

BIOQUÍMICA BÁSICA Y APLICADA
AL AMBIENTE BUCAL
TEORÍA Y PRÁCTICA

Figura de Portada:

Título: Ciencia y Arte.

Autora: Od. María Eugenia Piñas.

Técnica: acrílico sobre papel.

Año 2016.

BIOQUÍMICA BÁSICA Y APLICADA
AL AMBIENTE BUCAL
TEORÍA Y PRÁCTICA

Cátedra "A" de Química Biológica
Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Córdoba

Dr. Rubén Hugo Ponce

Profesor Titular

Dra. Raquel Vivian Gallará

Profesora Adjunta

Dra. María Eugenia Barteik

Profesora Asistente

Dra. Viviana Andrea Centeno

Profesora Asistente

Dra. María Andrea Delgado

Profesora Asistente

Dra. María Alejandra Bojanich

Profesora Asistente

Colaboradoras

Lic. Beatriz Castillo

Profesora Asistente, Asesoría Pedagógica, Facultad de Odontología, UNC

Od. María Eugenia Piñas

Profesora Asistente, Facultad de Odontología, UNC

Coautora del Teórico Práctico 12, Bioquímica de los tejidos mineralizados

Bioquímica básica y aplicada al ambiente bucal teoría y práctica /
Hugo Rubén Ponce ... [et al.]; contribuciones de Beatriz Castillo;
María Eugenia Piñas. - 1a ed. - Córdoba: Haravek Servicios
Gráficos, 2015.
262 p. ; 30 x 22 cm.

ISBN 978-987-27160-7-3

1. Bioquímica. I. Ponce, Hugo Rubén II. Castillo, Beatriz, colab. III. Piñas, María Eugenia, colab.
CDD 611.018



Título original: BIOQUÍMICA BASICA Y APLICADA AL AMBIENTE BUCAL.TEORÍA Y PRÁCTICA

1^{ra} edición: 2011

2^{da} edición: 2012

Reimpresión: 2013

3^{ra} edición: 2014

4^{ta} edición: 2015

4^{ta} edición renovada: 2016

Queda hecho el depósito que establece la ley N° 11723.

Propiedad intelectual expediente N° en trámite.

Derechos reservados.

© 2016, Córdoba, Argentina

PRESENTACIÓN

El propósito de esta edición de Bioquímica Básica y Aplicada al Ambiente Bucal, Teoría y Práctica, es ofrecer un material que facilite el estudio sobre los conocimientos de la Bioquímica, orientados en gran parte al área de la Odontología.

Los estudiantes de la carrera de Odontología podrán situarse en la asignatura de Química Biológica con la confianza puesta en los docentes, que están dispuestos a orientarlos y apoyarlos en su aprendizaje.

Este material se inicia con la presentación de los fundamentos de la asignatura, con un detalle pormenorizado de los contenidos que se desarrollan en el transcurso del cursado. También se sugiere una bibliografía de lectura recomendada o para la consulta a fin de profundizar los contenidos de las diferentes unidades temáticas.

Con el objeto de facilitar el cursado se detalla el cronograma de actividades a realizar por el estudiante y las condiciones académicas para lograr la regularidad y promoción de la asignatura.

Durante el cursado de la asignatura se realizarán 13 actividades con la modalidad de talleres, una instancia de actividad práctica en laboratorio y otra de discusión de un artículo científico que integra los conocimientos adquiridos. Previo a estos encuentros obligatorios, el alumno deberá responder las consignas planteadas en cada una de las actividades a fin de desarrollar durante la instancia presencial los puntos más dificultosos de comprender. Posteriormente, el alumno podrá autoevaluarse a través de una serie de preguntas planteadas en la sección "autoevaluación" de cada actividad, cuyas respuestas se encuentran al final de este libro guía. Todas las actividades presenciales serán evaluadas. Para la evaluación del aprendizaje se realizarán 2 exámenes parciales.

Debido a que en esta etapa del cursado de la asignatura no se conocen algunos términos específicos de la carrera que se mencionan en los artículos científicos, se elaboró un glosario mínimo a fin de esclarecer cualquier duda sobre sus significados.

Finalmente, en la sección anexa se ofrece un material que facilitará la elaboración de monografías o pósteres como modalidad de presentación de trabajos científicos.

Esperamos que lo brindado favorezca significativamente el aprendizaje, a la vez que reiteramos nuestra disponibilidad para recibir consultas y críticas constructivas para el mejoramiento de la enseñanza.

Bienvenidos!!!

Los autores

ÍNDICE

<i>Fundamentación de la asignatura</i>	9
<i>Contenidos</i>	13
<i>Bibliografía</i>	19
<i>Cronograma de actividades</i>	20
<i>Condición académica de los alumnos</i>	21
<i>Taller N° 1: Proteínas</i>	23
<i>Taller N° 2: Enzimas</i>	41
<i>Taller N° 3: Glúcidos</i>	55
<i>Taller N° 4: Lípidos</i>	69
<i>Actividad N° 5: Práctica de Laboratorio I: Ácidos nucleicos; Biosíntesis de proteínas; Introducción a la biología molecular.</i>	83
<i>Taller N° 6: Oxidaciones biológicas; Bioenergética</i>	97
<i>Taller N° 7: Introducción al metabolismo</i>	119
<i>Taller N° 8: Digestión y absorción de glúcidos; Metabolismo de glúcidos</i>	125
<i>Taller N° 9: Digestión y absorción de proteínas; Metabolismo de aminoácidos</i>	149
<i>Taller N° 10: Digestión y absorción de lípidos; Metabolismo de lípidos</i>	165
<i>Taller N° 11: Hormonas; Integración y regulación del metabolismo celular</i>	187
<i>Taller N° 12: Bioquímica de los tejidos mineralizados</i>	207
<i>Taller N° 13: Discusión de Trabajo Científico</i>	225
<i>Glosario</i>	227
<i>Anexos</i>	229
<i>Metabolismo energético y nutrición</i>	231
<i>Elaboremos una monografía</i>	251
<i>El cartel o póster como modalidad de presentación de trabajos científicos</i>	254
<i>Soluciones preguntas de autoevaluación</i>	261

FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

El hombre, como educando, tiene un derecho natural, fundamental e inalienable, que la Constitución Nacional en su artículo 14 denomina “derecho a aprender” y cuyo contenido puede sintetizarse como: el derecho de todos los hombres a la educación y el derecho a la educación de todo el hombre, es decir, a una educación personalizada, integral, integradora y por ende sistemática. Desde esta perspectiva, hemos de tener en cuenta que estamos formando odontólogos para el siglo XXI y que el futuro de la profesión odontológica será modelado por factores científicos, tecnológicos, socio-culturales, políticos y económicos. Actualmente se advierte una estrecha relación entre los conceptos de educación y adaptación al medio, dentro de una noción amplia, progresiva y renovada de la tarea educadora. Advertimos que la adaptación a la que nos referimos no se reduce a una simple y pura acomodación, sino más bien a la experiencia vital por la cual el hombre se incorpora al medio porque en éste encuentra tierra firme para subsistir. Pero al mismo tiempo, al entrar en contacto con el medio se produce una transformación recíproca. Reconociendo esta interacción entre el hombre y su medio, la educación no puede ignorar la presente realidad compleja y desafiante pues le compete a ella formar hombres capaces de transformarla positivamente y conducirla, con atención constante a los signos de los tiempos. A partir de allí se deberá adecuar el proceso educativo a las necesidades del mundo actual sin perder de vista al hombre concreto –ser bio-psico-sociocultural-, teniendo como prioridad la atención del desarrollo integral del hombre que será el mejor modo de proveer hombres para el desarrollo. La meta de la educación no puede reducirse a la propuesta de “aprender a aprender”, en un proceso de aprendizaje indefinido por sí mismo, ya que el parámetro definitivo estará dado por el “aprender a ser”. Este “aprender a ser” se dirige esencialmente a la persona, en este caso al educando, promoviendo su inserción en la comunidad y considerando la importancia del desarrollo de habilidades y actitudes para el trabajo en equipo y el trabajo interdisciplinario.

A la luz de esta visión sistémica, educador y educando se hallan comprometidos en una tarea común, recíproca y complementaria. Si bien reconocemos al educando como protagonista, no podemos soslayar que en esta nueva perspectiva la tarea del educador habrá de traducirse principalmente en la promoción de conocimiento científico aplicado, en el esclarecimiento y propuesta de valores personalizantes, en la creación de situaciones propicias para el aprendizaje y en la invitación al ejercicio de la participación co-responsable.

Para esto es preciso situarnos en el contexto de la asignatura específica (Química Biológica), su importancia para la formación del profesional odontólogo y el rol de este profesional en la sociedad al servicio de un campo específico de la salud, como es la salud bucal. Cabe destacar que la salud integral de las personas, sus familias y comunidades y por ende la salud bucal, constituye un derecho social.

Advertimos una actitud comprometida con la realidad que surge del seno de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba al plantearse la necesidad de una revisión de su currícula. Así mismo, se expresa como propósito de la Facultad de Odontología formar odontólogos generalistas que:

- Comprendan que el desempeño profesional implica una función de servicio;
- Sean capaces de entender y comprometerse con las necesidades sanitarias del contexto político, económico y sociocultural nacional y regional;
- Estén científicamente capacitados para el ejercicio eficiente de su actividad profesional, priorizando el enfoque preventivo.

Es nuestra intención colaborar activa y eficazmente desde esta asignatura al logro de tales objetivos, viendo en el educando no sólo al futuro profesional sino también a un ser humano y un ciudadano capaz de capitalizar los conocimientos adquiridos para mejorar su calidad de vida y de quienes lo rodean.

Fundamentación del programa

Los contenidos de la asignatura se complementan con los provistos por asignaturas no sólo del ciclo básico sino también del ciclo profesional. Por ende resulta conveniente definir al objeto de estudio de nuestra asignatura. La Química Biológica, ciencia que procura explicar los procesos vitales a nivel molecular, comprende tanto el estudio de los componentes de los seres vivos como las transformaciones

físico-químicas que acontecen en los sistemas biológicos.

El dictado de la asignatura se inicia con el estudio de las *macromoléculas* fundamentales de los organismos vivos, es decir proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos. En todo ser vivo ocurre a cada instante una cantidad de reacciones químicas, cuyo estudio se engloba bajo el nombre de metabolismo. Pero, naturalmente estos procesos no ocurrirían si no participaran las *enzimas*, catalizadores comprometidos tanto en la degradación de sustancias incorporadas desde el exterior (alimentos) como así también en la síntesis de componentes del organismo o en la elaboración de productos de desecho.

Luego, se estudia la *expresión y transmisión de la información genética*, seguida por una exposición de la *biología molecular* procariótica y eucariótica.

Durante el desarrollo de la asignatura se estudian los mecanismos de generación, almacenamiento y transferencia de *energía* en los eventos celulares. El educando, al poner en orden los conocimientos básicos de la Química Biológica, irá comprobando que la mayor parte de las conversiones químicas en los seres vivos se cumple en forma gradual, a través de una serie de etapas, las *vías metabólicas*, que partiendo de un compuesto inicial, lo van transformando hasta llegar a un producto determinado.

Pero es en la *integración* de las estructuras con función molecular, como así también la *regulación* del metabolismo, lo que da significado a la actividad celular. Esto lleva al estudio de los mecanismos de modulación de la actividad enzimática y de las funciones que cumplen las hormonas como importantes agentes de integración en los organismos pluricelulares.

En las últimas unidades se incluye el estudio de la *composición química de los tejidos calcificados del diente, mineralización de huesos y dientes y metabolismo de algunos minerales*. Además, se incluyen algunos conceptos de *bioquímica del complejo dentino-pulpar*.

Durante el desarrollo de la asignatura el alumno podrá aplicar los conocimientos adquiridos a aspectos específicos del *área Odontológica*.

El progreso de la química biológica ha sido uno de los factores más decisivos del desarrollo actual de las ciencias de la salud. Las contribuciones de esta ciencia básica han sido de gran beneficio y todo indica que los aportes pueden ser aún más trascendentes debido al progreso tecnológico y al surgimiento de nuevas formas de propagación del conocimiento. Esto crea tanto en los educadores como en los educandos la responsabilidad de asumir esta realidad a través de una más sólida preparación en ciencias básicas tales como la biología celular molecular, inmunología, genética y bioquímica. Los odontólogos del futuro no sólo encontrarán en la química biológica fundamentos para una interpretación racional de los fenómenos fisiológicos y patológicos, sino también el estímulo para una actitud inquisitiva, que haga de su actividad una permanente búsqueda de nuevos conocimientos para la aplicación de un correcto tratamiento preventivo y curativo.

Propósitos de la Cátedra:

- Brindar al alumno una formación integral, desde una perspectiva humanista, que lo impulse a ejercer la profesión con dignidad, ética, eficiencia, eficacia y espíritu de servicio a la comunidad.
- Capacitar al alumno mediante una preparación científica y técnica, sólida y actualizada, en los fundamentos y contenidos de la Química Biológica, integrada en la *currícula* de la carrera.
- Trasmitir al educando, desde la enseñanza de la Química Biológica, el acicate para una actitud inquisitiva que haga de su actividad una permanente búsqueda de nuevos conocimientos y lo comprometa con su autoformación permanente.
- Permitir que el alumno sepa reconocer y ordenar las grandes unidades de conocimiento de manera lógica y según su complejidad.
- Impulsar al educando a participar en forma activa durante el desarrollo de las actividades, comprometiéndolo en ello la reflexión valorativa y el razonamiento crítico.
- Brindar al alumno la posibilidad de adquirir conductas de trabajo interdisciplinario que los impulse a contribuir con aportes positivos en proyectos que hacen al bien común.

Objetivos Generales de la Asignatura:

En las diferentes instancias de aprendizaje se pretende que el educando logre:

- Identificar las pequeñas y grandes moléculas de los sistemas vivos y su interrelación dentro del organismo.
- Valorar el papel de la comunicación celular e intercelular en los seres vivos.
- Reconocer a la energía de la célula viva como un factor regulador de importancia en el curso de cualquier proceso físico-químico.
- Comprender el conjunto de procesos de biosíntesis y degradación de los componentes de la célula.
- Descubrir que la expresión metabólica resulta de la integración y regulación de todas las reacciones químicas que se dan en el ser vivo.
- Integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la asignatura a los procesos bioquímicos de interés odontológico.
- Incorporar conductas de estudio y trabajo organizado en la consulta, investigación, búsqueda, ordenamiento y evaluación de la información.
- Tomar conciencia de su futura responsabilidad de insertarse en la comunidad con un fuerte compromiso de servicio profesional.

CONTENIDOS

UNIDAD Nº 1: Apertura

Importancia del estudio de la bioquímica en el sistema estomatognático en la práctica profesional odontológica.

