la actividad de las enzimas:



- Enzimas alostéricas
- Enzimas reguladas por modificación covalente
- Enzimas reguladas por modificación proteolítica: zimógenos
- Enzimas reguladas por compartimentalización celular: Isoenzimas

b) Los que regulan la cantidad de enzima presente:

- Inducción o represión de la síntesis de enzimas.
- Degradación proteolítica de la proteína enzimática

### Enzimas alostéricas

A diferencia de las enzimas "michaelianas", las enzimas alostéricas no poseen una cinética de tipo hiperbólica, sino que la representación de la actividad de estas enzimas, en función de la concentración de sustrato ( $[S]$ ), responde a una curva sigmoidea. Este comportamiento cinético radica en la estructura molecular de las enzimas alostéricas. Estas enzimas poseen, además del sitio catalítico, otros sitios denominados reguladores, a los cuales se unen específicamente moléculas que ejercen acción activadora o inhibitoria sobre la actividad enzimática. Estos agentes se llaman moduladores, modificadores o efectores alostéricos y pueden actuar de modo positivo o negativo.

Las enzimas alostéricas están constituidas por varias subunidades polipeptídicas, entre las cuales existe algún tipo de comunicación, que permite que cuando un modulador positivo o negativo se une a ellas, ocurra un cambio de conformación que se transmite a las otras subunidades, de manera tal que se favorece o impide la unión del sustrato al sitio activo, según se trate de un modulador positivo o negativo, respectivamente (fig. 1.3).

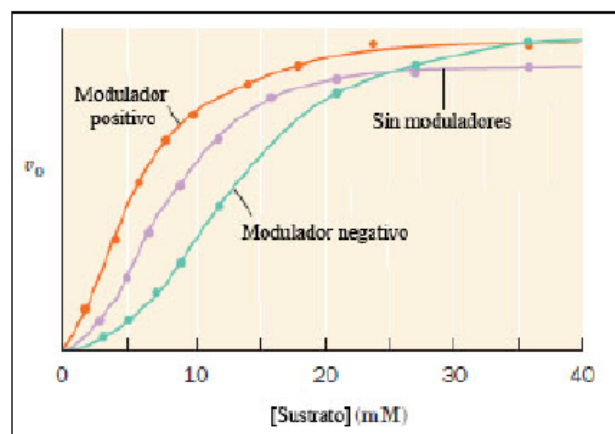


Figura 1.3. Representación gráfica del comportamiento cinético de una enzima alostérica, en presencia y ausencia de moduladores alostéricos. Modificado desde Voet y cols. "Fundamentos de Bioquímica. La vida a nivel molecular", 2013. Ed. John Wiley & Sons, Inc.

### Enzimas reguladas por modificación covalente

La actividad de algunas enzimas también es regulada por la unión covalente o remoción de grupos químicos (fosfatos, AMP, metilo, etc.) a la estructura proteica. Las enzimas que responden a este tipo de regulación son denominadas "enzimas reguladas por modificación covalente". Con mayor frecuencia el grupo añadido o removido es un grupo fosfato, el cual se une o remueve sobre residuos de los aminoácidos serina, treonina o tirosina, específicos de la proteína enzimática. Las reacciones de fosforilación son catalizadas por una familia de enzimas llamadas quinzas de proteínas, las cuales utilizan como dador del grupo fosfato al ATP. A su vez, los grupos fosfatos se separan de las enzimas fosforiladas por la acción de enzimas llamadas fosfatasa de proteínas (fig. 1.4).

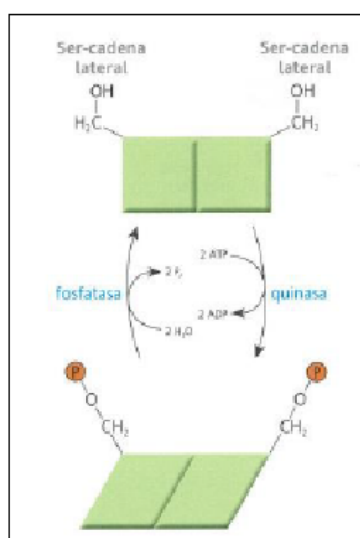


Figura 1.4. Esquema de la regulación de una enzima por modificación covalente mediante la participación de grupos fosfatos. Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

### Enzimas reguladas por modificación proteolítica: zimógenos

Ciertas enzimas son sintetizadas en las células de origen como precursores inactivos llamados zimógenos, proenzimas o preenzimas. La mayoría de estos precursores son proteínas simples que se convierten en la enzima activa mediante un proceso de hidrólisis. Ejemplos de zimógenos son algunos componentes de los jugos digestivos, los cuales se activan al llegar a la luz intestinal. Así, el pepsinógeno en presencia de la acidez del

estómago se convierte en pepsina, la enzima activa; el tripsinógeno, secretado por el páncreas, es hidrolizado por la enteroquinasa a tripsina, la enzima activa (fig. 1.5)

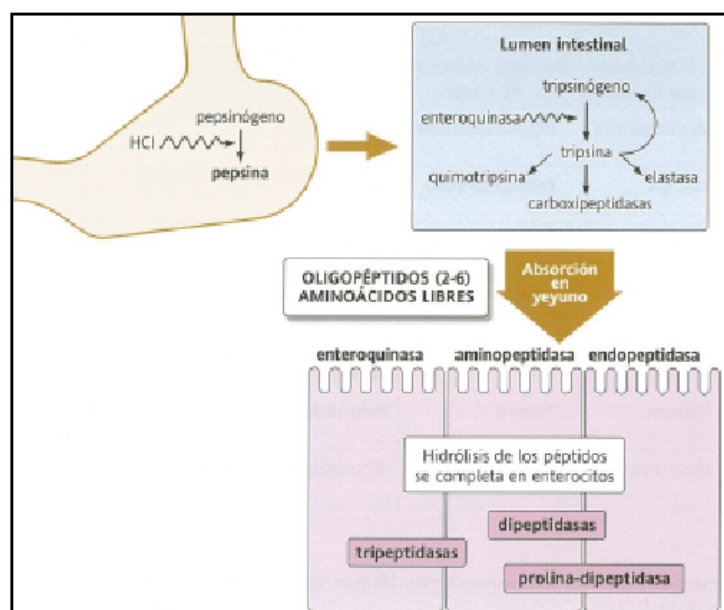


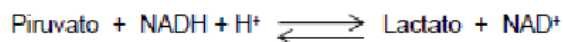
Figura 1.5. Esquema del proceso de activación zimógenos. Tomado desde Feduchi y cols. "Bioquímica. Conceptos esenciales", 2011. Ed. Panamericana.

### Enzimas reguladas por compartimentalización celular: Isoenzimas

Las isoenzimas son diferentes formas moleculares de una misma enzima. Estas enzimas se caracterizan por presentar igual especificidad por el sustrato, pero diferente afinidad por el mismo, es decir, presentan distintos valores de  $K_m$  y  $V_{máx}$ . Un ejemplo de isoenzimas son la hexoquinasa y la glucoquinasa (isoenzima IV de la primera). Ambas, utilizan como sustrato a glucosa con un  $K_m$  de 0,1 mM y 10 mM, respectivamente. La reacción que catalizan es la siguiente:



Debido a que poseen diferente estructura aminoacídica, por lo tanto, distinto peso molecular (PM) y/o carga, las isoenzimas se pueden separar mediante electroforesis en gel. En este sentido, una de las mejores estudiadas es la "lactato deshidrogenasa", que presenta cinco isoenzimas, cada una con una composición aminoacídica diferente. El sustrato de la misma es el piruvato o el lactato. La reacción que catalizan es la siguiente:



La distribución relativa de la actividad enzimática entre las cinco formas es característica para cada tejido dependiendo de la función del mismo.

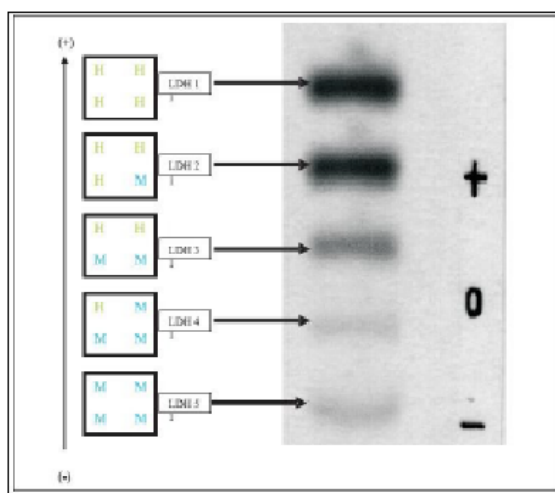


Figura 1.6. Patrón electroforético y composición de cada una de las isoenzimas de lactato deshidrogenasa (LDH) durante el desarrollo embrionario del pez combatiente siames *Betta splendens*. Maestre-Serrano y cols. *Universitas Scientiarum*, 2008. 13(1), 11-20.

### Inhibidores enzimáticos

Existen agentes químicos que inhiben reversible o irreversiblemente la acción catalítica de las enzimas. En el caso de la inhibición reversible, la misma puede ser de tipo competitiva y no competitiva.

Los **inhibidores competitivos** aumentan el valor de  $K_m$ , pero no modifican la  $V_{m\acute{a}x}$  de la enzima. El inhibidor presenta similitud estructural con el sustrato y ambos compiten por el sitio activo de la enzima.

Los **inhibidores no competitivos** son compuestos que se unen a la enzima en un lugar diferente al sitio activo y provocan una disminución de la  $V_{m\acute{a}x}$  sin modificar el valor de la  $K_m$ .

Para identificar la acción de un inhibidor, es posible representar gráficamente la variación de la  $V_o$  en función de la  $[S]$  y su inversa, la ecuación de Lineweaver-Burk (fig.1.7).

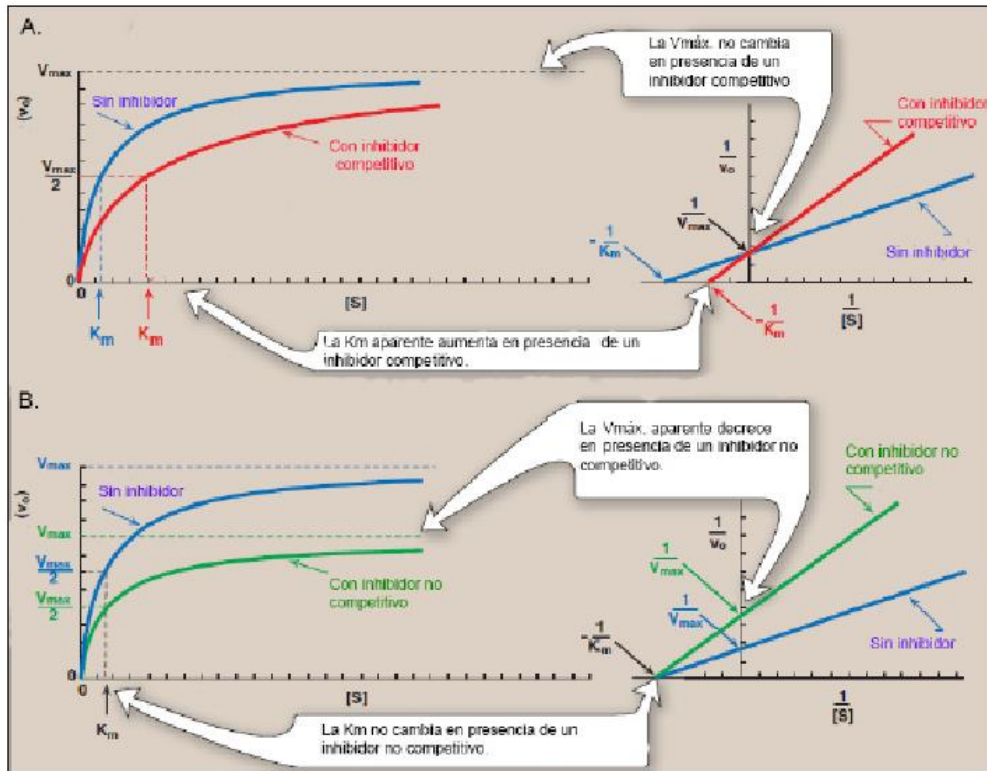


Figura 1.7. Influencia de inhibidores reversibles competitivo y no competitivo sobre la cinética enzimática. Modificado desde Harvey & Ferrier. Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series), 2011.

## PROBLEMAS DE APLICACIÓN

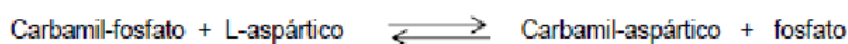
1) Un investigador trabaja intentando purificar una enzima de interés a partir de tejido de rata, utilizando diversos procedimientos consecutivos. Los datos obtenidos se reportan en la siguiente tabla, sin embargo, fueron omitidos algunos datos útiles:

Paso de Purificación	Actividad ( $\mu\text{mol}/\text{min}$ )	Proteína Total (mg)	Actividad específica ( $\mu\text{mol}/\text{min mg}$ )
Homogenizado de tejido fresco	556,7	334	
Precipitación con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	556,7	10,7	
DEAE-celulosa	289,5	1,24	
Concentración y diálisis	278,4	1,15	
Sephadex-G200	233,8	0,56	
Cellex-P (intercambio catiónico)	139,2	0,554	
DEAE-celulosa	89,1	0,113	
DEAE-sephadex	66,8	0,111	
Cromatografía de afinidad	46,8	0,048	

a) Complete la tabla agregando además, las columnas de grado de purificación y porcentaje de recuperación.

b) En función de la necesidad de obtener la mayor cantidad de la enzima en forma pura, analice los valores obtenidos, y sugiera dos métodos que no contribuyan con el objetivo anterior, y por lo tanto deberían ser eliminados de la secuencia de procedimientos.

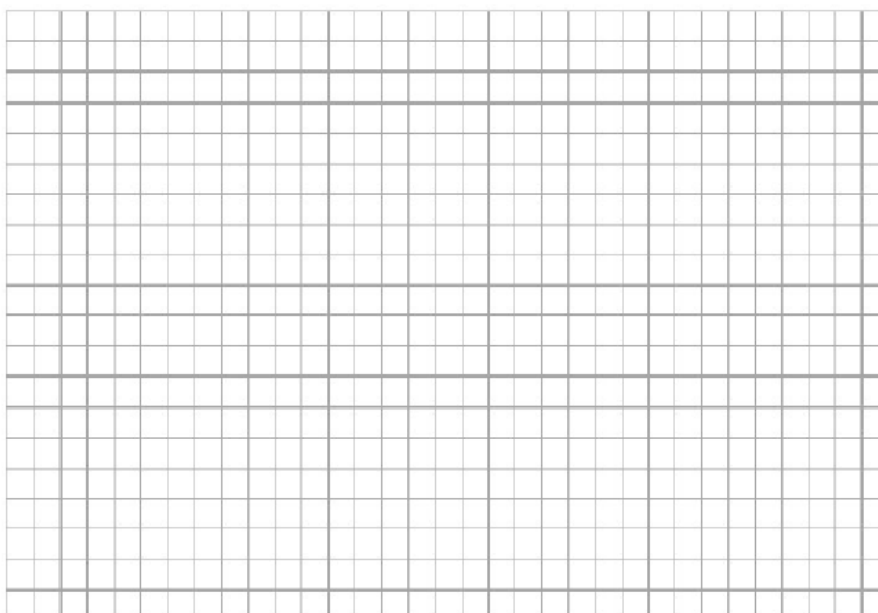
2) La enzima aspartato transcarbamilasa cataliza la primera reacción propia de la biosíntesis de pirimidina:



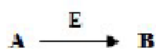
En un estudio cinético sobre esta enzima aislada de *E. Coli* utilizando aspartico como sustrato, en presencia de CTP (citidina trifosfato) 0,5 M y en ausencia del mismo, se obtuvieron los siguientes datos:

Aspártico (Molar)	v (unidades arbitrarias)	
	Ausencia de CTP	CTP 0,5 M
$1 \times 10^{-3}$	0,45	0,20
$2 \times 10^{-3}$	0,80	0,40
$3 \times 10^{-3}$	1,70	0,70
$4 \times 10^{-3}$	2,90	1,00
$5 \times 10^{-3}$	3,40	1,40
$7 \times 10^{-3}$	4,30	2,40
$9 \times 10^{-3}$	5,10	3,70
$10 \times 10^{-3}$	5,30	4,20
$12 \times 10^{-3}$	5,60	4,80
$15 \times 10^{-3}$	5,80	5,50
$16 \times 10^{-3}$	5,80	5,60
$17 \times 10^{-3}$	5,80	5,60

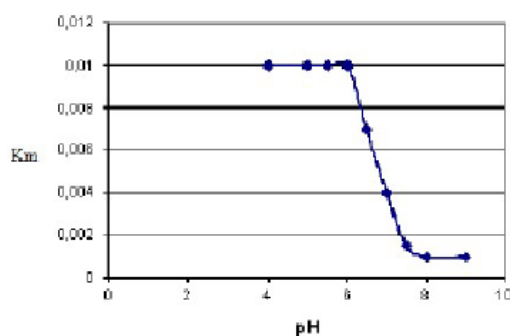
- a) Sin utilizar ninguna representación gráfica estime el valor de Km.
- b) Calcule este parámetro utilizando la ecuación de Michaelis Menten. ¿Existe alguna discrepancia entre estas dos determinaciones? Justificar.
- c) ¿Qué efecto ejerce el CTP sobre el sistema enzimático? Justifiquelo graficando.