EJE TEMÁTICO I

Moléculas de Importancia Biológica y su Relación con el Ambiente Bucal

UNIDAD Nº 2: Proteínas

Expectativas de logro:

- Relacionar a las proteínas con los diferentes niveles de organización de la materia viva.
- Conocer la estructura de los aminoácidos para comprender el comportamiento de los restos aminoacídicos en una estructura proteica.
- Analizar la estructura de las proteínas y relacionarlas con los cambios que se producen en el medio (pH, concentración de sales).
- Analizar las funciones de algunas proteínas de interés odontológico.
- Conocer la composición y función de cada una de las salivas parciales y de la saliva total.
- Relacionar alteraciones de la saliva con patologías comunes en el área odontológica.
- Conocer la composición química y función de la película adquirida.

Proteínas: Importancia biológica. Aminoácidos. Clasificación de los aminoácidos. Propiedades físicas y químicas de los aminoácidos. Unión peptídica. Estructura de las proteínas: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Clasificación de las proteínas: simples y conjugadas, globulares y fibrosas. Principales propiedades físico-químicas de las proteínas. Análisis electroforéticos. Características estructurales y funcionales de proteínas globulares y fibrilares: colágeno y hemoglobina. Inmunoglobulinas: características generales y clasificación, inmunoglobulina A secretoria. Saliva: salivas parciales, saliva total, osmolaridad, composición química de la saliva. Influencia de la velocidad de flujo sobre la concentraciones de algunos de los componentes de la saliva. Características estructurales y funcionales de las proteínas salivales. Película adquirida: composición y mecanismos de formación.

UNIDAD Nº 3: Enzimas

Expectativas de logro:

- Reconocer el papel funcional de las enzimas y su importancia.
- Analizar sus propiedades, especificidad y cambios en su actividad en función de las modificaciones de pH, temperatura, concentración y presencia de inhibidores.
- Conocer las enzimas constituyentes de la saliva para explicar su acción en la cavidad bucal.

Enzimas. Concepto de catalizador. Mecanismo de acción de las enzimas. Sustrato. Nomenclatura y clasificación. Naturaleza química. Coenzima. Sitio activo. Zimógenos. Desnaturalización. Factores que modifican la actividad de las enzimas. Activadores e inhibidores de enzimas. Enzimas de la saliva.

UNIDAD Nº 4: Glúcidos

Expectativas de logro:

- Comprender los conceptos fundamentales de glúcidos: clasificación, moléculas más comunes y derivados de monosacáridos, dando mayor énfasis al estudio de sus estructuras y propiedades.
- Explicar las funciones de almacenamiento y sostén que poseen los polisacáridos.
- Reconocer los glúcidos de importancia en la formación de la caries dental.

Clasificación de los glúcidos. Monosacáridos: estructura, Monosacáridos de interés en bioquímica humana. Isómeros alfa y beta. Derivado de monosacáridos. Disacáridos: sacarosa, maltosa, lactosa. Homopolisacáridos: almidón, glucógeno, celulosa. Placa bacteriana: fracción celular e intercelular, composición química. Estructura y síntesis de polisacáridos de la matriz intercelular: dextranos y levanos. Heteropolisacáridos: ácido hialurónico, condroitín sulfato, heparina.

UNIDAD Nº 5: Lípidos

Expectativas de logro:

- Reconocer la estructura química de los distintos componentes lipídicos y moléculas asociadas.
- Analizar las propiedades físico-químicas en relación a su estructura química.
- Establecer la función biológica de las diferentes estructuras lipídicas.
- Valorar la importancia de los lípidos en la salud general del individuo.

Clasificación de los lípidos. Ácidos Grasos; principales propiedades físicas y químicas. Saponificación. Acción emulsionante de los jabones. Lípidos simples. Acilgliceroles. Lípidos complejos. Fosfolípidos; clasificación. Glicerofosfolípidos (lecitinas, cefalinas, plasmalógenos) y esfingofosfolípidos (esfingomielina). Glucolípidos: cerebrósidos y gangliósidos. Esteroles. Colesterol. 7-dehidrocolesterol.

UNIDAD Nº 6: Ácidos Nucleicos, Biosíntesis de Proteínas, Introducción a la Biología Molecular

Expectativas de logro:

- Analizar la constitución y estructura tridimensional de los ácidos nucleicos y su relación con las funciones específicas.
- Comprender la participación de los ácidos nucleicos en el almacenamiento y la transformación de la información genética en síntesis proteica.
- Conocer técnicas básicas de biología molecular de importancia en la aplicación clínica investigativa.

Importancia biológica de los ácidos nucleicos. Composición. Bases nitrogenadas púricas y pirimídicas. Nucleótidos. Ácido desoxirribonucleico (ADN). Composición y estructura del ADN. Funciones. Replicación. Gen. Mutaciones. Ácidos ribonucleicos (ARN). Composición, estructura, clasificación y función de los ARN. Mecanismo de transcripción y procesamiento normal y alternativo del ARNm. Código Genético. Traducción. Activación de los aminoácidos. Iniciación, elongación y terminación de la cadena polipeptídica. Modificaciones post-traduccionales. Reparación del ADN. Telomerasas y Enzimas de Restricción. ADN polimerasa. Transcriptasa inversa. Plásmidos. ADN recombinante. Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR).

EJE TEMÁTICO II

Metabolismo, Energía y su Relación con el Ambiente Bucal

UNIDAD Nº 7: Oxidaciones Biológicas y Bioenergética

Expectativas de logro:

- Conocer los principios químicos y termodinámicos básicos.
- Interpretar cómo la energía liberada en el transporte electrónico es empleada para producir ATP en el proceso de la fosforilación oxidativa.
- Reconocer las distintas etapas que conforman la cadena respiratoria y su importancia en el mantenimiento de la vida celular.

Trabajo celular. Trabajo químico. Reacciones endergónicas y exergónicas. Contenido de energía libre. Delta G. Compuestos de alta energía: Nucleótidos libres de importancia biológica. Acoplamiento de la hidrólisis del ATP a reacciones endergónicas. Reacciones Redox. Potenciales de reducción. Biosíntesis de ATP por fosforilación oxidativa. Cadena respiratoria. Componentes de la cadena respiratoria. Deshidrogenasas. Nicotinamida adenina dinucleótido (NAD). Flavoproteínas. Flavín mononucleótido (FMN) y flavín dinucleótido (FAD). Coenzima Q. Sistema de los citocromos. Rendimiento de la cadena respiratoria. Disposición de los componentes de la cadena respiratoria en la membrana interna de la mitocondria.

UNIDAD Nº 8: Digestión y Absorción de Glúcidos, Proteínas y Lípidos.

Expectativas de logro:

- Reconocer las distintas etapas en el proceso de digestión y absorción de los glúcidos, lípidos y proteínas ingeridos en los alimentos de la dieta.
- Describir las enzimas que participan en el proceso de digestión, analizando su origen, función e importancia.
- Comprender los mecanismos involucrados en el proceso de absorción de los glúcidos, lípidos y proteínas.

Acción digestiva de las enzimas de la saliva. Jugo gástrico. Ácido clorhídrico. Enzimas y acción digestiva del jugo gástrico. Enzimas y acción digestiva del jugo pancreático. Enzimas y acción digestiva del jugo intestinal. Resumen de la digestión y absorción de glúcidos, proteínas y lípidos.

UNIDAD Nº 9: Introducción al Metabolismo

Expectativas de logro:

- Conocer las estrategias tróficas de los seres vivos, según su fuente de energía y de carbono.
- Comprender el significado de metabolismo o rutas metabólicas.
- Identificar las etapas metabólicas en la célula.
- Reconocer al ciclo de Krebs como ruta central común para la degradación de los restos de acetato activo que derivan no sólo de glúcidos, sino también de lípidos y aminoácidos.
- Analizar el balance energético en el ciclo de Krebs.
- Diferenciar los mecanismos principales de control del metabolismo.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

Introducción al metabolismo. Aspectos generales. Interconexión de las rutas metabólicas. Acetil Coenzima-A (Acetato activo) y su destino. Ciclo de Krebs o de los ácidos tricarbónicos. Significado funcional del Ciclo de Krebs. Balance energético de la oxidación de acetato activo. Mecanismos de control y localización intracelular de las rutas metabólicas.

UNIDAD Nº 10: Metabolismo de los Glúcidos

Expectativas de logro:

- Describir las distintas vías metabólicas relacionadas con la degradación y síntesis de glúcidos.
- Reconocer al ciclo de Krebs como ruta central común para la degradación de los restos de acetato activo que derivan no sólo de glúcidos, sino también de lípidos y aminoácidos.
- Analizar el balance energético en las diferentes etapas del metabolismo.
- Conocer el proceso de formación y metabolismo de la placa bacteriana y su relación con la teoría acidogénica de la caries dental.
- Analizar la relación que existe entre la saliva y la caries dental.

Introducción al metabolismo de los Glúcidos. Resumen general del metabolismo intermedio de la glucosa. Glucólisis o Vía de Embden-Meyerhof. Balance energético. Destinos del piruvato en anaerobiosis y aerobiosis. Reducción del piruvato a lactato. Ciclo de Cori. Descarboxilación oxidativa del piruvato. Acetil Coenzima-A (Acetato activo). Destinos del acetato activo. Balance energético de la oxidación total de la glucosa. Metabolismo de la placa bacteriana, pH de la placa, curva de Stephan. Relación saliva-caries dental.

UNIDAD Nº 11: Metabolismo de los Aminoácidos

Expectativas de logro:

- Reconocer el origen y destino de los aminoácidos presentes en el organismo.
- Conocer los mecanismos celulares del catabolismo de los aminoácidos.
- Describir la formación de los productos de desecho nitrogenado: amoníaco y urea.
- Establecer los posibles destinos de los esqueletos hidrocarbonatos de los aminoácidos.

Metabolismo intermedio de los aminoácidos. Anabolismo y catabolismo proteico. Balance nitrogenado. Catabolismo de los aminoácidos. Transaminación y desaminación oxidativa. Destino del esqueleto carbonado de los aminoácidos (Resumen).

UNIDAD Nº 12: Metabolismo de los Lípidos

Expectativas de logro:

- Reconocer a los lípidos como importante fuente de obtención de energía en el organismo.
- Describir los lípidos que participan en los procesos inflamatorios.

Consideraciones generales. Metabolismo de las lipoproteínas: clasificación (HDL, LDL, VLDL), estructura, origen e importancia funcional. Catabolismo de ácidos grasos: activación de ácidos grasos, transferencia de acil-CoA a la matriz mitocondrial y beta oxidación. Balance energético de la oxidación total de los ácidos grasos. Metabolismo del glicerol. Prostaglandinas: síntesis y funciones.

EJE TEMÁTICO III

Mecanismos de Integración y Regulación del Metabolismo Celular

UNIDAD Nº 13: Vitaminas

Expectativas de logro:

- Describir las principales vitaminas, la naturaleza de sus efectos biológicos y las coenzimas en las cuales las vitaminas son componentes esenciales.
- Reconocer la importancia de las vitaminas en la salud general y bucodental en particular.

Consideraciones generales de vitaminas. Clasificación: vitaminas liposolubles (A, D, E y K), vitaminas hidrosolubles (B y C). Papel funcional de las vitaminas. Avitaminosis: importancia odontológica.

UNIDAD Nº 14: Hormonas

Expectativas de logro:

- Analizar los mecanismos de acción de las hormonas.
- Comprender el proceso de acción de las hormonas en la regulación de las rutas metabólicas centrales.

Clasificación. Consideraciones generales de la acción hormonal. Mecanismos de transmisión de información a nivel intracelular. El AMP cíclico. Adrenalina y Noradrenalina. Acción sobre la glucógenogénesis y la glucógenólisis hepáticas. Insulina. Acción de la insulina sobre el metabolismo de los glúcidos y la regulación de la glucemia. Diabetes. Principales modificaciones metabólicas en la diabetes.

UNIDAD Nº 15: Integración y Regulación Metabólica

Expectativas de logro:

- Describir las interconexiones entre metabolitos provenientes de glúcidos, lípidos y aminoácidos.
- Analizar las encrucijadas metabólicas a fin de comprender la interrelación de las vías metabólicas.
- Comprender la regulación de las distintas vías y ciclos metabólicos.

Integración metabólica: Concepto. Interrelaciones entre las principales vías degradativas de glúcidos, lípidos y aminoácidos. Interconversiones de glúcidos, lípidos y aminoácidos. Gluconeogénesis.

Regulación metabólica: Concepto. Mecanismos generales de la regulación metabólica por modificación de la actividad de enzimas. Modificación de la concentración intracelular de sustratos. Efectores alostéricos. Fosforilación y desfosforilación de enzimas. Modificación de la biosíntesis de proteínas. Inducción y represión enzimática. Regulación de la glucógenogénesis y la glucógenólisis.

EJE TEMÁTICO IV

Bioquímica de los Tejidos Mineralizados

UNIDAD Nº 16: Composición Química de los Tejidos Calcificados del Diente.

Expectativas de logro:

- Distinguir las características morfológicas y bioquímicas de los componentes de la pieza dentaria a fin de comprender sus funciones.
- Conocer la estructura microcristalina de los tejidos calcificados.

Esmalte. Dentina. Contenido de agua, sustancia orgánica y sustancia mineral. Composición elemental. Contenidos de Ca, P, Mg, F, etc. Carbonatos. Variaciones del contenido mineral con la profundidad del esmalte. Relación del contenido de carbonatos y fluoruros con la caries dental. Sustancia Orgánica. Estructura microcristalina de los tejidos calcificados: Sólidos cristalinos. Conceptos de red cristalográfica y de celda unidad. Sistemas cristalinos. Sólidos iónicos. Hidroxiapatita. Composición elemental. Fórmula mínima. Relación Ca/P. Organización microcristalina del esmalte y la dentina.

UNIDAD N° 17: Metabolismo de Elementos Relacionados con Huesos y Dientes. Aspectos Moleculares.

Expectativas de logro:

- Describir y analizar los mecanismos de regulación del metabolismo del calcio y el fósforo.
- Describir y analizar los mecanismos de calcificación de huesos y dientes y las sustancias que participan.
- Comprender la influencia del flúor en la formación de los tejidos mineralizados.
- Conocer los aspectos generales de la bioquímica del complejo dentino-pulpar.

Funciones de la Vitamina D: Metabolismo, metabolitos activos, avitaminosis (raquitismo, osteomalacia).

Metabolismo del calcio y del fósforo: Concentraciones en la sangre y líquido extracelular. Regulación de la calcemia y la fosfatemia. Hormona paratiroidea. Calcitonina. Acción de los metabolitos activos de la vitamina D.

Mineralización de Huesos y Dientes: Mecanismos de calcificación. Teorías de nucleación: homogénea y heterogénea. Papel del colágeno y proteínas no colágenas, mucopolisacáridos y lípidos. Calcificación de la dentina y esmalte.

Flúor: Distribución en el organismo y metabolismo. Mecanismo de la acción preventiva del fluoruro sobre la caries dental. Fluorosis dental.

Bioquímica del complejo dentino-pulpar: Aspectos bioquímicos del tejido conectivo. Matriz extracelular.: Clasificación y características funcionales del colágeno y los glicosaminoglicanos. Composición química de la matriz extracelular de la dentina. Papel funcional en la mineralización dentinaria de las proteínas no colágenas. Bioquímica de la respuesta pulpar: dentina de reparación.

BIBLIOGRAFÍA

• DE LA CÁTEDRA

- *Ponce RH, Gallará RV, Centeno VA, Bojanich MA, Barteik ME, Delgado MA, Piñas ME. **El Ambiente Bucal desde una mirada Bioquímica.** Haravek Servicios Gráficos, 1ª edición. Córdoba, Argentina. 2013.*

• DE LECTURA RECOMENDADA

- *Blanco A, Blanco G. **Química Biológica.** Ed. El Ateneo, 9ª edición. Buenos Aires, Argentina. 2011.*
- *Feduchi E, Blasco I, Romero C, Yáñez E. **Bioquímica: Conceptos esenciales.** Ed. Médica Panamericana. 2011.*
- *Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW y Murray RK. **Bioquímica de Harper.** Ed. El Manual Moderno, 14ª edición. México. 1997.*
- *Nelson, David L. Y Cox, Michael M. **Principios de Bioquímica Lehninger.** Ed. Omega, S.A., 4ª Edición. Barcelona. 2005*
- *Stryer L. **Bioquímica.** Ed. Revert, 7ª edición. Barcelona, España. 2008.*
- *Voet D, Voet J, Pratt C. **Fundamentos de Bioquímica.** Ed. Panamericana. 2ª edición. 2007.*

• DE CONSULTA

- *Borel JP, Randoux A, Le Peuch C, Maquart FX y Valeyre J. **Bioquímica Dinámica.** Ed. Panamericana. 1989.*
- *Curtis H, Barnes S, Schek A y Massarini A. **Biología.** Ed. Panamericana. 7ª edición. 2008.*
- *Darnell J, Lodish H y Baltimore D. **Molecular Cell Biology.** Ed. Scientific American Books, Inc. New York. 1990.*
- *De Robertis y De Robertis(h). **Biología Celular y Molecular.** Ed. El Ateneo. 1995.*
- *Ganong W. **Fisiología Médica.** XV Reimpresión. 2000.*
- *Torres HN, Carminati H y Cardini CE. **Bioquímica General.** Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 1983.*
- Durante el desarrollo de la asignatura se incluirán artículos científicos extraídos de revistas de interés en medicina y odontología.

• EN LA RED

- <http://www.biologia.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html>
- <http://soko.com.ar/quimica.htm>
- <http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guianutr/compo0.htm>
- <http://members.fortunecity.com/jojoel99/biologia/proteinas.html#5>
- <http://web.indstate.edu/thcme/mwking/biomolecules.html>
- <http://www.medmol.es/glosario/54/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=eJ4x7EnWcak>
- <http://www.youtube.com/watch?v=PILzvT3spCQ&feature=fvwrel>
- http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2bch/B3_METABOLISMO/t31_METABOL/animaciones/competitivo.pps
- http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2bch/B3_METABOLISMO/t31_METABOL/animaciones/no_competitivo.pps
- <http://www.youtube.com/watch?v=9kP79bTd5aA>
- http://www.youtube.com/watch?v=5_lyM4AS3hw&feature=related
- <http://www.youtube.com/watch?v=h241spqzUk&feature=related>

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N^a	Contenidos	Tipo de actividad
1	Proteínas	Taller
2	Enzimas	Taller
3	Glúcidos	Taller
4	Lípidos	Taller
5	Ácidos Nucleicos, Biosíntesis de Proteínas, Introducción a la Biología Molecular. Laboratorio Técnicas de biología molecular.	Práctica de LABORATORIO
6	Oxidaciones Biológicas y Bioenergética	Taller
7	Introducción al Metabolismo	Taller
		PRIMER EXAMEN PARCIAL
8	Digestión, Absorción y Metabolismo de los Glúcidos	Taller
9	Digestión, Absorción y Metabolismo de los Lípidos	Módulo I
		RECUPERACION PRIMER PARCIAL
10	Digestión, Absorción y Metabolismo de los Aminoácidos	Taller
11	Composición química y funciones de la saliva.	Módulo II
12	Mecanismos de Integración y Regulación del Metabolismo Celular	Taller
13	Mineralización-rem mineralización del diente	Módulo III
14	Bioquímica de los Tejidos Mineralizados	Taller
		SEGUNDO EXAMEN PARCIAL
		RECUPERACIÓN DE EVALUACIONES PARCIALES
		RECUPERACIÓN DE EVALUACIONES (TALLERES/MÓDULOS/PRÁCTICA DE LABORATORIO)
		FIRMA DE LIBRETAS

CONDICIÓN ACADÉMICA DE LOS ALUMNOS
(Resumen de la Ordenanza N° 6/06, modificada por Resolución 249/10, Facultad de Odontología, UNC)

ACTIVIDADES	PROMOVIDO				REGULAR			
	Asistencia	Notas	Promedio	Recupe- ratorio	Asistencia	Notas	Promedio	Recupe- ratorio
EXAMENES PARCIALES 2 (DOS)	100%	NO INFERIOR A 7	NO INFERIOR A 7	1 PARCIAL CON NOTA INFERIOR A 7	100%	NO INFERIOR A 4	NO INFERIOR A 4	1 PARCIAL CON NOTA INFERIOR A 4
ACTIVIDADES EVALUATIVAS (1 TALLER y 12 TEÓRICOS-PRÁCTICOS)	100%*	NO INFERIOR A 4	NO INFERIOR A 7	1 ACTIVIDAD CON NOTA	100%*	NO INFERIOR A 4	NO INFERIOR A 4	2 ACTIVIDADES CON NOTA INFERIOR A 4
ACTIVIDADES NO EVALUATIVAS	90%				80%			
				LAS INASISTENCIAS DEBIDAMENTE JUSTIFICADAS EN TODAS LAS ACTIVIDADES				LAS INASISTENCIAS DEBIDAMENTE JUSTIFICADAS EN TODAS LAS ACTIVIDADES
			PROMEDIO GENERAL NO INFERIOR A 7				PROMEDIO GENERAL NO INFERIOR A 4	
					Evaluación final: Examen teórico o escrito sobre los contenidos explicitados en el programa de la asignatura.			

Será considerado **LIBRE** el alumno que **NO** cumpla los requisitos establecidos en las condiciones anteriores.

TALLER Nº 1

EJE TEMÁTICO I:

“MOLÉCULAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

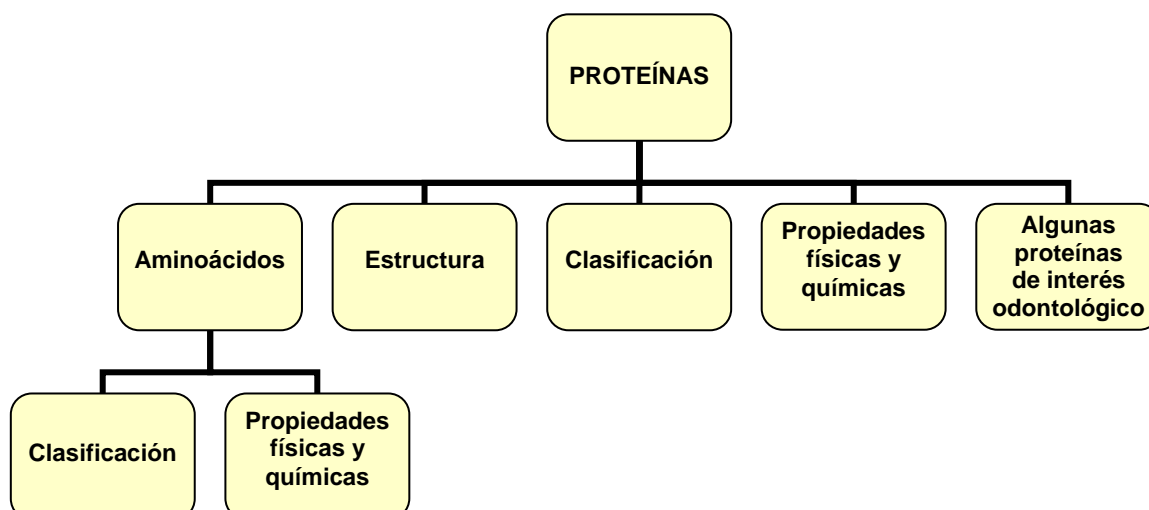
UNIDAD Nº 2: PROTEÍNAS

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Relacionar a las proteínas con los diferentes niveles de organización de la materia viva.
- Conocer la estructura de los aminoácidos para comprender el comportamiento de los restos aminoacídicos en una estructura proteica.
- Analizar la estructura de las proteínas y relacionarlas con los cambios que se producen en el medio (pH, concentración de sales).
- Analizar las funciones de algunas proteínas de interés odontológico.
- Conocer la composición y función de cada una de las salivas parciales y de la saliva total.
- Relacionar alteraciones de la saliva con patologías comunes en el área odontológica.
- Conocer la composición química y función de la película adquirida.

CONTENIDOS

Proteínas: Importancia biológica. Aminoácidos. Clasificación de los aminoácidos. Propiedades físicas y químicas de los aminoácidos. Unión peptídica. Estructura de las proteínas: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Clasificación de las proteínas: simples y conjugadas, globulares y fibrosas. Principales propiedades físico-químicas de las proteínas. Características estructurales y funcionales de proteínas globulares y fibrilares: colágeno y hemoglobina. Inmunoglobulinas: características generales y clasificación, inmunoglobulina A secretoria. Saliva: salivas parciales, saliva total, osmolaridad, composición química de la saliva. Influencia de la velocidad de flujo sobre la concentraciones de algunos de los componentes de la saliva. Características estructurales y funcionales de las proteínas salivales. Película adquirida: composición y mecanismos de formación.



INTRODUCCIÓN

Las proteínas desempeñan una amplia variedad de funciones biológicas, las que pueden agruparse en dos clases: **dinámicas y estructurales**.

Entre las *funciones dinámicas* se pueden citar:

- el transporte de moléculas
- el control metabólico
- la contracción muscular
- la catálisis de reacciones químicas

En relación a las *funciones estructurales*, las proteínas:

- proporcionan la matriz para los tejidos óseos y conjuntivos que dan estructura y forma al organismo humano

En la actualidad es posible aislar y purificar una determinada proteína lo que permite estudiar su estructura y propiedades. Todas las proteínas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y casi todas poseen también azufre. Son moléculas de gran tamaño por lo que pertenecen a la categoría de **macromoléculas poliméricas**, construidas a partir de unidades simples, **los aminoácidos**, que se unen entre sí por enlaces peptídicos en una secuencia lineal de cadena larga. Las proteínas se pliegan en una notable diversidad de formas tridimensionales, que les proporcionan una correspondiente variedad de funciones como las indicadas previamente.

Resulta evidente que el conocimiento de las propiedades de las proteínas es necesario para dilucidar tanto el funcionamiento normal como el patológico del organismo humano.

ACTIVIDADES ÁULICAS

Luego de haber estudiado la unidad temática referida a proteínas, realice las siguientes actividades que le permitirán una mejor comprensión de la misma.

- 1) Las proteínas se sintetizan inicialmente como polímeros utilizando combinaciones de sólo 20 aminoácidos.
 - a) Escriba las fórmulas y nombres de los aminoácidos serina, alanita, tirosina, fenilalanina, cisteína, aspártico, prolina, lisina y hidroxilisina. Marque las cadenas laterales en color rojo.

b) Entre las cadenas laterales de los distintos aminoácidos, existen semejanzas químicas que permiten clasificarlos en varios grupos y a su vez dividirlos de acuerdo a su polaridad. En los espacios en blanco ubique los aminoácidos nombrados en el punto anterior, según corresponda:

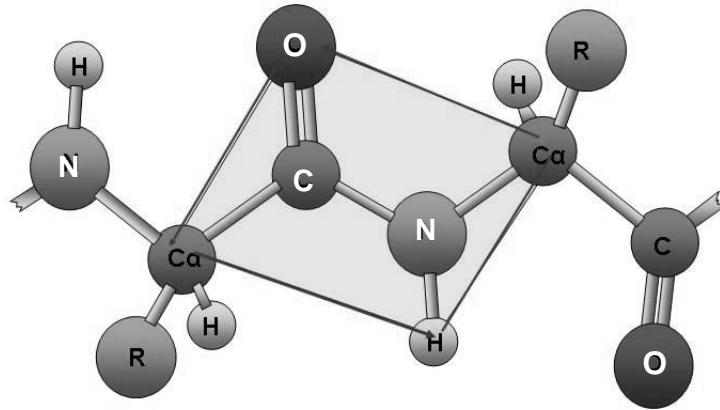
	Aminoácidos						Iminoácido
	Alifático	Aromático	Azufrado	Hidroxilado	Ácido	Básico	
Polar							
No Polar							

c) A partir del cuadro anterior clasifique a los aminoácidos de acuerdo a dos categorías: 1) Polares sin carga eléctrica y 2) Polares con carga eléctrica.

d) ¿Qué se entiende por derivados de aminoácidos?. Escriba con fórmulas dos ejemplos.

2) Mediante fórmulas explique el comportamiento ácido-base del aminoácido **aspártico** consignando la carga neta a pH más ácidos y pH más básicos que su pH_i .

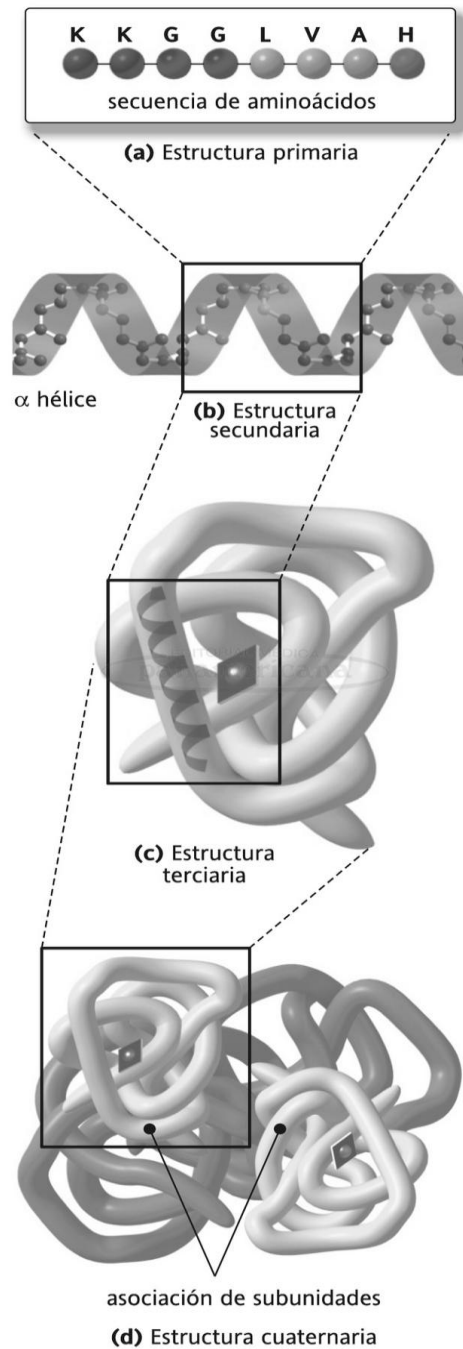
- 3) En relación al enlace peptídico responda: ¿Entre qué grupos de los aminoácidos se forma el enlace? ¿Qué tipo de enlace es? ¿En qué plano del espacio se ubican los átomos que intervienen?.