3) En un experimento realizado se trabajó con 1  $\mu\text{g}$  de una enzima E y con 0,01 M de sustrato A, ambos implicados en la siguiente reacción enzimática:



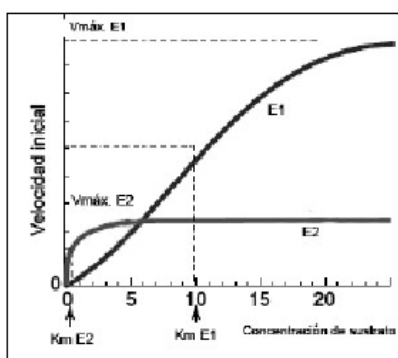
La velocidad máxima de la actividad enzimática fue de 100  $\mu\text{moles}/\text{min}/\mu\text{g}$  de enzima, no habiendo variación de la misma en el rango de pH 5 a 9. El valor de  $K_m$  fue sensible a los cambios de pH, lo cual puede ser observado en la siguiente gráfica:



- Calcule la velocidad inicial de reacción a pH 6,0 y a pH 8,0
- ¿Cuál de los dos valores de pH sería más conveniente para trabajar con esta enzima?  
¿Por qué?
- ¿Cuál sería la concentración de sustrato para que a pH 6,00 la velocidad inicial alcanzada sea igual a la obtenida trabajando a pH 8,00?

4) En la siguiente gráfica se representa la actividad enzimática de las isoenzimas E1 y E2. De acuerdo a la misma responda:

- ¿Cuál de las dos isoenzimas poseen mayor afinidad por el sustrato?
- ¿Cuál de las dos isoenzimas alcanza la  $V_{m\acute{a}x}$  con una menor concentración de sustrato?





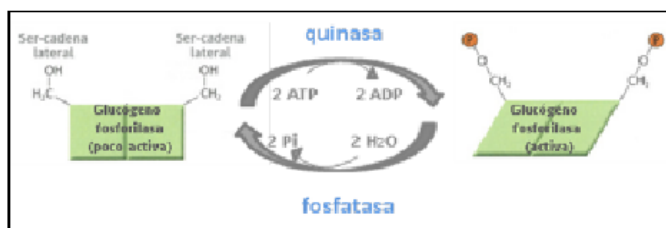
5) Una enzima que cataliza la reacción  $S \longrightarrow P$ , se ensaya con las siguientes concentraciones de sustrato, indicándose también las velocidades iniciales.

Concentración inicial de sustrato [M]	Velocidad inicial [ $\mu\text{mol/l min}$ ]
$1 \times 10^{-2}$	75,0
$1 \times 10^{-3}$	74,9
$1 \times 10^{-4}$	60,0
$7,5 \times 10^{-5}$	56,25
$6,26 \times 10^{-6}$	15,0

- a) Determinar el valor de la  $K_m$  de la enzima y la  $V_{m\acute{a}x}$  que se pueden conseguir con la concentración de la enzima utilizada.
- b) ¿Cuál será la velocidad inicial con concentraciones de sustrato tales como:  $2,5 \times 10^{-5} \text{ M}$  o  $5,0 \times 10^{-5} \text{ M}$ ?
- c) ¿Cuál sería la velocidad inicial con una concentración inicial de  $[S] 10^{-4}$  si se duplica la concentración de enzima?

6) Las características de la carne, como por ejemplo el color, están asociadas al contenido de glucógeno dentro del músculo. Así, un alto contenido de glucógeno al momento del sacrificio produce un descenso de pH en la misma, obteniéndose cortes de color más claros. La glucógeno fosforilasa es una enzima clave en la degradación del glucógeno, la cual es regulada por modificación covalente.

a) Teniendo en cuenta el gráfico de abajo, indique cuál de las enzimas siguientes debería encontrarse activa con el objeto de obtener carne de buena calidad.



- b) Identifique los grupos transferidos para modificar la actividad de la glucógeno fosforilasa.
- c) Mencione otros grupos químicos que son transferidos a las enzimas y son capaces de modificar su actividad.

## GUIA DE ESTUDIO

### Enzimas

Clasificación. Cofactores enzimáticos.

Unidad de Enzima, Actividad Específica e Índice de Cambio.

Ecuación de Michaelis Menten: Determinación gráfica de  $K_m$  y  $V_{m\acute{a}x}$ :

- ¿En qué condiciones se alcanza la  $V_{m\acute{a}x}$ . en una reacción enzimática?
- ¿Qué importancia tiene la determinación del  $K_m$  de una enzima?

Ecuación de Lineweaver-Burk. Determinación de  $K_m$  y  $V_{m\acute{a}x}$ .

Definición de  $K_m$ . Su importancia. ¿Qué factores modifican su valor?

- Efecto del pH sobre la Actividad Enzimática.
- Efecto de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas.
- Inhibición competitiva y no competitiva.

Representación gráfica de Lineweaver-Burk: diferencia entre un inhibidor competitivo y no competitivo:

- Complejos que se forman en presencia de un inhibidor competitivo y no competitivo.
- ¿Qué modificaciones presenta la pendiente y las intersecciones en cada tipo de inhibición?
- ¿Qué parámetros se modifican cuando actúan los dos tipos de inhibidores?

### Isoenzimas

Propiedades, composición,  $K_m$ , separación electroforética.

### Regulación metabólica

#### 1- Enzimas alostéricas:

- ¿Qué entiende por retroinhibición?
- ¿Qué propiedades tiene una enzima alostérica?
- ¿Cuál es el comportamiento de la enzima alostérica frente a concentraciones crecientes de sustrato?
- ¿Dónde se une el modulador o efector y cómo se modifica la actividad enzimática?

#### 2- Modulación covalente

- ¿Cómo se realiza el proceso de regulación covalente?
- Ejemplifique con la enzima fosforilasa.

### Zimógenos

- ¿Son enzimas activas?
- ¿La activación de los zimógenos es irreversible? Explique por qué.

### BIBLIOGRAFÍA

- Feduchi, E., Blasco, I., Romero, C.S., & Yáñez, E. (2011). Bioquímica. Conceptos esenciales. Panamericana.
- Harvey, R. A. & Ferrer, D. R. (2011). Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series). Biochemistry (Lippincott Illustrated Reviews Series), 40, 30888.
- Voet, D., Voet, J. G. & Pratt, C. W. (2013). Fundamentos de Bioquímica -4.ed.: La Vida a Nivel Molecular. Ed. Artmed.
- Maestre-Serrano, R., Guevara-Rozo, E., Colmenares-de Escamilla, I. & Pachón-Muñoz, E. (2008). Expresión de isoenzimas de L-lactato: NAD<sup>+</sup> Óxido-reductasa (LDH; EC. 1.1.1.27) durante el desarrollo embrionario del pez combatiente siames *Betta splendens* (REGAN, 1909). Universitas Scientiarum, 13(1), 11-20.

Consultado desde: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-74832008000100002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832008000100002&lng=en&tlng=es).

## Anexo III: Reglamentos de Cursada de la Asignatura Química Biológica para la Carrera Lic. En Biotecnología (2017-2021)

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS-2017

LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

### REGLAMENTO DE TRABAJOS PRÁCTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES

#### ALUMNOS REGULARES

1. Para el cursado de la asignatura el alumno deberá haber aprobado los cursos de Química Orgánica I y Biología General; regularizado los siguientes cursos: Química Orgánica II y Química Física II.
2. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de los trabajos prácticos de aula, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado en el avisador de la asignatura. Además, en la presente guía se encuentra adjunto el cronograma de actividades.
3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas así como en la guía de trabajos prácticos.
4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
5. Los conocimientos del alumno sobre la fundamentación teórica de los Trabajos Prácticos, serán evaluados antes, durante, o al final del desarrollo de los mismos.
6. Cada alumno llevará un cuaderno o carpeta en el que consignará los resultados y observaciones, a la manera de informe de los Trabajos Prácticos realizados. Al final de cada jornada el Jefe de Trabajos Prácticos podrá revisar y constatar los resultados obtenidos.
7. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos el alumno deberá obtener resultados adecuados, responder satisfactoriamente las preguntas y cuestionarios de trabajos prácticos, y para ser considerado alumno regular en el curso deberá aprobar las Evaluaciones Parciales programadas y haber asistido al menos al 60% de las clases teóricas.
8. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
9. Los horarios de comienzo de los Trabajos Prácticos están pautados con suficiente anticipación para que el alumno los conozca, por lo tanto deberá llegar en horario y no existirá tolerancia respecto a las tardanzas. En el caso que un alumno ingrese al Trabajo Práctico después del comienzo del mismo, implicará un ausente en el cuestionario y deberá recuperar dicho práctico.
10. Por las mismas reglamentaciones, los alumnos tendrán dos (2) oportunidades de recuperación de los Trabajos Prácticos de aula, debiendo aprobar en primera instancia el 75% (o su fracción menor) completando la aprobación del noventa por ciento (90%) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos.
11. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el cien por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.

12. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.

#### ALUMNOS CON PROMOCION SIN EXAMEN FINAL

Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para acceder a dicha Promoción los alumnos deberán:

- 1- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura. Las materias que deberán estar aprobadas son: Química Orgánica II y Química Física II.
- 2- Para mantener la condición de alumno promocional deberá cumplir, como mínimo, con la asistencia al ochenta por ciento (80%) de las actividades teóricas programadas.
- 3- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares
4. Evaluaciones y recuperaciones: Se realizarán evaluaciones parciales de la totalidad del programa teórico y de Trabajos Prácticos.
5. Cada evaluación será escrita u oral, según la naturaleza del tema. Para aprobar cada evaluación parcial se requiere el 70% del puntaje total. Las evaluaciones se calificarán con una nota, en la escala del 1 (uno) al 10 (diez). Para aprobar se requerirá un mínimo de 7 (siete) puntos
- 6- Aprobar una evaluación adicional, de modalidad oral, sobre el tema de Integración Metabólica.
- 7- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán solo dos (2) recuperaciones para todas las evaluaciones Parciales. Estas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
- 8- Pérdida de la promoción: en el caso de no satisfacerse algunas de las condiciones establecidas en este reglamento, el alumno será considerado regular si cumple con las respectivas condiciones de regularidad.

## NORMAS DE BIOSEGURIDAD QUE EL ALUMNO DEBERA CUMPLIR PARA TRABAJAR EN EL LABORATORIO

### Riesgo Biológico

La manipulación o exposición a los agentes biológicos puede traer como consecuencia la infección del personal expuesto, con o sin manifestación de la enfermedad. En el hombre, el riesgo de infección es el más significativo (por la frecuencia e importancia) y el más antiguo de los reconocidos por los profesionales de la salud. Entre las causas atribuidas a las infecciones del personal de laboratorio se destacan: el uso de objetos punzo-cortantes contaminados con fluidos corporales, los derrames o salpicaduras, el trabajo con animales de laboratorio, no tomar las adecuadas medidas de protección, etc.

### Reglas críticas de higiene y seguridad

Al formarse como profesional, debe tener en cuenta una serie de normas, que contribuirán a llegar a resultados exactos, a un correcto desempeño en las actividades a desarrollar en un laboratorio, y al cuidado de la salud.

Las normas de seguridad están hechas para la protección de su vida, por lo tanto su cumplimiento es OBLIGATORIO. A saber:

- 1) Los pasillos de circulación, vías de evacuación y puertas de emergencia no deben estar obstruidas.
- 2) El uso del guardapolvo y guantes de látex es obligatorio dentro del laboratorio. El uso de barbijo y lentes es obligatorio en el trabajo práctico que lo requiera.
- 3) No se permitirá la entrada a los laboratorios con pantalones cortos, chinelas o cabello largo suelto.
- 4) Está terminantemente prohibido fumar, comer, e ingerir bebidas en el laboratorio.
- 5) Deberá mantener su mesada y pileta limpias. Para ello a cada trabajo práctico debe traer una rejilla o repasador limpio.
- 6) Al comenzar el trabajo práctico, todo el material debe estar limpio y seco para evitar inexactitudes.
- 7) No malgaste los reactivos. No los impurifique con pipetas sucias, esto perjudicará su trabajo y el de sus compañeros. Nunca devuelva al recipiente original una sustancia que se ha sacado del mismo, pues podría contaminarla.
- 8) Cuando trabaje con material biológico (sangre total, suero, orina) utilice guantes, debe considerarlo material infecto contagioso.
- 9) Los tips y pipetas, luego de ser utilizados, deberán ser descartados dentro de los correspondientes recipientes con lavandina, para una descontaminación previa al lavado final. No los deje apoyados sobre la mesada.
- 10) No deberá pipetear ácidos, álcalis, o cualquier producto corrosivo o tóxico, con la boca, use una pera o pro-pipeta. Si algún reactivo es accidentalmente ingerido, avise de inmediato al personal docente.
- 11) Si algún líquido corrosivo toca su cuerpo, use la ducha y lave la zona afectada con abundante agua, si los afectados son los ojos use el lavaojos y lávelos durante 15 minutos luego solicite primeros auxilios.

- 12) Todas las operaciones que desprendan gases tóxicos y/o irritantes deberán efectuarse bajo la campana extractora sin excepción.
- 13) En caso de derrame de ácidos ó solventes se procederá a volcar sobre el mismo un balde de arena destinado a tal fin, ubicado en nuestro laboratorio, en la mesa lateral.
- 14) Dilución de ácidos: Cuando realice la dilución de un ácido proceda a añadir lentamente el ácido al agua contenida en un vaso, agitando constantemente y enfriando el vaso receptor. Nunca añadir agua al ácido (*no se debe bañar el ácido*).
- 15) Uso y Tratamiento de reactivos y soluciones químicas:
- a- Al usar cualquier tipo de reactivos, asegúrese que es el correcto y lea bien su etiqueta. Si es transferido a otro recipiente, rotúlelo de nuevo.
  - b- Todos los reactivos deberán manejarse con el material perfectamente limpio. Todos los sólidos deberán manejarse con espátula.
  - c- No utilizar reactivos sin haber registrado sus propiedades en el cuaderno de laboratorio, enterándose de los riesgos de su uso y tomando las precauciones pertinentes.
  - d- No manipular productos inflamables (benceno, tolueno, éter, etc.) en presencia de mecheros encendidos.
  - e- Cuando un reactivo requiera una agitación vigorosa por inversión del recipiente, tápelo con un tapón de vidrio esmerilado o de goma, nunca lo haga con la mano.
  - f- Al calentar una solución y/o reactivo, hágalo en recipientes adecuados para ese efecto.
  - g- Al calentar una solución en un tubo de ensayo debe hacerse bajo el nivel del líquido y agitando constantemente. No dirigir la boca del tubo hacia compañero o a sí mismo, pues puede proyectarse.
  - h- Cualquier material caliente debe colocarse sobre una placa resistente al calor.
  - i- Algunos desperdicios líquidos podrán desecharse en las piletas de descarga con un rango pH moderado de 6-8, dejando correr suficiente agua, ya que muchos de ellos pueden ser corrosivos. Soluciones alejadas de estos pH deberán primero ser neutralizadas antes de desecharlas.
- 16) Todos los desperdicios sólidos y papeles, no patológicos o contaminantes, deberán colocarse en los botes de basura. Los residuos sólidos patológicos o contaminantes deberán desecharse en los recipientes con bolsas rojas destinados a tal fin. El material de vidrio roto deberá descartarse en recipientes especiales para ese efecto.
- 17) Con respecto al Trabajo Práctico: Luego de finalizado el trabajo práctico, lave el material, enjuáguelo con agua destilada y déjelo secar.
- 18) Controle que todo el instrumental que utilizó (espectrofotómetro, centrifugas, peachímetro, etc.) quede limpio, apagado y cubierto con su funda si fuera necesario.
- 19) Las bromas en su trabajo pueden causar accidentes, no las haga, trabaje con seriedad pensando que está próximo a desempeñarse como profesional. En el laboratorio no corra, camine.