- 4) Escriba con fórmulas un péptido formado por aminoácidos según el siguiente ordenamiento: uno aromático, uno ácido, uno azufrado, uno básico y uno neutro no ionizable.
- Escriba su nombre.
 - Señale con rojo los átomos que intervienen en el enlace peptídico.
 - Indique los grupos amino y carboxilo terminales.

- 5) ¿A qué estructura química se denomina **PROTEÍNA**? ¿Qué es un **PÉPTIDO**?

- 6) Las proteínas poseen una estructura tridimensional característica que es indispensable para que cumplan con sus funciones biológicas específicas.



Esta estructura tridimensional está determinada por su estructura **primaria**, cuyo conocimiento permitirá comprender su mecanismo de acción y su relación con otras proteínas de acción fisiológica similar.

- a) ¿Qué se entiende por estructura primaria de una proteína?.

- b) Explique el tipo de enlace que se establece entre los aminoácidos.
- 7) Cuando se habla de **los niveles de organización superior** de una proteína se hace referencia a los plegamientos que experimenta la estructura primaria y se definen como estructuras **secundarias, terciarias y cuaternarias**.
- a) La estructura secundaria se refiere al **plegamiento tridimensional local** de la cadena polipeptídica en la proteína.
- I. Explique las características estructurales de las configuraciones más frecuentes: alfa hélice y lámina plegada beta.
 - II. Realice un esquema de cada una de estas configuraciones
 - III. Señale y explique el tipo de interacciones que ocurre en dichos plegamientos.
- b) La estructura terciaria corresponde a la **configuración tridimensional del polipéptido**.
- I. Explique cómo participan en esta configuración las cadenas laterales de los restos aminoacídicos que conforman la cadena polipeptídica.
 - II. Explique el tipo de fuerzas que mantienen esta estructura.
- c) La estructura cuaternaria muestra la **conformación espacial** de las subunidades que se mantienen unidas mediante diferentes tipos de interacciones.
- I. ¿Todas las proteínas tienen esta conformación?.
 - II. ¿Qué tipos de fuerzas mantienen esta estructura?.

d) ¿Qué se entiende por **conformación nativa** de una proteína y cuál es la importancia de la estructura primaria en esta conformación?.

8) Las proteínas, al ser disueltas en agua, forman soluciones coloidales típicas. Respecto a lo enunciado responda los siguientes ítems:

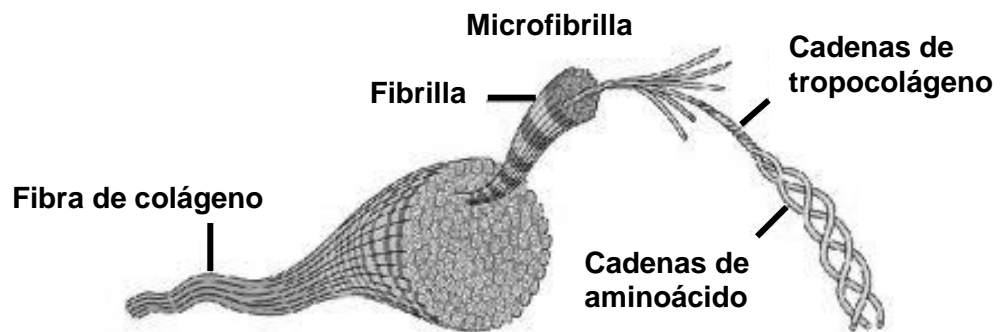
a) ¿Qué características poseen este tipo de soluciones?.

b) ¿Qué se entiende por capa de solvatación?. Realice un esquema ilustrativo.

c) Enumere los agentes físicos y químicos que afectan la solubilidad de las proteínas. Explique los conceptos de desnaturalización e hidrólisis de proteínas.

d) ¿Qué ocurriría con la conformación nativa de una proteína si se cambian las condiciones ambientales del medio en el que está disuelta?.

- 9) El **colágeno** (proteína **fibrosa**) es la proteína extracelular con función **estructural** más abundante en los vertebrados. Existen numerosos tipos de colágenos, por ejemplo en los de tipo I, III, V y XI las moléculas se asocian formando fibras de gran resistencia. La dentina y la pulpa dental están compuestas por una alta proporción de colágeno; el ligamento periodontal está formado principalmente por fibras colágenas.



- a) En relación a la estructura primaria del colágeno responda:
- I. ¿Cuáles son los aminoácidos más frecuentes?

 - II. ¿Cuáles son las características de las cadenas laterales de cada uno de esos aminoácidos?. Describalas.
- b) ¿Qué características posee la estructura secundaria de esta proteína?. ¿Cuál es el papel funcional de los residuos glicina, prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina?.
- c) ¿A qué se denomina tropocolágeno?. ¿Qué tipos de unión mantienen unidos a los tropocolágenos dentro de la fibra?.

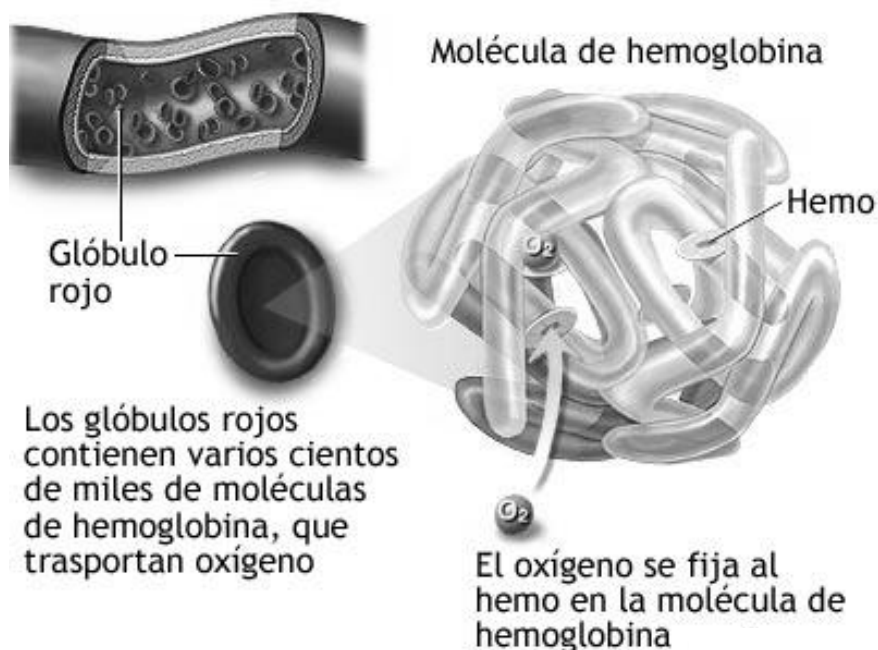
10) La formación de la **película adquirida** sobre la superficie del diente es la etapa inicial en la formación de la placa dental. Sobre la superficie del esmalte comienza a depositarse una película delgada amorfa que oscila entre 0,1 y 1,0 micrómetros de espesor, llamada película adquirida, compuesta por proteínas y glucoproteínas aniónicas unidas a la hidroxiapatita del esmalte.

Con respecto a esta película:

- Describe su proceso de formación.
- Comente su importancia funcional.

ACTIVIDADES EXTRA ÁULICAS

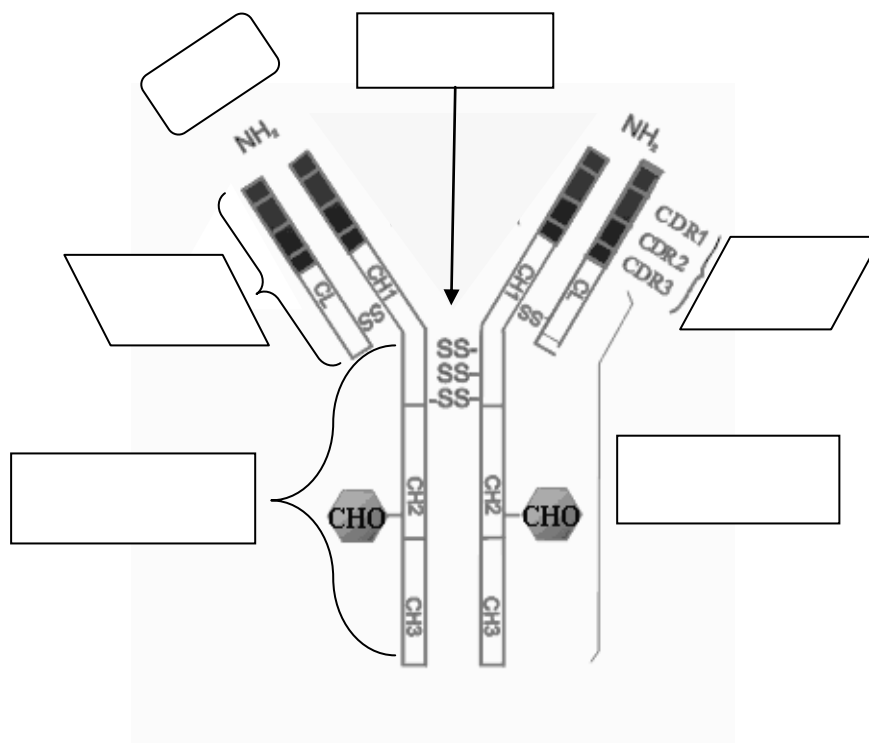
11) La **hemoglobina** (Hb), proteína **globular** localizada en el interior de los glóbulos rojos, es responsable de transportar el oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos, en vertebrados y algunos invertebrados.



- a) Esquematice la estructura del grupo HEMO y defina a qué elementos se unen cada uno de los seis enlaces de coordinación del átomo de Fe^{++} .
- b) Comente las características de la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria de la Hb.
- c) Describa el tipo de globinas que se encuentran en la Hb Fetal, en la Hb A1 y en la Hb A2. Explique la diferencia de comportamiento de la HbF y la A₁ frente al O₂.
- d) ¿Qué significado tienen en su actividad las “*formas tensa y relajada*” de la hemoglobina?
- e) Esquematice la curva de saturación de hemoglobina con O₂. ¿qué modificación experimentaría si se elevase la pCO₂ del medio?. Comente la implicancia médica de estos cambios.

12) La respuesta inmune representa una cadena de acontecimientos perfectamente regulados, desencadenados por la presencia de un antígeno en un individuo inmunocompetente. En parte esta respuesta depende de un sistema especializado productor de inmunoglobulinas o anticuerpos (respuesta inmunológica humoral o mediada por anticuerpos). Existen 5 clases de inmunoglobulinas en sangre (IgG, IgE, IgM, IgD, IgA). Particularmente la IgA existe también en las secreciones (leche, saliva, lágrimas, nasal, bronquial, intestinal, etc.) con propiedades biológicas características que le permiten ejercer sus funciones en el ambiente mucoso y en las secreciones corporales.

- a) En la representación esquemática de una inmunoglobulina, señale cada uno de sus componentes e indique la función de cada uno de ellos.



- b) En el siguiente esquema señale los elementos estructurales que componen la IgA secretoria. Indique la procedencia y función del componente secretorio y de la cadena "J", en este dímero.



PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

1) Uno de los criterios para la clasificación de los aminoácidos es agruparlos de acuerdo a las características de polaridad de sus cadenas laterales. Indique cuál o cuáles de los siguientes pares de aminoácidos están agrupados de acuerdo a ese criterio

I) Treonina y serina. II) Valina y leucina. III) Fenilalanina y cisteína.

- a) Solamente el I.
- b) Solamente el II.
- c) Solamente el III.
- d) El II y el III.
- e) El I y el II.

2) Entre las cadenas laterales de los distintos aminoácidos, existen semejanzas químicas que permiten clasificarlos en varios grupos. Establezca la correspondencia entre los aminoácidos y los grupos consignados a continuación. Si falta un grupo consígnelo.

Metionina	Azufrado
Triptofano	Dicarboxílicos
Arginina	Diaminados
Prolina	Aromáticos
Aspártico	Alifáticos
Tirosina
Valina	

3) Una de las siguientes afirmaciones respecto a la unión peptídica es **incorrecta**.

- a) Es de carácter simple lo que permite la libre rotación en la unión C-N.
- b) Se realiza entre el grupo $-\text{COOH}$ de un aminoácido y el alfa NH_2 de otro.
- c) Es una unión covalente de tipo amida.
- d) Es idéntica para polipéptidos y proteínas.
- e) Los átomos implicados en la misma (C, O, N y H) se encuentran en el mismo plano.

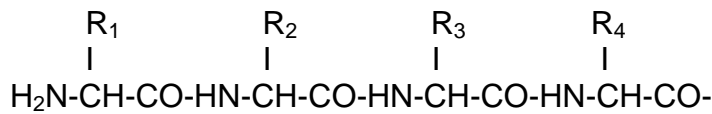
4) ¿Cuáles son los cambios estructurales y funcionales que se producen cuando se desnaturaliza una proteína?

- a) Pérdida de la actividad biológica.
- b) Cambios conformacionales.
- c) Desdoblamiento de la cadena polipeptídica.
- d) Anulación de fuerzas que mantienen la estructura 4°, 3° y 2°.
- e) Todas.

5) Respecto a las proteínas marque la afirmación **correcta**.

- a) Representan aproximadamente el 50% del peso seco de la mayoría de los tejidos.
- b) Cuando se dispersan en agua forman soluciones coloidales.
- c) Constituyen algunas hormonas, enzimas y todos los anticuerpos.

- d) Su hidrólisis implica la ruptura de uniones peptídicas.
 e) Todas las opciones son correctas.
- 6) En la siguiente disposición de una cadena polipeptídica:



Identifique: uniones peptídicas; carbonos α ; cadenas laterales de los aminoácidos; extremo N terminal; uniones tipo sigma que permiten la libre rotación.