---

**REGLAMENTO DE TRABAJOS PRÁCTICOS - APROBACIÓN DE PARCIALES****ALUMNOS REGULARES**

1. Para el cursado de la asignatura el alumno deberá haber aprobado los cursos de Introducción a la Biotecnología y Biología General; y regularizado los cursos de Química de Biomoléculas y Físicoquímica.
  2. Los alumnos conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de los trabajos prácticos de aula, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado en el avisador de la asignatura. Además, en la presente guía se encuentra adjunto el cronograma de actividades.
  3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas, así como en la guía de trabajos prácticos.
  4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.
  5. Los conocimientos del alumno sobre la fundamentación teórica de los Trabajos Prácticos, serán evaluados antes, durante, o al final del desarrollo de los mismos.
  6. Cada alumno llevará un cuaderno o carpeta en el que consignará los resultados y observaciones, a la manera de informe de los Trabajos Prácticos realizados. Al final de cada jornada el Jefe de Trabajos Prácticos podrá revisar y constatar los resultados obtenidos.
  7. Para la aprobación de los Trabajos Prácticos el alumno deberá obtener resultados adecuados, responder satisfactoriamente las preguntas y cuestionarios de trabajos prácticos. Para ser considerado alumno regular en el curso deberá aprobar las Evaluaciones Parciales programadas y haber asistido al menos al 60% de las clases teóricas.
  8. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) los alumnos deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y de las Evaluaciones Parciales sobre los mismos.
  9. Los horarios de comienzo de los Trabajos Prácticos están pautados con suficiente anticipación para que el alumno los conozca, por lo tanto, deberá llegar en horario y no existirá tolerancia respecto a las tardanzas. En el caso que un alumno ingrese al Trabajo Práctico después del comienzo del mismo, implicará un ausente en el cuestionario y deberá recuperar dicho práctico.
  10. Por las mismas reglamentaciones, los alumnos tendrán dos (2) oportunidades de recuperación de los Trabajos Prácticos de aula, debiendo aprobar en primera instancia el 75% (o su fracción menor) completando la aprobación del noventa por ciento (90%) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos.
  11. Para poder rendir cada evaluación parcial, los alumnos deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.
-



12. Teniendo en cuenta la Ord. Nº 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará al final del cuatrimestre. Ambas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.

### ALUMNOS CON PROMOCION SIN EXAMEN FINAL

Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para acceder a dicha Promoción los alumnos deberán:

- 1- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el plan de estudio para rendir el examen final de esta asignatura. Las materias que deberán estar aprobadas son: Química de Biomoléculas y Fisicoquímica
- 2- Para mantener la condición de alumno promocional deberá cumplir, como mínimo, con la asistencia al ochenta por ciento (80%) de las actividades teóricas programadas.
- 3- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y aula con igual exigencia que los alumnos regulares
4. Evaluaciones y recuperaciones: Se realizarán evaluaciones parciales de la totalidad del programa teórico y de Trabajos Prácticos.
5. Cada evaluación será escrita u oral, según la naturaleza del tema. Para aprobar cada evaluación parcial se requiere el 70% del puntaje total. Las evaluaciones se calificarán con una nota, en la escala del 1 (uno) al 10 (diez). Para aprobar se requerirá un mínimo de 7 (siete) puntos
- 6- Aprobar una evaluación adicional, de modalidad oral, sobre el tema de Integración Metabólica.
- 7- Los alumnos que opten por la Promoción sin examen final tendrán solo dos (2) recuperaciones para todas las evaluaciones Parciales. Estas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.
- 8- Pérdida de la promoción: en el caso de no satisfacerse algunas de las condiciones establecidas en este reglamento, el alumno será considerado regular si cumple con las respectivas condiciones de regularidad.

---

## NORMAS DE BIOSEGURIDAD QUE EL ALUMNO DEBERA CUMPLIR PARA TRABAJAR EN EL LABORATORIO

### Riesgo Biológico

La manipulación o exposición a los agentes biológicos puede traer como consecuencia la infección del personal expuesto, con o sin manifestación de la enfermedad. En el hombre, el riesgo de infección es el más significativo (por la frecuencia e importancia) y el más antiguo de los reconocidos por los profesionales de la salud. Entre las causas atribuidas a las infecciones del personal de laboratorio se destacan: el uso de objetos punzo-cortantes contaminados con fluidos corporales, los derrames o salpicaduras, el trabajo con animales de laboratorio, no tomar las adecuadas medidas de protección, etc.

### Reglas críticas de higiene y seguridad

Al formarse como profesional, debe tener en cuenta una serie de normas, que contribuirán a llegar a resultados exactos, a un correcto desempeño en las actividades a desarrollar en un laboratorio, y al cuidado de la salud en el ambiente de trabajo.

Las normas de seguridad están hechas para la protección de su vida, por lo tanto, su cumplimiento es OBLIGATORIO. A saber:

- 1) Los pasillos de circulación, vías de evacuación y puertas de emergencia no deben estar obstruidas.
  - 2) El uso del guardapolvo y guantes de látex es obligatorio dentro del laboratorio. El uso de barbijo y lentes es obligatorio en el trabajo práctico que lo requiera.
  - 3) No se permitirá la entrada a los laboratorios con pantalones cortos, chinelas o cabello largo suelto.
  - 4) Está terminantemente prohibido fumar, comer, e ingerir bebidas en el laboratorio.
  - 5) Deberá mantener su mesada y pileta limpias. Para ello a cada trabajo práctico debe traer una rejilla o repasador limpio.
  - 6) Al comenzar el trabajo práctico, todo el material debe estar limpio y seco para evitar inexactitudes.
  - 7) No malgaste los reactivos. No los impurifique con pipetas sucias, esto perjudicará su trabajo y el de sus compañeros. Nunca devuelva al recipiente original una sustancia que se ha sacado del mismo, pues podría contaminarla.
  - 8) Cuando trabaje con material biológico (sangre total, suero, orina) utilice guantes, debe considerarlo material infecto contagioso.
  - 9) Las puntas plásticas o tips y pipetas, luego de ser utilizados, deberán ser descartados dentro de los correspondientes recipientes con lavandina, para una descontaminación previa al lavado final. No los deje apoyados sobre la mesada.
  - 10) No deberá pipetear ácidos, álcalis, o cualquier producto corrosivo o tóxico, con la boca, use una pera o pro-pipeta. Si algún reactivo es accidentalmente ingerido, avise de inmediato al personal docente.
  - 11) Si algún líquido corrosivo toca su cuerpo, use la ducha y lave la zona afectada con abundante agua, si los afectados son los ojos use el lavaojos y lávelos durante 15 minutos luego solicite primeros auxilios.
  - 12) Todas las operaciones que desprendan gases tóxicos y/o irritantes deberán efectuarse bajo la campana extractora sin excepción.
-

**REGLAMENTO PARA EL CURSADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA****Estudiantes regulares**

1. Para el cursado de la asignatura el estudiante deberá haber aprobado los cursos de Biología General y Química Orgánica y regularizado los siguientes cursos: Química de Biomoléculas, Biología Celular y Fisiología (Plan 7/17).

2. Los estudiantes conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de las clases teóricas y de los Trabajos Prácticos, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado en el avisador de la asignatura.

3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas, así como en la guía de trabajos prácticos.

4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.

5. De acuerdo a una concepción de evaluación formativa, los TPA serán evaluados mediante la resolución y exposición de los ejercicios por parte de los estudiantes y la elaboración de un informe final escrito en el cual se incluya dicha resolución. Previo a la jornada del TPA, existirá una instancia de consulta con el docente responsable del práctico.

6. Para el caso de la evaluación de los TPL, se utilizará una lista de control para registrar la expresión o adquisición práctica, como también la presentación de un informe final de laboratorio, cuya guía de elaboración se encuentra anexa a la presente guía.

7. Para poder rendir cada evaluación parcial, los estudiantes deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.

8. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como alumno regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará al final del cuatrimestre. Ambas instancias de recuperación se aprobarán con el 75% del puntaje total.

9. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y las Evaluaciones Parciales sobre los mismos. Además, deberán haber asistido al sesenta por ciento (60 %) de las clases teóricas

Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

## NORMAS DE BIOSEGURIDAD QUE EL ESTUDIANTE DEBERA CUMPLIR PARA TRABAJAR EN EL LABORATORIO

### Riesgo biológico

La manipulación o exposición a los agentes biológicos puede traer como consecuencia la infección del personal expuesto, con o sin manifestación de la enfermedad. En el hombre, el riesgo de infección es el más significativo (por la frecuencia e importancia) y el más antiguo de los reconocidos por los profesionales de la salud. Entre las causas atribuidas a las infecciones del personal de laboratorio se destacan: el uso de objetos punzo-cortantes contaminados con fluidos corporales, los derrames o salpicaduras, el trabajo con animales de laboratorio, no tomar las adecuadas medidas de protección, etc.

### Reglas críticas de higiene y seguridad

Al formarse como profesional, debe tener en cuenta una serie de normas, que contribuirán a llegar a resultados exactos, a un correcto desempeño en las actividades a desarrollar en un laboratorio, y al cuidado de la salud.