- 7) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto a la estructura primaria de una proteína es **incorrecta**?
- Es definida y característica para cada especie.
 - En una proteína globular es la determinante de la estructura terciaria.
 - Corresponde al orden o secuencia de aminoácidos en la cadena polipeptídica.
 - Es mantenida por puentes de hidrógenos
 - Está determinada genéticamente.

- 8) La siguiente secuencia de aminoácidos de una molécula proteica:

.....Glut.Cys.Ala.Ser.Leuc.Tir.His.Leuc.Cys.Lis.Hist.Val.Glut.....

¿A qué tipo de estructura corresponde?.

- Terciaria.
 - Primaria.
 - Secundaria.
 - Cuaternaria.
 - Beta.
- 9) ¿Cómo se presenta la cadena polipeptídica en una proteína de tipo globular?
- Sólo en hélice alfa.
 - Únicamente en lámina plegada.
 - Sólo al azar.
 - En lámina plegada, hélice alfa y al azar.
 - Ninguna.
- 10) Respecto a la disposición de la cadena polipeptídica en la estructura beta marque lo que corresponda.
- Está presente en la molécula de colágeno.
 - Presenta enrollamiento hacia la derecha y en la que cada vuelta cubre una distancia de 3,6 aminoácidos.
 - Es al azar, esto es, no presenta un ordenamiento regular.
 - En número de dos o más se dispone en forma extendida y apareada con las otras constituyendo una estructura laminar con plegamiento en zig-zag.
 - Ninguna opción.

- 11) ¿Cuál de las siguientes interacciones que intervienen en el mantenimiento de la estructura terciaria es de tipo covalente?
- a) $-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-$
- b) $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \quad ^-\text{OOC}-\text{CH}_2-$
- c) $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \quad \text{O}=\text{CH}_2-$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{O}^-$
- d) $\begin{array}{c} \diagup \text{CH}_3 \\ -\text{CH} \\ \diagdown \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{CH} \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad \text{H}_3\text{C} \end{array}$
- e) Ninguna opción.
- 12) En relación a la película adquirida del esmalte marque lo que corresponda.
- a) Se ubica entre la superficie del esmalte y la biopelícula dentobacteriana.
- b) Carece de gérmenes.
- c) Su remoción es difícil por cepillado dental.
- d) Está constituida por proteínas de la saliva.
- e) Todas las opciones son correctas.
- 13) ¿Cuál de los siguientes procesos físico-químicos está involucrado en la formación de la película adquirida del esmalte?
- a) Adsorción.
- b) Desnaturalización.
- c) Deglicosidación.
- d) Desialización.
- e) Todas las opciones son correctas.
- 14) ¿Cuáles son las probables funciones de la película adquirida del esmalte?.
- a) Impedir la colonización bacteriana de la superficie del esmalte.
- b) Acelerar la difusión de los iones calcio y fosfatos durante el proceso de caries.
- c) Impedir la difusión del ácido desde la placa bacteriana a la superficie del esmalte.
- d) Favorecer la remineralización de lesiones incipientes de caries.
- e) Sólo las opciones "c" y "d" son correctas.
- 15) ¿Cuál es la proteína en la que se describen 4 cadenas polipeptídicas (2 livianas y 2 pesadas) unidas por puentes disulfuros?
- a) Hemoglobina A.
- b) Proteínas ricas en prolina.
- c) Colágeno.
- d) Inmunoglobulina.
- e) Ninguna opción.

- 16) Respecto a los anticuerpos anti-*Streptococcus mutans* presentes en la saliva parotídea marque la opción **correcta**.
- a) Son en su mayor parte de tipo IgA.
 - b) Están presentes en otras secreciones externas.
 - c) Se sintetizan en su mayoría en el intersticio de las glándulas salivales.
 - d) Contribuyen a la resistencia de caries en humanos y animales.
 - e) Todas las opciones son correctas.

17) Respecto al colágeno:

- a) Realice un esquema que represente esta proteína e indique sus componentes.
- b) Describa sus principales características.
- c) Explique su importancia biológica en la cavidad bucal.

18) Respecto a las inmunoglobulinas:

- a) Escriba la clasificación de las inmunoglobulinas.
- b) Esquematice la estructura de las inmunoglobulinas G y M..
- c) Describa la importancia biológica de cada una de ellas.
- d) Discuta con sus compañeros el concepto de inmunología y caries dental.
- e) En un gráfico de ordenadas y abcisas indique la respuesta de las inmunoglobulinas G y M en una infección primaria y en una secundaria.

19) Respecto a la Hemoglobina:

- a) Realice un esquema indicando los componentes de esta proteína.
- b) Describa sus principales características.
- c) Explique su importancia biológica.



Premio Nobel en Fisiología y Medicina 1984

“Por el desarrollo de la técnica de hybridoma para la producción de anticuerpos monoclonales”



César Milstein

Nació el 8 de octubre de 1927 y falleció el 24 de marzo del 2002. Biólogo argentino nacionalizado británico que estudió las inmunoglobulinas y adelantó el entendimiento del proceso por el cual la sangre produce anticuerpos. Los anticuerpos monoclonales son idénticos porque son producidos por un solo tipo de célula del sistema inmune, es decir, todos los clones proceden de una sola célula madre. Es posible producir anticuerpos monoclonales que se unan específicamente con cualquier molécula con carácter antigénico. Este fenómeno es de gran utilidad en bioquímica, biología molecular y medicina, permitiendo una forma de tratamiento y diagnóstico muy importante en diversas enfermedades como artritis reumatoide, distintos cánceres, entre otras.

TALLER Nº 2

EJE TEMÁTICO I:

“MOLÉCULAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

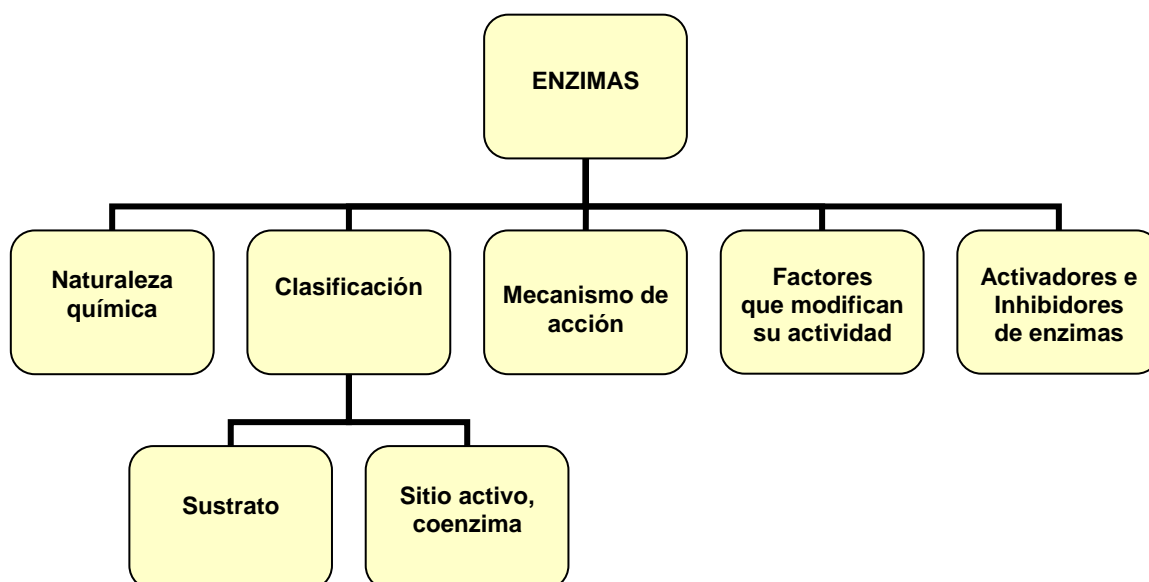
UNIDAD Nº 3: ENZIMAS

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Reconocer el papel funcional de las enzimas y su importancia.
- Analizar en las enzimas sus propiedades, especificidad y cambios de actividad en función de las modificaciones de pH, temperatura, concentración y presencia de inhibidores.
- Conocer las enzimas constituyentes de la saliva y su acción en la cavidad bucal.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente.
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

CONTENIDOS

Enzimas. Concepto de catalizador. Mecanismo de acción de las enzimas. Sustrato. Nomenclatura y clasificación. Naturaleza química. Coenzima. Sitio activo. Zimógenos. Desnaturalización. Factores que modifican la actividad de las enzimas. Activadores e inhibidores de enzimas. Enzimas de la saliva.



INTRODUCCIÓN

En las células de los organismos vivos ocurren en forma permanente miles de reacciones químicas que, en conjunto, constituyen el **metabolismo celular**. Se trata, por lo general de reacciones (en las que intervienen compuestos orgánicos), de naturaleza reversibles y sujetas a equilibrio químico. En las condiciones de presión y temperatura reinantes en el interior de las células estas reacciones no se producirían o lo harían en forma muy lenta. Sin embargo, en los organismos vivos ocurren a gran velocidad gracias a la presencia de catalizadores biológicos denominados **enzimas**.

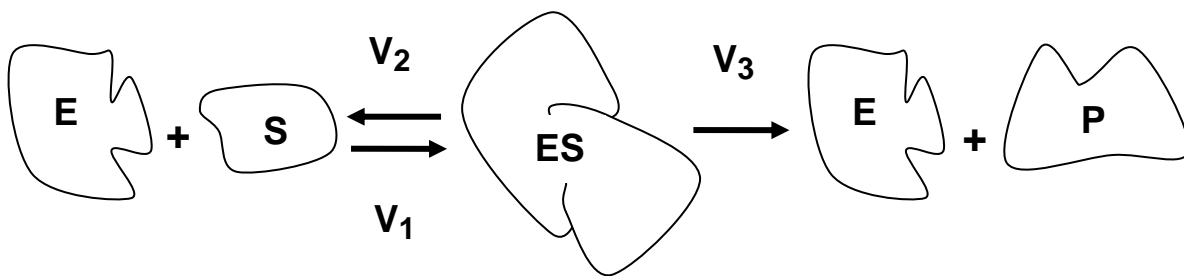
Las enzimas en su mayoría son de naturaleza proteica y poseen las propiedades generales de los catalizadores:

- Aumentan la velocidad de una reacción química.
- Cuando la reacción es reversible actúan en ambos sentidos (directo e inverso).
- No sufren modificaciones permanentes, es decir no existe desgaste de la enzima durante la reacción.

A diferencia de los catalizadores inorgánicos, las enzimas se caracterizan además por:

- Su extraordinaria eficiencia. Pocas moléculas de enzima son capaces de promover la transformación de un número proporcionalmente muy superior de moléculas de sustancias reaccionantes (**sustratos**).
- Su especificidad. Cada enzima cataliza una reacción determinada.
- Su acción (**actividad enzimática**). Puede ser modificada por sustancias que se unen a su molécula aumentando o disminuyendo su acción (**activadores e inhibidores enzimáticos**).

En su acción, la enzima se une reversiblemente con el sustrato para formar un complejo llamado **enzima-sustrato** de menor energía de activación. De esta manera las moléculas de sustrato alcanzan la energía necesaria para sufrir la reacción en las condiciones de presión y temperatura del interior de las células.



V1: velocidad de formación del complejo ES

V2: velocidad de descomposición del complejo ES

V3: velocidad de transformación del complejo ES.

La etapa limitante de la velocidad final de la reacción es la de transformación del complejo **ES** (por ser la más lenta) por lo que la velocidad de la reacción va a depender de la concentración del complejo **ES**. Existen una serie de factores que afectan la

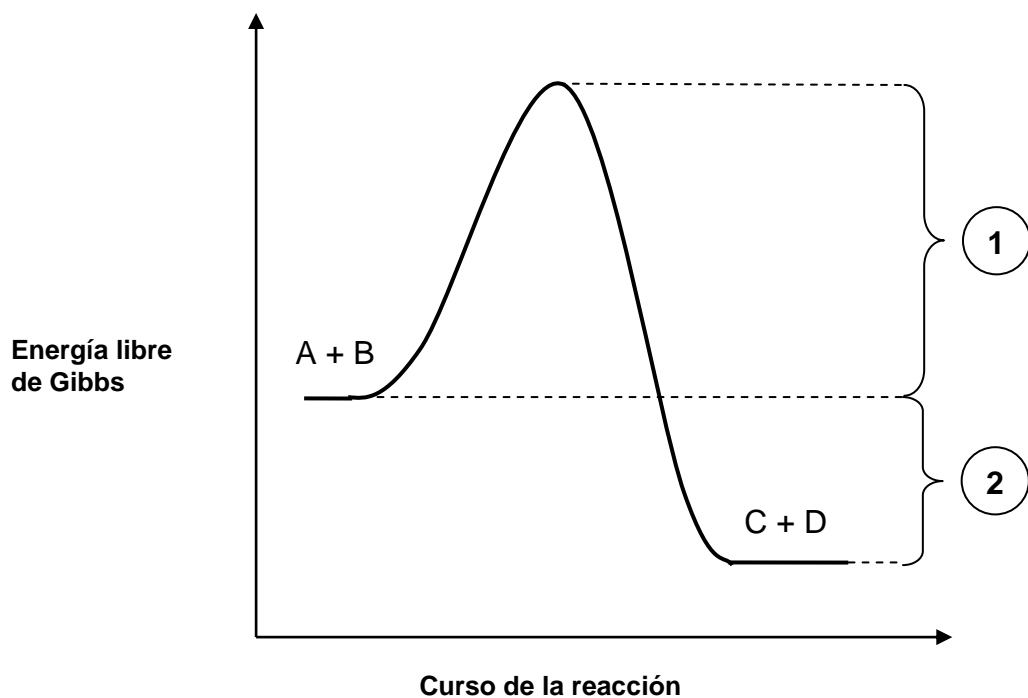
concentración de este complejo a saber: concentración de enzima, concentración del sustrato, temperatura, pH etc.

Las enzimas son de gran importancia en las ciencias biomédicas. Así, podemos decir que numerosas enfermedades y sus tratamientos farmacológicos se relacionan con la alteración de la actividad de ciertas enzimas. Por ejemplo, se menciona a la aspirina cuyo efecto antipirético y antiinflamatorio se debe a la inhibición de la prostaglandina H₂ sintasa, enzima involucrada en la síntesis de prostaglandinas. También, las enzimas son vitales en la supervivencia de bacterias y virus.

ACTIVIDADES ÁULICAS

Las enzimas son fundamentales para que el organismo trabaje eficientemente, asegurando que las células realicen todas las actividades necesarias para sus funciones.

- 1) Las enzimas catalizan o aceleran miles de reacciones bioquímicas en cada célula, tejido, órgano o sistema. Aproximadamente 1000 enzimas que han sido estudiadas en el cuerpo humano se relacionan con la contracción muscular, la conducción nerviosa, el intercambio de gases en el pulmón, la utilización de oxígeno por las células, el proceso digestivo que se inicia en la boca y prácticamente con cada función que realizan las células.