Las normas de seguridad están hechas para la protección de su vida, por lo tanto su cumplimiento es OBLIGATORIO. A saber:

- 1) Los pasillos de circulación, vías de evacuación y puertas de emergencia no deben estar obstruidas.
- 2) El uso del guardapolvo es obligatorio dentro del laboratorio. El uso de guantes de látex, barbijo y lentes es obligatorio en el trabajo práctico que lo requiera.
- 3) No se permitirá la entrada a los laboratorios con pantalones cortos, chinelas o cabello largo suelto.
- 4) Está terminantemente prohibido fumar, comer, e ingerir bebidas en el laboratorio.
- 5) Deberá mantener su mesada y pileta limpias. Para ello a cada trabajo práctico debe traer una rejilla o repasador limpio.
- 6) Al comenzar el trabajo práctico, todo el material debe estar limpio y seco para evitar inexactitudes.
- 7) No malgaste los reactivos. No los impurifique con pipetas sucias, esto perjudicará su trabajo y el de sus compañeros. Nunca devuelva al recipiente original una sustancia que se ha sacado del mismo, pues podría contaminarla.
- 8) Cuando trabaje con material biológico (sangre total, suero, orina) utilice guantes de látex, debe considerarlo material infecto contagioso.

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

- 9) Las puntas plásticas o tips y pipetas de vidrio, luego de ser utilizados, deberán ser descartados dentro de los correspondientes recipientes con lavandina, para una descontaminación previa al lavado final. No los deje apoyados sobre la mesada.
- 10) No deberá pipetear ácidos, álcalis, o cualquier producto corrosivo o tóxico, con la boca, use una pera o pro-pipeta. Si algún reactivo es accidentalmente ingerido, avise de inmediato al personal docente.
- 11) Si algún líquido corrosivo toca su cuerpo, use la ducha y lave la zona afectada con abundante agua, si los afectados son los ojos use el lavaojos y lávelos durante 15 minutos luego solicite primeros auxilios.
- 12) Todas las operaciones que desprendan gases tóxicos y/o irritantes deberán efectuarse **bajo la campana extractora sin excepción.**
- 13) En caso de derrame de ácidos o solventes se procederá a volcar sobre el mismo un balde de arena destinado a tal fin, ubicado en nuestro laboratorio, en la mesa lateral.
- 14) Dilución de ácidos: Cuando realice la dilución de un ácido proceda a añadir lentamente el ácido al agua contenida en un vaso, agitando constantemente y enfriando el vaso receptor. **Nunca añadir agua al ácido (*no se debe bañar el ácido*).**
- 15) Uso y Tratamiento de reactivos y soluciones químicas:
  - a- Al usar cualquier tipo de reactivos, asegúrese que es el correcto y **lea bien su etiqueta.** Si es transferido a otro recipiente, **rotúlelo de nuevo.**
  - b- Todos los reactivos deberán manejarse con el material perfectamente limpio. Todos los sólidos deberán manejarse con espátula.
  - c- No utilizar reactivos sin haber registrado sus propiedades en el cuaderno de laboratorio, enterándose de los riesgos de su uso y tomando las precauciones pertinentes.
  - d- No manipular productos inflamables (benceno, tolueno, éter, etc.) en presencia de mecheros encendidos.
  - e- Cuando un reactivo requiera una agitación vigorosa por inversión del recipiente, tápele con un tapón de vidrio esmerilado o de goma, nunca lo haga con la mano.
  - f- Al calentar una solución y/o reactivo, hágalo en recipientes adecuados para ese efecto.
  - g- Al calentar una solución en un tubo de ensayo debe hacerse bajo el nivel del líquido y agitando constantemente. No dirigir la boca del tubo hacia compañero o a sí mismo, pues puede proyectarse.
  - h- Cualquier material caliente debe colocarse sobre una placa resistente al calor.
  - i- Algunos desperdicios líquidos podrán desecharse en las piletas de descarga con un rango pH moderado de 6-8, dejando correr suficiente agua, ya que muchos de ellos pueden ser corrosivos. Soluciones alejadas de estos pH deberán primero ser neutralizadas antes de desecharlas.

## Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

- 16) Todos los desperdicios sólidos y papeles, no patológicos o contaminantes, deberán colocarse en los botes de basura. Los residuos sólidos patológicos o contaminantes deberán desecharse en los recipientes con **bolsas rojas** destinados a tal fin. El material de vidrio roto deberá descartarse en recipientes especiales para ese efecto.
- 17) Controle que todo el instrumental que utilizó (espectrofotómetro, centrifugas, medidor de pH, etc.) quede limpio, apagado y cubierto con su funda si fuera necesario.
- 18) Las bromas en su trabajo pueden causar accidentes, no las haga, trabaje con seriedad pensando que está próximo a desempeñarse como profesional.

Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

## GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE TPL

*El objetivo de estos informes de TPL es el desarrollo de las capacidades de expresión escrita de los estudiantes, como también el de comparar observaciones, constatar resultados y argumentar las experiencias a partir de las prácticas de laboratorio realizadas.*

ESTE TRABAJO ATENDERÁ LOS SIGUIENTES REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN:

- Elaborado en grupo, de acuerdo a las comisiones que realizaron la experiencia de laboratorio (un informe por comisión).
- Emplear bibliografía básica de la asignatura y consignarla al final del informe (puede consistir en libros de texto o la guía de Trabajos Prácticos).
- Constituir una elaboración propia, coherente, reflexiva y fundamentada. No es una copia de fragmentos de la guía de Trabajos Prácticos.
- Presentado en tiempo y forma. Es posible realizarlo vía correo electrónico a la siguiente dirección: Qca.biologica.FQBF.UNSL@gmail.com

El no cumplimiento de las características solicitadas implica el pedido de la re-elaboración del informe. Para rendir el examen parcial, todos los informes de los temas evaluados en dicho parcial, deberán estar aprobados.

Usted posee la libertad de agregar lo que considere importante, pero debe respetar como base, los ítems detallados en esta guía.

### Características del texto

- Fuente y tamaño: letra arial, tamaño 11.
- Interlineado: 1,5 líneas.
- Márgenes: superior e inferior de 2,5 cm, e izquierdo y derecho de 2,5 cm.
- Párrafo: texto justificado.

Prestar especial atención a la redacción, las faltas de ortografía y las expresiones coloquiales. Indague el significado de una palabra, en caso de ignorarlo. Utilice los correctores de gramática y ortografía disponibles.

### Contenido del informe

OBJETIVOS: explique con sus palabras qué objetivos se plantearon en el TPL.

Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología

**INTRODUCCIÓN TEÓRICA:** breve introducción con información pertinente del tema que se estudió en el laboratorio, es decir información teórica que permita comprender la fundamentación de la experiencia práctica. La introducción se ubica en el informe luego de los objetivos, pero su elaboración se realiza luego de concluir el informe ya que en esa instancia es posible comprender qué información conceptual es pertinente mencionar.

**MATERIALES y MÉTODOS:** incluir reactivos utilizados y fundamento de las reacciones involucradas. No copiar de la guía, explique y argumente de acuerdo a lo que realizó en la experiencia de laboratorio. Justifique la realización de los diferentes métodos y las reacciones que ensayó.

**RESULTADOS:** comente los resultados obtenidos. Si corresponden a una determinación cuantitativa, coloque los datos numéricos obtenidos y explique cómo los procesó para obtener un resultado. En cambio, si se trata de una determinación cualitativa, comente qué observó (ej.: un color, un cambio de color, etcétera).

**CONCLUSIÓN:** aquí hay varias opciones. Una de ellas implica comentar el resultado esperado y compararlo con el obtenido, a partir de ello es posible describir las conclusiones. Además, al final de cada TPL, se presenta en una serie de preguntas que le ayudarán a elaborar las conclusiones del Práctico.



**REGLAMENTO PARA EL CURSADO Y APROBACION DE LA ASIGNATURA****Estudiantes regulares**

1. Para el cursado de la asignatura el estudiante deberá haber aprobado los cursos de Biología General y Química Orgánica y regularizado los siguientes cursos: Química de Biomoléculas, Biología Celular y Fisicoquímica (Plan 7/17).

2. Los estudiantes conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de las clases teóricas y de los Trabajos Prácticos, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado en el avisador de la asignatura y en el ámbito del aula virtual.

3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas, así como en la guía de trabajos prácticos.

4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los alumnos en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.

5. La modalidad de los TPA consistirá en la resolución y exposición de los ejercicios por parte de los estudiantes. Previo a la jornada del TPA, existirá una instancia de consulta con el docente responsable del práctico.

6. Para el caso de la evaluación de los TPL, se utilizará una lista de control para registrar la expresión o adquisición práctica, como también la presentación de un informe final de laboratorio, cuya guía de elaboración se encuentra anexa a la presente guía.