En el diagrama precedente observe el curso de una reacción exergónica y responda las consignas:

- a) Investigue acerca del significado del concepto de Energía libre.

 - b) ¿Qué representa **A + B**?

 - c) ¿Qué representa **C + D**?

 - d) ¿Qué representan “1” y “2”?
- 2) Una forma de acelerar una reacción química es suministrando calor. Con el incremento de la temperatura aumenta la energía interna de las moléculas reaccionantes y éstas alcanzan rápidamente el estado activado.
- ¿Puede aplicarse este recurso en aquellas reacciones químicas que se llevan a cabo en el interior de las células?

 - ¿De qué manera pueden las células realizar reacciones químicas a gran velocidad en condiciones moderadas de pH, temperatura, concentración iónica y presión?
- 3) En el diagrama de la pregunta 1:
- Marque cómo sería el curso de la reacción en presencia de un catalizador.

 - Discuta con sus compañeros acerca de las semejanzas y diferencias que existen entre los catalizadores inorgánicos y los biológicos. Escriba las conclusiones.
- 4) Las enzimas se clasifican en distintos grupos según el tipo de reacciones que catalizan. En el cuadro siguiente consigne las clases de enzimas y escriba las reacciones químicas que catalizan según corresponda.

Clasificación de las enzimas según la reacción que catalizan	
<i>Clase</i>	<i>Reacciones</i>
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

- 5) Numerosas enzimas tienen un componente denominado **apoenzima** y otro que se denomina **coenzima** o **cofactor**, necesarios para que la enzima funcione de manera correcta.
- Defina apoenzima y coenzima.

 - ¿Qué es una holoenzima?.
- 6) Respecto a las **coenzimas**:
- a) Indique naturaleza química y comente acerca de la función biológica que cumplen.

 - b) Identifique en la clasificación realizada en el cuadro de la consigna 4 aquellos grupos de enzimas que utilizan coenzimas para su función catalítica y las que no necesitan de ellas para el desempeño de sus funciones biológicas.
- 7) Explique las propiedades generales de las **Vitaminas** y clasifíquelas según su solubilidad.

- 8) Complete el siguiente cuadro con el nombre de la vitamina que da origen a cada una de las coenzimas listadas.

Coenzima	Vitamina
Pirofosfato de tiamina	
Fosfato de piridoxal	
Biotina	
Flavin adenin mononucleótido (FMN)	
Flavin adenin dinucleótido (FAD)	
Nicotinamida adenin dinucleótido (NAD)	
Nicotinamida adenin dinucleótido fosfato (NADP)	
Coenzima A	

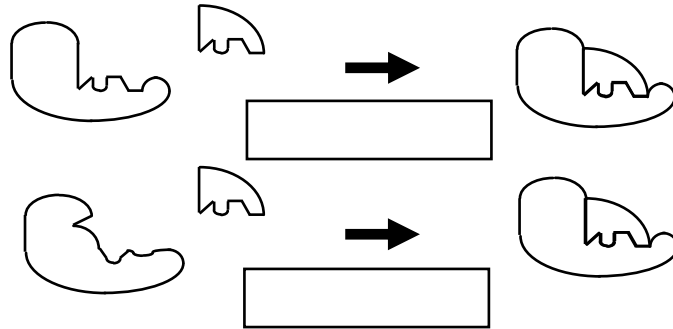
- 9) En la siguiente reacción la enzima (**E**) se une al sustrato (**S**) para formar el complejo **ES** que se disocia para liberar la enzima y el producto (**P**).



- a) ¿Qué ocurriría si en este sistema en equilibrio aumentara la concentración de la **E**?
- b) ¿Qué ocurriría si existiendo moléculas de la enzima aumentara la concentración de **S**?
- c) ¿Qué ocurriría con este sistema en equilibrio si el complejo **ES** se transformara en **E** y **P**?

10) El sustrato aportado por los tejidos humanos se fija a un determinado lugar de la enzima para formar el complejo ES. Las siguientes consignas le permitirán explicar el mecanismo de formación de este complejo.

a) Marque en los siguientes esquemas el modelo que corresponde a la hipótesis “llave-cerradura” y el que corresponde a la hipótesis de “adaptación o encaje inducido”, y explique las diferencias entre ellos.



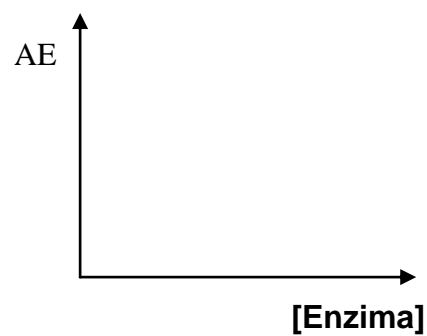
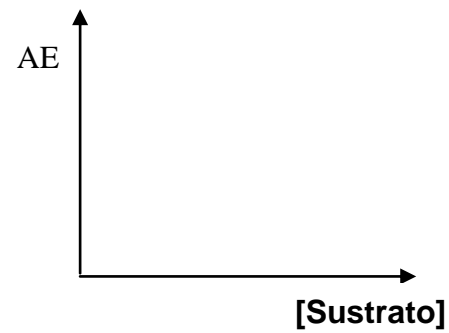
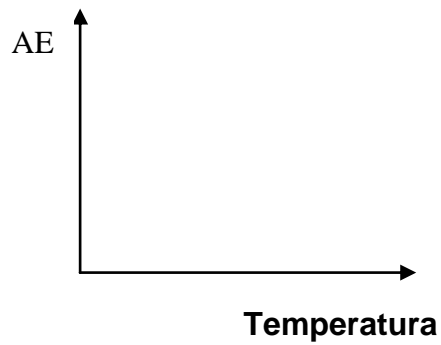
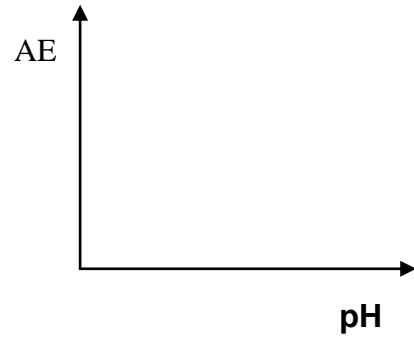
b) Indique cuál de las dos hipótesis es la más aceptada de acuerdo a los conocimientos actuales sobre estructura molecular y conformación de macromoléculas. Justifique su respuesta.

11) El sustrato interacciona con el centro activo de la enzima para formar el complejo enzima-sustrato. ¿Qué se entiende por **sitio activo** de la enzima y cómo está constituido?

12) Indique las diferencias entre **sitio catalítico** y **sitio alostérico** de una enzima. Explique brevemente cómo actúa adenosín trifosfato (ATP) en la modulación de la actividad enzimática.

13) Explique el concepto de **zimógeno** o **proenzima**. De tres ejemplos.

14) Algunos factores del medio pueden afectar la actividad enzimática (**AE**). En los siguientes gráficos muestre cómo varía la **AE** en función de pH, temperatura, concentración de sustrato y concentración de enzima. ¿Cómo explicaría cada uno de ellos?.



15) A partir del gráfico de actividad enzimática en función de la concentración de sustrato, defina el significado de los siguientes parámetros cinéticos: $V_{m\acute{a}x}$ y K_m , y márquelos en el gráfico.

16) Respecto a la inhibición de la actividad enzimática como una forma de modular la velocidad de una vía metabólica (reacciones químicas), defina los conceptos:

- a) Inhibición competitiva.
- b) Inhibición no competitiva.

¿Cómo se modifican los parámetros cinéticos $V_{m\acute{a}x}$ y K_m en ambos casos?. Muéstrello en el gráfico de coordenadas que corresponda del ítem 14.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) ¿Cuál es la razón por la cual las enzimas aumentan la velocidad de las reacciones químicas?
 - a) Porque aumentan la energía cinética media de las moléculas.
 - b) Porque aumentan el número de colisiones entre las moléculas de reaccionantes.
 - c) Porque disminuyen la fracción de moléculas de reaccionantes con energía suficiente para transformarse en productos.
 - d) Porque se unen a las moléculas de reaccionantes para dar un complejo de menor energía de activación.
 - e) Ninguna de las opciones anteriores explican el enunciado de la pregunta.

- 2) ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones explican que las enzimas son responsables de la regulación del metabolismo celular?
 - a) Son más eficientes que los catalizadores no biológicos.
 - b) No sufren modificaciones permanentes después de haber finalizado la reacción.
 - c) Se unen específicamente a su sustrato.
 - d) Su actividad puede ser modificada por sustancias que se unen a sus moléculas.
 - e) Todas las afirmaciones son correctas.

- 3) Con respecto a la estructura química de las enzimas, marque la opción **incorrecta**.
 - a) Su estructura primaria está codificada en los genes.
 - b) Las temperaturas elevadas modifican su sitio activo.
 - c) En las holoenzimas la diálisis prolongada anula la actividad biológica.
 - d) La activación de los zimógenos implica la hidrólisis de uniones peptídicas.
 - e) Todas presentan estructura cuaternaria.

- 4) La reacción de formación del complejo ES ($E + S \leftrightarrow ES$) es reversible, y por lo tanto... (marque la opción **correcta**):
 - a) La relación $[ES]/[E][S]$ es una constante.
 - b) Cuando en un sistema en equilibrio aumenta la $[E]$, se incrementa la $[ES]$.
 - c) La transformación del complejo ES en P y E ($ES \rightarrow P + E$) promueve la formación del complejo ES ($E + S \leftrightarrow ES$).
 - d) Un aumento en la concentración de S desplaza el equilibrio hacia la formación de ES a condición de que existan moléculas de E disponibles.
 - e) Todas las opciones anteriores son correctas.

- 5) Marque como **verdaderas o falsas** las siguientes afirmaciones. Justifique su respuesta.
 - a) La amilasa salival en un medio de pH 2 se inactiva.
 - b) El congelamiento repetido de una enzima produce pérdida de su actividad catalítica.
 - c) Las enzimas pueden ser modificadas por sustancias activadoras o inhibidoras.
 - d) Una propiedad de la enzima es su especificidad.
 - e) La apoenzima es de naturaleza no proteica.

- 6) La curva hiperbólica que resulta de representar la variación de la velocidad de una reacción química catalizada por una enzima, en función del aumento en la concentración de sustrato, se explica por:
- a) La desnaturalización de la enzima.
 - b) La saturación de las moléculas de enzima presentes con moléculas de sustrato.
 - c) El déficit de moléculas de sustrato.
 - d) Todas las opciones.
 - e) Ninguna de las opciones explica el enunciado de la pregunta.

“Por sus importantes aportes en la cinética enzimática”



Leonor Michaelis

1875-1949

Bioquímico y físico
alemán



Maud Leonora Menten

1879-1960

Bioquímica canadiense

TALLER N° 3

EJE TEMÁTICO I:

“MOLÉCULAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

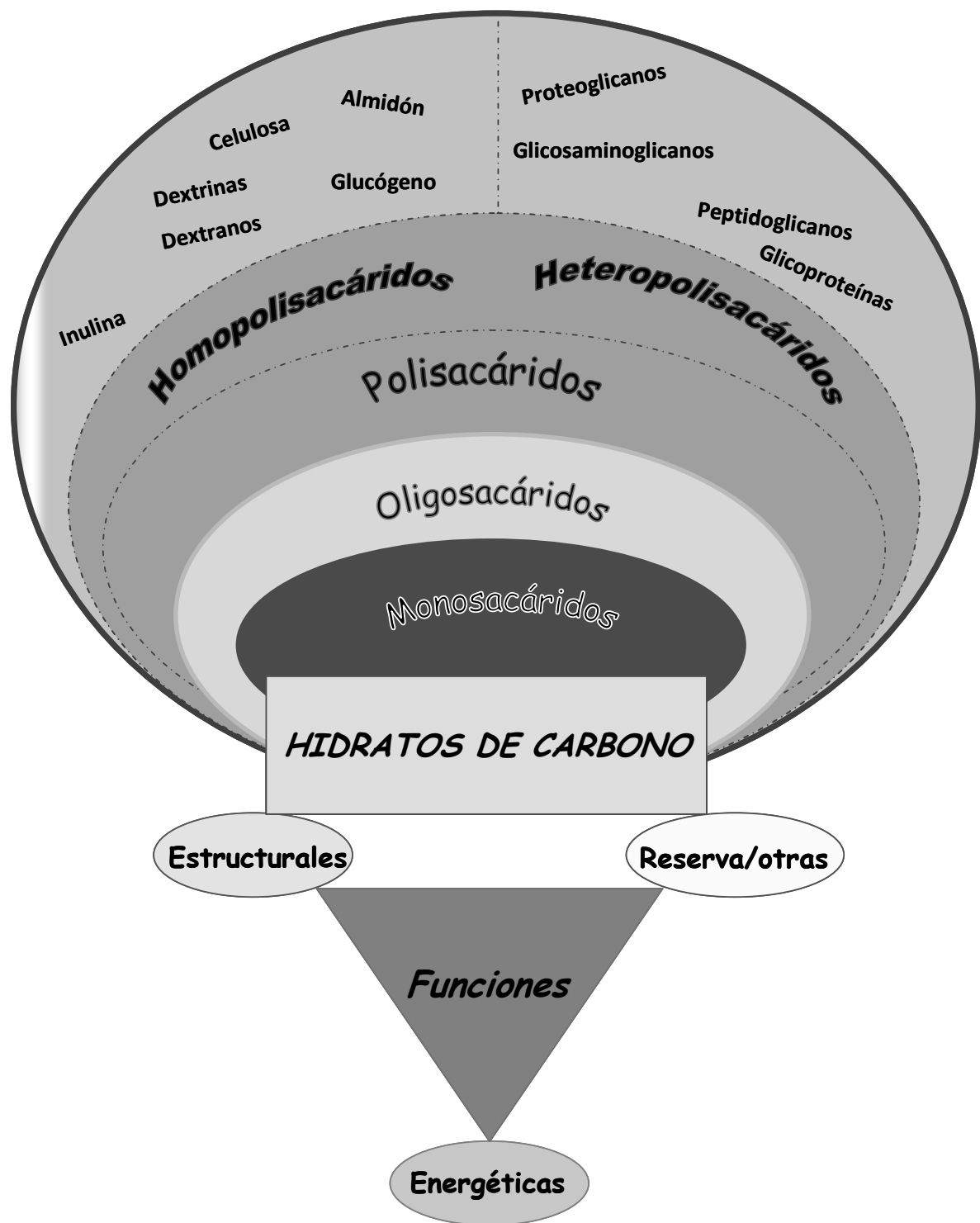
UNIDAD N° 4: GLÚCIDOS

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Comprender los conceptos fundamentales de glúcidos: clasificación, moléculas de importancia biológica y derivados de monosacáridos, dando mayor énfasis al estudio de sus estructuras y propiedades.
- Explicar las funciones de almacenamiento y sostén que poseen los polisacáridos.
- Reconocer los glúcidos de importancia en la formación de la caries dental.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

CONTENIDOS

Clasificación de los glúcidos. Monosacáridos: estructura, Monosacáridos de interés en bioquímica humana. Isómeros alfa y beta. Derivado de monosacáridos. Disacáridos: sacarosa, maltosa, lactosa. Homopolisacáridos: almidón, glucógeno, celulosa. Biopelícula dentobacteriana: fracción celular e intercelular, composición química. Estructura y síntesis de polisacáridos de la matriz intercelular: dextranos y levanos. Heteropolisacáridos: ácido hialurónico, condroitín sulfato, heparina.



INTRODUCCIÓN

Junto con las proteínas, los lípidos y los ácidos nucleicos, los **glúcidos, hidratos de carbono** o **sacáridos** son las principales moléculas de la materia viva vegetal y animal. Abundan en los tejidos vegetales como constituyentes de sus estructuras fibrosas o leñosas y como material de reserva nutritiva en tubérculos, semillas y frutos. En los tejidos animales los glúcidos se encuentran disueltos en los líquidos corporales, sea como reserva energética o integrando complejas moléculas junto a los lípidos o proteínas (glucolípidos y glucoproteínas), con quienes participan en muy diversas funciones. Los glúcidos representan el 1% del peso del cuerpo humano, mientras que las proteínas el 15%, los lípidos el 15%, las sustancias minerales el 5% y el agua el 74% restante.

Los glúcidos están representados por unidades monoméricas o azúcares simples (**monosacáridos**) o por moléculas que resultan de la unión de hasta 10 monosacáridos (**disacáridos, trisacáridos, oligosacáridos**), alcanzando un alto grado de complejidad estructural cuando se unen cientos o miles de monosacáridos (**polisacáridos**).

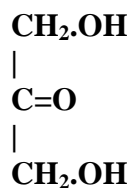
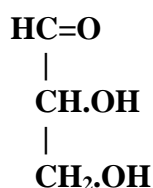
Estos compuestos son importantes componentes de la dieta humana pues suministran entre el 40 y 60% de las calorías diarias consumidas. Los principales glúcidos de la dieta son almidón, sacarosa y lactosa.

Numerosas evidencias apoyan una relación entre el consumo de sacarosa y la **caries dental**. Estudios epidemiológicos muestran que la incidencia de caries dental es mayor en niños que ingieren una dieta rica en sacarosa (caramelos, chocolate, dulces, etc.).

ACTIVIDADES ÁULICAS

1) Escriba la clasificación general de los glúcidos.

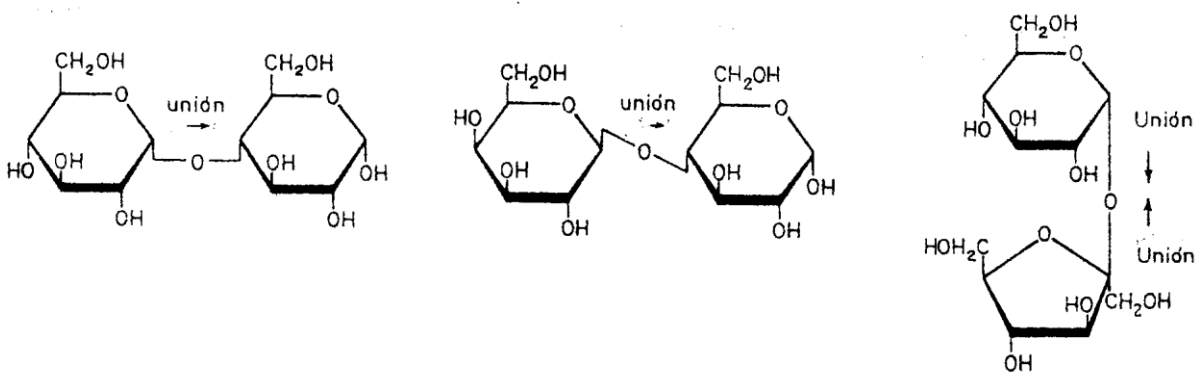
2) En las siguientes fórmulas localice los diferentes grupos funcionales que caracterizan a los glúcidos y luego nómbralos.



3) Represente la transformación de la forma lineal de la **glucosa** en su forma cíclica. Indique cómo se denomina la unión que se establece en la forma cíclica.

4) Mediante fórmulas represente los isómeros alfa y beta de la **D-glucosa**.

5) Las fórmulas de los disacáridos de mayor interés en el estudio de la bioquímica humana se muestran a continuación:



En ellas:

- Identifique las estructuras que corresponden a lactosa, maltosa y sacarosa.
 - Escriba el nombre de los monosacáridos que forman parte de cada disacárido.
 - Indique el tipo de unión que se establece entre los monosacáridos.
- 6) Describa las semejanzas y diferencias estructurales entre el almidón de la papa y el glucógeno hepático y muscular.

- 7) La **biopelícula dental** o biofilm es una comunidad bacteriana organizada que se ubica sobre las superficies de las piezas dentales, cuya actividad es responsable de la caries dental y de la enfermedad periodontal.

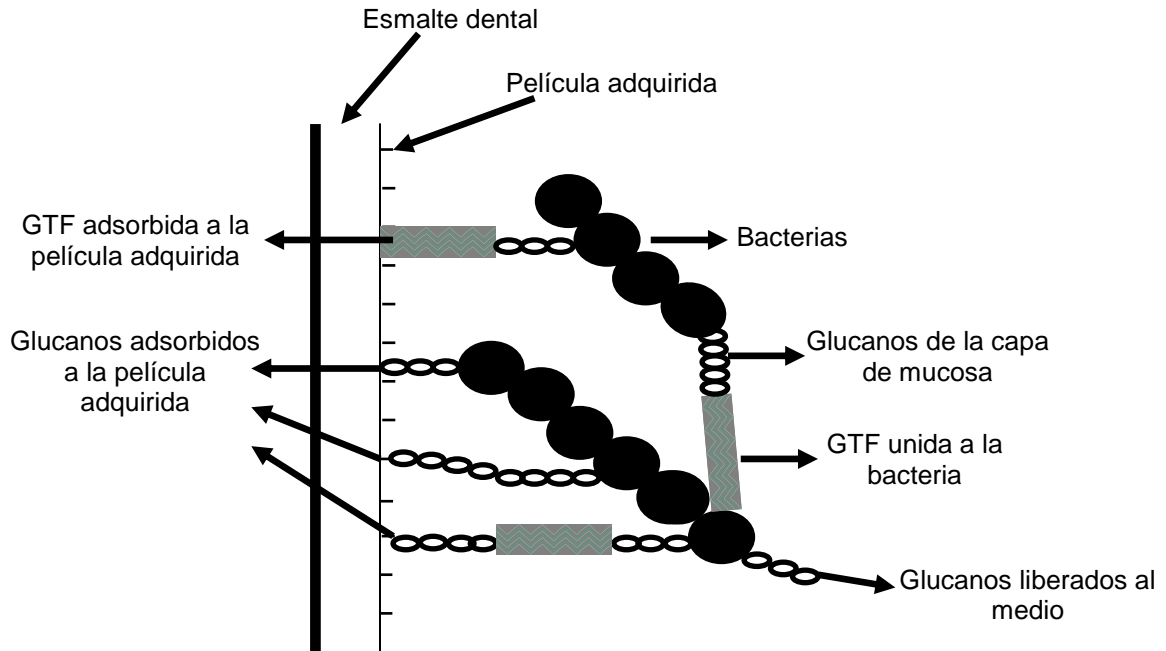


La biopelícula está constituida por una **fracción celular** (bacterias) y una **matriz extracelular**. Los principales constituyentes de la matriz extracelular están representados por los polisacáridos denominados **glucanos y levanos**.

En la película adquirida (PA) predominan procesos adhesivos con diferentes tipos de uniones, entre ella podemos destacar las mediadas por glucanos y las enzimas glucosiltransferasas (GTF). Las GTF constituyen una familia de enzimas extracelulares que escinden la molécula de sacarosa y polimerizan los monosacáridos de glucosa formando polímeros del tipo glucanos. Cuando las especies bacterianas se van adhiriendo a la PA producen estos polisacáridos extracelulares, configurando la capa mucosa, rodean varias células y originan microcolonias adherentes.

- a) Esquematice la reacción de síntesis de los polisacáridos glucanos y levanos, mencionando las enzimas participantes.
- b) Indique el tipo de unión química que se establece entre los monosacáridos constituyentes de los glucanos y levanos. Describa la relación existente entre el tipo de unión química y las propiedades del polisacárido que las posee.

- c) En la siguiente representación indique la localización y el nombre de las enzimas que catalizan la síntesis de estos polisacáridos.



Uniones mediadas por glucanos. Modificada de Taubman, M.A. 1991.

- d) ¿Cuál es la importancia de estos polisacáridos en la caries dental?.

9) Los **heteropolisacáridos** son compuestos formados por más de un tipo de monosacárido o derivado de monosacáridos. Frecuentemente se asocian a proteínas formando grandes complejos moleculares.

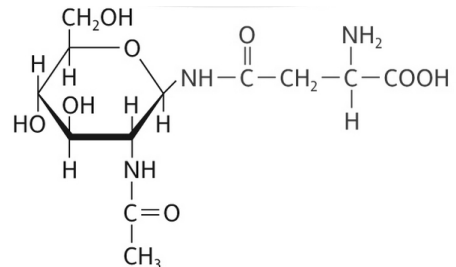
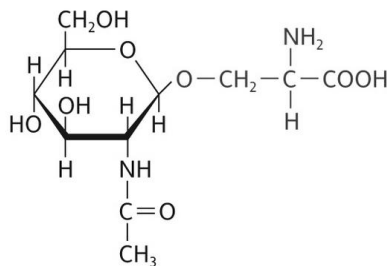
a) Explique el concepto de “derivado de monosacáridos”.

b) Describa la estructura de los constituyentes del ácido hialurónico, condroitín sulfato y heparina.

c) Explique las funciones biológicas de estos heteropolisacáridos.

10) Las **mucinas** son glicoproteínas de alto peso molecular secretadas por las glándulas submandibulares. Estas imparten al “biofilm” que recubre a los tejidos duros y blandos de la boca, sus propiedades de lubricación, protección contra sustancias tóxicas e interacción con bacterias.

a) En las fórmulas señale la correspondencia con alguno de los siguientes tipos de enlaces “covalentes”: *i*) enlaces N-glucosídicos; *ii*) enlace O-glucosídicos.



b) Describa la estructura de las mucinas.

c) A partir de la respuesta anterior, deduzca la función biológica de estas glicoproteínas en la saliva.

RELATO DEL ESTUDIO DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA CLÍNICA

“Mucho más que un dolor de muelas.....”

Laura tiene 19 años vive en La Calera, Córdoba; estudia psicología en la Universidad Nacional de Córdoba durante la mañana y trabaja en un Call Center por la tarde. Durante cuatro días Laura estudió para un examen final. Su horario de estudio fue mayormente a la noche y para mantenerse despierta tomó mate con azúcar, chocolate y gaseosas. Después de haber rendido el examen presentó un dolor de diente, sensibilidad a los alimentos o bebidas dulces, calientes o frías y dolor al masticar. También tuvo dificultad con el cepillado dental por provocarle dolor al hacerse la limpieza mecánica. Por tal razón decidió acudir al servicio de Odontología del Hospital de Clínicas de la ciudad de Córdoba en donde se realizó un examen bucal y se diagnosticó una caries activa en la cara proximal del elemento 36.

El profesional decidió realizar una encuesta sobre sus hábitos alimentarios para determinar algunos de los factores de riesgo cariogénico.

ENCUESTA: Hábitos alimentarios relatados por Laura.

Desayuno: Café con leche con cuatro cucharadas de azúcar, tres rodajas de pan, manteca y mermelada.

Almuerzo: Combo de Mc. Donald con papa fritas y un vaso de gaseosa ó un sándwich de mortadela y gaseosa.

Merienda: Café sólo con cuatro cucharadas de azúcar, dos medias lunas dulces y un criollo.

Cena: Dos porciones de pizza y gaseosa ó un sándwich (mortadela, jamón y queso) ó un plato de fideos y de postre fruta (naranja).

Entre comidas: Caramelos duros, pegajosos, chicles comunes, galletas dulces, una barra de chocolate, jugos de fruta azucarados.

Momentos de azúcar diarios: Siete en total.

Si se despierta por la noche ¿qué bebe y/ó come?: Tomo mate con azúcar, chocolate y gaseosas.

Momentos de cepillado dental: Uno por la mañana.

Usa pasta dental: Sí. ¿cuál pasta?: Colgate.

Visita al odontólogo: Sí. ¿cuántas veces por año?: Una vez ó cuando siento dolor.

PAUTAS DE TRABAJO:

1. Forme grupos de no más de cuatro integrantes.
2. Nombre cuáles son los principios inmediatos o nutrientes más abundantes en la dieta de Laura.
3. Relacione la caries activa diagnosticada con:
 - consumo de hidratos de carbono fermentable.
 - biopelícula dental madura.
 - curva de Stephan.
4. ¿Cuáles serían los cambios en la dieta de Laura para mejorar su salud bucal y prevenir la enfermedad de caries?

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los glúcidos es **incorrecta**?
 - a) Son sintetizados por los animales a partir de CO_2 y H_2O .
 - b) Tienen función aldehído o cetona.
 - c) Los más simples se denominan monosacáridos.
 - d) Algunos son polímeros lineales o ramificados.
 - e) Los glúcidos más simples son dihidroxicetona y gliceraldehído.

- 2) Respecto a las aldohexosas indique la afirmación **correcta**.
 - a) Poseen función aldehído.
 - b) Son solubles en agua.
 - c) La galactosa y la manosa son ejemplos de ellas.
 - d) Participan en la constitución de los polisacáridos vegetales más difundidos.
 - e) Todas las afirmaciones son correctas.

- 3) Indique cuál de las siguientes características y/o propiedades **es común** en la D-glucosa y D-fructosa.
 - a) Poseen función aldehído
 - b) Derivan de la dihidroxiacetona.
 - c) Ambas poseen función cetona.
 - d) Son productos de la hidrólisis total del almidón y del glucógeno.
 - e) Constituyen la molécula de sacarosa.