7. Para poder rendir cada evaluación parcial, los estudiantes deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. Estas evaluaciones podrán ser escritas u orales y se aprobarán con el 65% del puntaje total.

8. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, para ser considerado como estudiante regular se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará a lo largo del cuatrimestre. Ambas instancias de recuperación se aprobarán con el 75% del puntaje total.

9. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y las Evaluaciones Parciales sobre los mismos. Además, deberán haber asistido al sesenta por ciento (60 %) de las clases teóricas

**Estudiantes con promoción sin examen final**

Este Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para acceder a dicha Promoción los estudiantes deberán:

1- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el Plan de Estudio de la carrera (Plan 7/17) para rendir el examen final de esta asignatura. Las materias que deberán estar aprobadas son: Físicoquímica, Biología Celular y Química de Biomoléculas.

2- Para mantener la condición de alumno promocional deberá cumplir, como mínimo, con la asistencia al ochenta por ciento (80%) de las actividades teóricas programadas.

3- Aprobar los TPA y TPL con igual exigencia que los estudiantes regulares.

4. Evaluaciones y recuperaciones: se realizarán evaluaciones parciales de la totalidad del programa teórico y de Trabajos Prácticos.

5. Cada evaluación será escrita u oral, según la naturaleza del tema. Para aprobar cada evaluación parcial se requiere el 70% del puntaje total.

6- Los estudiantes que opten por la Promoción sin examen final tendrán solo dos (2) recuperaciones para todas las evaluaciones Parciales. Estas recuperaciones se aprobarán con el 75% del puntaje total.

8- Pérdida de la promoción: en el caso de no satisfacer algunas de las condiciones establecidas en este reglamento, el estudiante será considerado regular si cumple con las respectivas condiciones de regularidad.

**REGLAMENTO PARA EL CURSADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA****Estudiantes regulares**

1. Para el cursado en condición regular de la asignatura el estudiante deberá haber aprobado los cursos de Biología General y Química Orgánica y regularizado los siguientes cursos: Química de Biomoléculas, Biología Celular y Físicoquímica (Plan 7/17).

2. Los estudiantes conocerán, al comenzar el cuatrimestre, las fechas y los temas de las clases teóricas y de los Trabajos Prácticos, como así también las fechas de las Evaluaciones Parciales. Todo lo mencionado será informado mediante un cronograma publicado en el Aula Virtual de la asignatura: <https://www.evirtual.unsl.edu.ar/moodle/>.

3. La fundamentación teórica de los trabajos prácticos se desarrollará en las clases teóricas, así como también, en la guía de trabajos prácticos.

4. La bibliografía de cada uno de los temas a desarrollar estará a disposición de los estudiantes en el Área de Química Biológica y se les dará a conocer la que se encuentra para consulta en Biblioteca.

5. La modalidad de los TPA consistirá en dos jornadas utilizando la plataforma de Google-meet. Durante la primera jornada, la docente responsable de los Trabajos Prácticos brindará una guía para la resolución de los problemas o ejercicios de aplicación, basándose en los temas abordados en las clases teóricas dictadas previamente. En una segunda jornada, los estudiantes expondrán la resolución de los problemas/ejercicios de aplicación.

6. Para poder rendir cada evaluación parcial, los estudiantes deberán tener aprobado el ciento por ciento (100%) de los trabajos prácticos cuyos contenidos se evalúan en la misma. La evaluación de los TPA será formativa, atendiendo a los siguientes criterios generales:

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	SOBRESALIENTE (10)	MUY BUENO (8-9)	BUENO (6-7)	REHACER
1) Contenido del Tema del T.P.A				
1.a) Introducción teórica para la resolución del ejercicio o problema de aplicación	<p>La introducción teórica brindada es breve, pertinente y aporta a la resolución del ejercicio propuesto. Incluye esquemas que facilitan la explicación de dicha introducción, y se vincula con la información brindada en las clases teóricas o en la guía de TP.</p>	<p>La introducción teórica brindada es breve, pertinente y aporta a la resolución del ejercicio propuesto. Se vincula con la información brindada en las clases teóricas o en la guía de TP.</p>	<p>La introducción teórica brindada es pertinente y aporta a la resolución del ejercicio propuesto.</p>	<p>La introducción teórica no es pertinente y no aporta a la resolución del ejercicio propuesto. No se vincula con la información brindada en las clases teóricas o en la guía de TP.</p>
1.b) Desarrollo de la resolución del ejercicio o problema de aplicación	<p>Plantea y explica el enunciado del ejercicio o problema de aplicación. Comenta, justifica y presenta un esquema de pensamiento o razonamiento que llevó a plantear la resolución de los ejercicios o problemas de aplicación. Utiliza los interrogantes o preguntas propuestos por la docente para vincular con aspectos específicos de las clases teóricas. Los estudiantes brindan ejemplos que permiten identificar una profundización</p>	<p>Plantea y explica el enunciado del ejercicio o problema de aplicación. Comenta y justifica un esquema de pensamiento o razonamiento que llevó a plantear la resolución de los ejercicios o problemas de aplicación. Utiliza los interrogantes o preguntas propuestos por la docente para vincular con aspectos específicos de las clases teóricas.</p>	<p>Plantea y explica el enunciado del ejercicio o problema de aplicación. Comenta un esquema de pensamiento o razonamiento que llevó a plantear la resolución de los ejercicios o problemas de aplicación. <b>En el caso que corresponda:</b> Reconoce la función principal de cada una de las vías metabólicas estudiadas, pero no su ubicación celular.</p>	<p>No plantea, ni explica el enunciado del ejercicio o problema de aplicación. No comenta ni justifica un esquema de pensamiento o razonamiento que llevó a plantear la resolución de los ejercicios o problemas de aplicación, o bien, el mismo es incompleto. No utiliza los interrogantes o preguntas propuestos por la docente para vincular con aspectos específicos de las</p>

	<p>en el tema abordado.</p> <p><b>En el caso que corresponda:</b></p> <p>Reconoce la función principal de cada una de las vías metabólicas estudiadas y su ubicación celular. Además, establece conexiones entre diferentes vías metabólicas y contextualiza en qué situaciones son llevadas a cabo, de acuerdo al enunciado del ejercicio de aplicación.</p> <p>Suministra información extra, más allá de la solicitada en el enunciado del ejercicio o problema de aplicación.</p>	<p><b>En el caso que corresponda:</b></p> <p>Reconoce la función principal de cada una de las vías metabólicas estudiadas. Además, establece conexiones entre diferentes vías metabólicas y contextualiza en qué situaciones son llevadas a cabo, de acuerdo al enunciado del ejercicio de aplicación.</p>	<p>Además, establece conexiones entre diferentes vías metabólicas.</p>	<p>clases teóricas.</p> <p><b>En el caso que corresponda:</b></p> <p>No reconoce la función principal de cada una de las vías metabólicas estudiadas, así como tampoco su ubicación celular.</p> <p>No logra establecer conexiones entre diferentes vías metabólicas y tampoco contextualiza en qué situaciones son llevadas a cabo, de acuerdo al enunciado del ejercicio de aplicación.</p>
<p>1.c) Uso de bibliografía para fundamentar explicaciones</p>	<p>En las explicaciones brindadas, se utilizan referencias bibliográficas pertinentes y actualizadas de temas de bioquímica o química biológica.</p> <p>En el caso de cuestionamientos e inquietudes, las fuentes a consultar corresponden a bibliografía científica o sitios de internet con contenido validado por la comunidad científica o educativa.</p> <p>En el caso de gráficos, figuras o fotos se citan las fuentes, o se aclaran las modificaciones propias.</p>	<p>En las explicaciones brindadas, se utilizan referencias bibliográficas pertinentes y actualizadas de temas de bioquímica o química biológica.</p> <p>En el caso de cuestionamientos e inquietudes, las fuentes a consultar corresponden a bibliografía científica o sitios de internet con contenido validado por la comunidad científica o educativa.</p>	<p>En las explicaciones brindadas, se utilizan referencias bibliográficas pertinentes y actualizadas de temas de bioquímica o química biológica.</p>	<p>En las explicaciones brindadas, no se utilizan referencias bibliográficas, o bien las mismas provienen de fuentes no confiables.</p>

...

<p>2) Comunicación</p> <p>2.a) Presentación de la exposición</p>	<p>La exposición de las resoluciones se realiza utilizando algún tipo de presentación gráfica (power point, Canva, Prezi, etc.).</p> <p>El trabajo posee una carátula con la identificación de la asignatura, el título del TPA, los nombres de los autores.</p> <p>El cuerpo del trabajo se encuentra justificado, con una letra fácil de leer.</p> <p>La presentación de resultados incluye esquemas, figuras, que apoyen las explicaciones.</p> <p>La presentación es breve, concisa y clara. Se demuestra capacidad de síntesis.</p>	<p>La exposición de las resoluciones se realiza utilizando algún tipo de presentación gráfica (power point, Canva, Prezi, etc.).</p> <p>El trabajo posee una carátula con la identificación de la asignatura, el título del TPA, los nombres de los autores.</p> <p>La presentación de resultados incluye esquemas, figuras, que apoyen las explicaciones.</p> <p>La presentación es breve, concisa y clara. Se demuestra capacidad de síntesis.</p>	<p>La presentación es breve, concisa y clara, pero no es apoyada por ningún formato visual. Se demuestra capacidad de síntesis.</p>	<p>La presentación no es breve, no es concisa, ni clara, evidenciando falta de preparación o problemas de interpretación.</p> <p>Durante la presentación, no es posible expresar claramente las ideas o bien, se recurre a la lectura de las mismas.</p> <p>No señala el contenido del tema.</p> <p>Desorganizado en su explicación.</p> <p>No concluye ni las ideas ni el tema.</p>
<p>2.b) Vocabulario utilizado y redacción</p>	<p>Utiliza un vocabulario académico, con términos adecuados y pertinentes a la asignatura.</p> <p>La presentación posee una correcta redacción, carece de errores de ortografía y gramaticales.</p>	<p>Utiliza un vocabulario académico, con términos adecuados y pertinentes a la asignatura.</p> <p>La presentación posee una correcta redacción, carece de errores de ortografía, pero aparecen errores gramaticales.</p>	<p>Utiliza un vocabulario académico, con términos adecuados y pertinentes a la asignatura.</p> <p>La presentación posee una correcta redacción, pero se aprecian errores de ortografía y gramaticales.</p>	<p>Utiliza un vocabulario académico, alternado con términos coloquiales.</p> <p>La presentación posee errores de redacción, ortográficos y gramaticales a repetición.</p>

<p>2.c) Actitud al comunicar</p>	<p>El equipo de trabajo habló equitativamente, demostrando que ambos integrantes han participado en la elaboración de la presentación y la resolución de cada uno de los ejercicios o problemas de aplicación.</p>	<p>En la mayoría de las ocasiones, uno de los integrantes del equipo escuchó y en pocas ocasiones habló. Sin embargo, en dichas ocasiones se realizaron aportes sustanciales a la presentación.</p>	<p>En la mayoría de las ocasiones, uno de los integrantes del equipo escuchó y en pocas ocasiones habló.</p>	<p>En la mayoría de las ocasiones, uno de los integrantes del equipo no realizó ningún tipo de aporte a la presentación, o bien se evidencian la división de tareas y la falta de integración en la presentación.</p>
----------------------------------	--	---	--	---

7. Teniendo en cuenta la Ord. N° 32/14, se deberá aprobar el 100% de las Evaluaciones Parciales. Cada Parcial tendrá dos (2) recuperaciones. En la primera instancia de evaluación los estudiantes aprobarán con el 65 % del puntaje total. La primera recuperación se llevará a cabo en no menos de 48 horas de publicado el resultado del Parcial. La segunda recuperación se realizará a lo largo del cuatrimestre. Ambas instancias de recuperación se aprobarán con el 70 % del puntaje total.

9. De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. N° 13/03 y su modificatoria Ord. N° 32/14) para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán aprobar el cien por ciento (100%) de los Trabajos Prácticos y las Evaluaciones Parciales sobre los mismos. Además, deberán haber asistido al sesenta por ciento (60 %) de las clases teóricas

#### **Estudiantes con promoción sin examen final**

El Curso de Química Biológica considera la posibilidad de aprobación por Promoción sin examen final. Para acceder a dicha Promoción los estudiantes deberán cumplir los siguientes requisitos:

1- En el momento de inscribirse al curso, cumplir con las exigencias de correlatividades establecidas en el Plan de Estudio de la carrera (Plan 7/17) para rendir el examen final de esta asignatura. Las asignaturas aprobadas requeridas para rendir Química Biológica (además de las que se requieren aprobadas para cursar/regularizar el curso), son las siguientes: Fisicoquímica, Biología Celular y Química de Biomoléculas.

2- Para mantener la condición de alumno promocional deberá cumplir, como mínimo, con la asistencia al ochenta por ciento (80%) de las actividades teóricas programadas.

3- Aprobar los TPA y TPL con igual exigencia que los estudiantes regulares.

4. Evaluaciones y recuperaciones: se realizarán evaluaciones parciales de la totalidad del programa teórico y de Trabajos Prácticos.

5. Cada evaluación será escrita u oral, según la naturaleza del tema. Para aprobar cada evaluación parcial se requiere el 75 % del puntaje total.

6- Los estudiantes que opten por la Promoción sin examen final tendrán solo dos (2) recuperaciones para todas las evaluaciones Parciales. Estas recuperaciones se aprobarán con el 80 % del puntaje total.

8- Pérdida de la promoción: en el caso de no satisfacer algunas de las condiciones establecidas en este reglamento, el estudiante será considerado regular, si cumple con las respectivas condiciones de regularidad.



## **Anexo IV: Introducción general de las guías de Trabajos Prácticos de Química Biológica para la Lic. En Biotecnología (2019-2021)**

**Año 2019**

### **Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología**

El curso de Química Biológica se desarrolla para los estudiantes de tercer año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares construidos en las asignaturas Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, se estudia primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. La enseñanza de los conocimientos del curso de Química Biológica se aborda través de clases teóricas seguidas de Trabajos Prácticos de Laboratorio y Aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de laboratorio, donde se plantea la enseñanza del uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y destrezas en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que se proponen la resolución de problemas y ejercicios para permitir a los estudiantes aclarar y aplicar conceptos teóricos para la construcción de un aprendizaje significativo.

La presente Guía de Trabajos Prácticos incluye el material utilizado para el desarrollo de los Trabajos Prácticos de Aula (TPA) y los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL).

**Año 2020****Guía de Trabajos Prácticos de Química Biológica para Lic. en Biotecnología**

El curso de Química Biológica se desarrolla para los estudiantes de tercer año de la Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares construidos en las asignaturas Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, se estudia primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la carrera de Lic. en Biotecnología. La enseñanza de los conocimientos del curso de Química Biológica se aborda través de clases teóricas seguidas de Trabajos Prácticos de Laboratorio y Aula. Los Trabajos Prácticos comprenden: experiencias de laboratorio, donde se plantea la enseñanza del uso de materiales biológicos necesarios para demostrar empíricamente los distintos procesos metabólicos y destrezas en el manejo de técnicas de laboratorio e instrumental, y trabajos prácticos de aula, en los que se proponen la resolución de problemas y ejercicios para permitir a los estudiantes aclarar y aplicar conceptos teóricos para la construcción de un aprendizaje significativo.

La presente Guía de Trabajos Prácticos incluye el material utilizado para el desarrollo de los Trabajos Prácticos de Aula (TPA) y los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL).

**Año 2021**

El curso de Química Biológica se desarrolla para los estudiantes de tercer año de la carrera de Lic. en Biotecnología. El objeto de estudio de la Química Biológica es el metabolismo y para su abordaje requiere de los conocimientos de las estructuras químicas y celulares construidos en las asignaturas Química Orgánica, Química de Biomoléculas y Biología Celular. Partiendo de esos conocimientos previos, el curso se organiza en tres Unidades temáticas, en función de sus objetivos: Unidad 1. Catálisis y regulación de las reacciones bioquímicas; Unidad 2. Bioenergética y metabolismo intermedio; Unidad 3. Integración metabólica. Así, se estudia primero las enzimas, como catalizadores biológicos de las reacciones metabólicas, luego, la digestión, absorción y metabolización de los principales nutrientes y su regulación: carbohidratos, lípidos, proteínas y nucleótidos, y finalmente, la interrelación e integración de sus vías de síntesis y de degradación y su regulación en distintos organismos y condiciones ambientales. Estos conocimientos constituyen las bases adecuadas para los cursos de Microbiología y Biología Molecular e Ingeniería Genética, del ciclo superior de la Lic. en Biotecnología. Durante este año académico, la enseñanza de los conocimientos del curso de Química Biológica se abordará a través de clases teóricas seguidas de Trabajos Prácticos de Aula. Los Trabajos Prácticos comprenden la resolución de problemas y ejercicios de aplicación que permiten a los estudiantes aclarar y aplicar conceptos teóricos para la construcción de un aprendizaje significativo.

La presente Guía de Trabajos Prácticos incluye el material utilizado para el desarrollo de los Trabajos Prácticos de Aula (TPA).