- 4) ¿Qué hecho/s explica que la glucosa y otros monosacáridos adopten en su molécula una **configuración cíclica**?
 - a) El fenómeno de mutarrotación.
 - b) La existencia de los isómeros alfa y beta.
 - c) El uso del concepto de función "aldehído potencial" en las aldosas.
 - d) La lentitud para dar las reacciones en donde participa el grupo aldehído.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 5) ¿Porqué la sacarosa es la más cariogénica (favorece la caries dental) de los glúcidos?
 - a) Es la más soluble.
 - b) Puede ser degradada a compuestos ácidos a nivel de la placa bacteriana.
 - c) Es la única que puede ser utilizada para la síntesis de polisacáridos extracelulares de origen bacteriano.
 - d) Es la que posee mayor capacidad de adherencia a la superficie del diente.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 6) En relación a la biosíntesis de glucanos y levanos en la placa bacteriana marque la opción **correcta**.
 - a) Ocurre en el citoplasma de la célula bacteriana
 - b) Requiere de sacarosa de la dieta
 - c) Consume ATP
 - d) Aumenta con dietas ricas en almidón
 - e) Ninguna opción es correcta

- 7) Respecto a la placa dental describa lo siguiente:
- Etapas de su formación.

 - Composición química.
- 8) La amilosa y la celulosa son dos polímeros lineales de glucosa. Sin embargo, algunas características y propiedades de la amilosa **son diferentes** a las de la celulosa, ¿cuáles son?
- a) La presencia de uniones α 1-4 glucosídicas.
 - b) La disposición espacial de la cadena.
 - c) La formación de un complejo de color azul con el Yodo.
 - d) Su transformación por los organismos superiores.
 - e) Todas las opciones son correctas.
- 9) Defina y clasifique a los glicosaminoglicanos.
- 10) Respecto a las mucinas salivales indique la afirmación **correcta**.
- a) Son glucoproteínas de alto PM y elevado contenido de glúcidos.
 - b) Proveen a la saliva sus propiedades de viscosidad y viscoelasticidad.
 - c) Son particularmente abundantes en saliva submaxilar y sublingual.
 - d) Tienen funciones de lubricación y protección de las mucosas.
 - e) Todas las opciones son correctas.
- 11) Indique como **verdadero o falso** las siguientes afirmaciones:
- a) La forma cíclica de la fructosa se establece por la unión hemiacetálica entre el C₂ y el C₅.
 - b) La sacarosa está formada por glucosa y fructosa unidas por un enlace glicosídico en el que participa el C₂ de α -glucosa y el C₁ de β -fructosa.
 - c) Los glucanos son homopolisacáridos constituidos por α -D-glucosa, con la presencia de ramificaciones.
 - d) Las glucoproteínas son proteínas conjugadas con los lípidos.

12) En el cuadro siguiente marque con una cruz las correspondencias entre características y tipo de glúcido.

	Amilosa	Amilopectina	Glucano	Celulosa	Glucógeno	Condroitín sulfato
Ramificado						
Lineal						
Vegetal						
Bacteriano						
Energético						
Estructural						
Homopoli-Sacárido						
Heteropoli-Sacárido						

13) En el cuadro siguiente marque con una cruz las correspondencias entre glúcidos.

	α -glucosa	β -galactosa	β -fructosa	β -glucosa	Hexosaminas	Ácido urónico
Lactosa						
Maltosa						
Amilosa						
Amilopectina						
Glucógeno						
Celulosa						
Glucano						
Levano						
Condroitín Sulfato						
Sacarosa						

14) En el siguiente cuadro marque con una cruz el tipo de unión que se establece en los glúcidos escritos.

Uniones	Amilosa	Glucógeno	Celulosa	Glucano	Sacarosa	Amilopectina
α 1-4						
α 1-6						
α 1-4 y α 1-6						
α 1-6 y α 1-3						
β 2- α 1						
β 1-4						



Premio Nobel de Química 1902



Hermann Emil Fischer

(1852, Euskirchen, Reino de Prusia-1919, Berlín, Alemania)

En sus investigaciones demostró que las proteínas están compuestas por cadenas de aminoácidos y que la acción de las enzimas es específica, efectuando la hidrólisis de las proteínas complejas en aminoácidos. En su trabajo acerca de los glúcidos determinó la estructura molecular de la glucosa y la fructosa (entre otros 13 azúcares). Además, fue el primer químico que planteó la fórmula de derivados de la purina, como por ejemplo el ácido úrico, y la cafeína. También desarrolló el modelo de llave-cerradura de las enzimas, por el cual postulaba que la estructura del sustrato debía acoplarse perfectamente al centro activo, para que se llevara a cabo la catálisis. El Premio Nobel fue concedido **“por su trabajo en la síntesis de azúcares y purinas”**.

Este científico estableció un vínculo entre la biología, la química orgánica y la estereoquímica. Se menciona la “proyección de Fischer”, ideada por este químico alemán en 1891, que consiste en una proyección bidimensional utilizada en química orgánica para representar la disposición espacial de moléculas en las que uno o más átomos de carbono están unidos a 4 sustituyentes diferentes. Estos átomos pueden existir en dos configuraciones espacialmente diferentes, que son imágenes especulares entre sí, como lo son la mano derecha de la izquierda, y al igual que éstas no son superponibles en el espacio. Estos átomos constituyen centros “quirales” o de isomería espacial.

TALLER Nº 4

EJE TEMÁTICO IV:

“MOLÉCULAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD Nº 5: LÍPIDOS

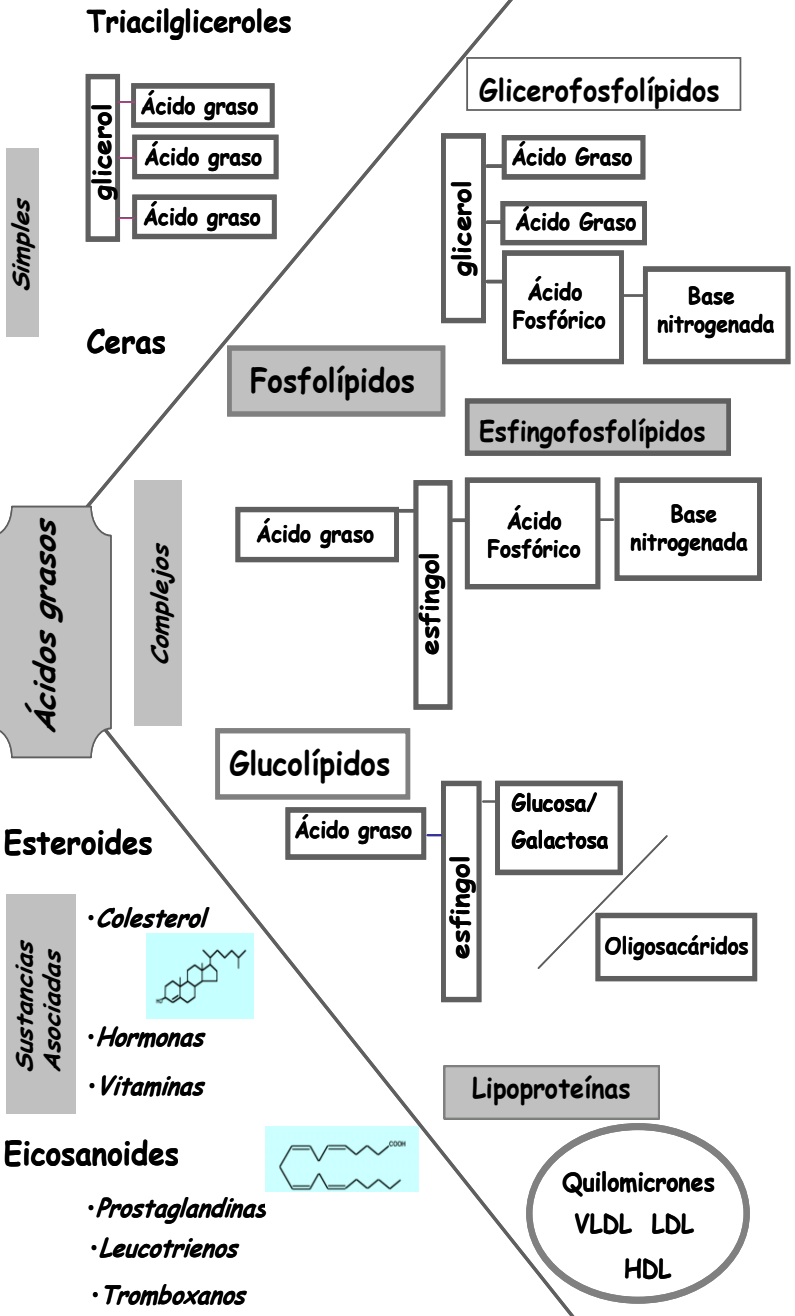
EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Reconocer la estructura química de los distintos componentes lipídicos y moléculas asociadas.
- Analizar las propiedades físico-químicas en relación a su estructura química.
- Establecer la función biológica de las diferentes estructuras lipídicas.
- Valorar la importancia de los lípidos en la salud general del individuo.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente y grupal.
- Promover el desarrollo de actitudes de búsqueda y la elaboración de propuestas.

CONTENIDOS

Clasificación de los lípidos. Ácidos Grasos; principales propiedades físicas y químicas. Saponificación. Acción emulsionante de los jabones. Lípidos simples. Acilgliceroles. Lípidos complejos. Fosfolípidos; clasificación. Glicerofosfolípidos (lecitinas, cefalinas, plasmalógenos) y esfingofosfolípidos (esfingomielina). Glucolípidos: cerebrósidos y gangliósidos. Esteroles. Colesterol. 7-dehidrocolesterol.

LIPIDOS



INTRODUCCIÓN

Los lípidos representan un grupo heterogéneo de sustancias, ampliamente distribuidas en el reino vegetal y animal, cuya característica común es ser poco solubles o insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Estas sustancias no forman estructuras poliméricas macromoleculares como los polisacáridos, las proteínas o los ácidos nucleicos.

Los lípidos desempeñan funciones biológicas muy variadas ya que:

- a) constituyen los principales componentes estructurales de las membranas biológicas,
- b) almacenan gran cantidad de energía química en los animales,
- c) desempeñan funciones de protección,
- d) participan en la regulación metabólica (hormonas, vitaminas, prostaglandinas, etc.) y
- e) regulan los procesos celulares asociados a las membranas biológicas, como por ejemplo el transporte y la comunicación celular.

En la estructura de casi todos los lípidos extraídos de material biológico se encuentran, formando parte de la molécula, ácidos orgánicos monocarboxílicos a los cuales se los denomina genéricamente **ácidos grasos**.

Los organismos vegetales y animales difieren en la composición y contenido de lípidos. Así por ejemplo, el colesterol existe sólo en los organismos animales, en tanto que los ácidos grasos insaturados son más abundantes en los vegetales. La literatura explicita el efecto que tiene el alto contenido de lípidos de la dieta sobre la salud humana.

Los lípidos naturales se encuentran principalmente en forma de grasas y aceites, como reserva energética o aislante térmico, en organismos animales y vegetales.

Según su complejidad, los lípidos pueden clasificarse en **lípidos simples** y **lípidos complejos**. Entre los lípidos simples se encuentran los **acilgliceroles** (funciones de sostén y reserva energética) y las **ceras** (funciones de protección y lubricación). Los lípidos complejos comprenden a los **fosfolípidos** y **glucolípidos** (integrantes de membranas), y las **lipoproteínas** (en plasma sanguíneo). Además, en la naturaleza existen sustancias que presentan una importante actividad biológica y se asocian a los lípidos. Entre ellas mencionamos a los esteroides, terpenos, vitaminas liposolubles, hormonas, etc.

Otros lípidos importantes sintetizados por el organismo son el colesterol, las prostaglandinas y los ácidos biliares.

La correlación entre la concentración del colesterol sérico y salival y el rol de los lípidos salivales en la salud oral ha sido pobremente caracterizada. La mayor parte de los lípidos en saliva es de origen glandular y una proporción menor corresponde a los provenientes por difusión desde el plasma.

La superficie del esmalte está protegida contra la desmineralización por una mezcla de lípidos y proteínas salivales. Sin embargo, los altos niveles de lípidos séricos,

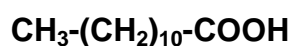
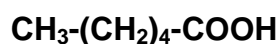
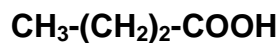
principalmente colesterol, han demostrado ser nocivos para la salud general del individuo y se le ha dado importancia también en la enfermedad periodontal.

ACTIVIDADES ÁULICAS

La identificación de los lípidos y el estudio de sus propiedades fisicoquímicas permiten comprender la importancia biológica de estas sustancias.

1) Esquematice la clasificación de los lípidos según su estructura química.

2) Las siguientes fórmulas representan ácidos grasos:



a) Escriba el nombre de cada una de ellos.

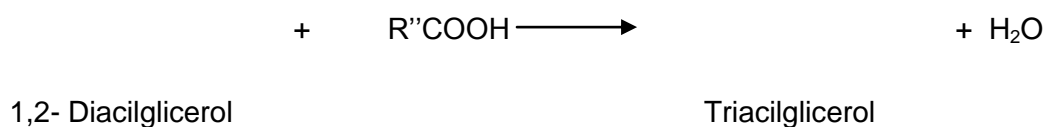
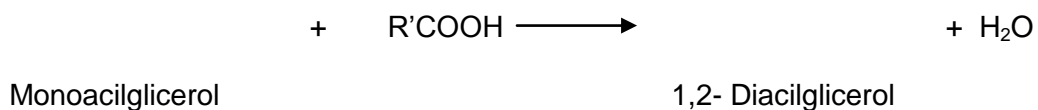
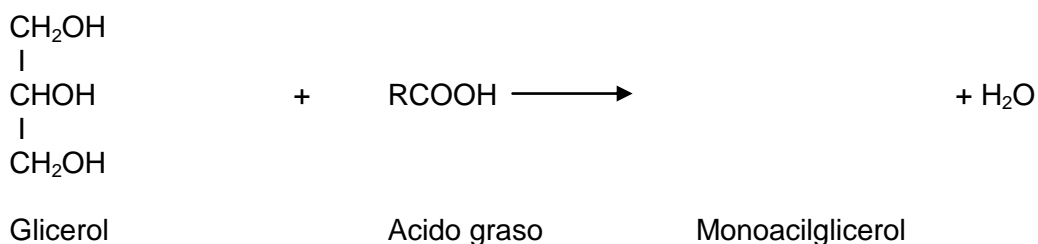
b) Indique cómo varía su solubilidad en agua si comparamos los tres ácidos grasos. Justifique su respuesta.

3) Para los ácidos grasos indicados en la siguiente tabla:

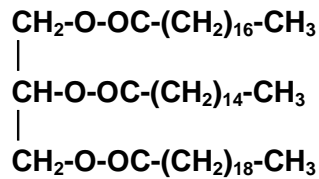
- Escriba el número de carbonos y doble ligaduras en su estructura.
- Indique, utilizando +, ++, +++, cómo varían, en orden creciente, sus puntos de fusión.
- Indique el estado físico (líquido ó sólido) a 20°C.

	ESTEÁRICO	OLEICO	LINOLEICO
Número de carbonos			
Número de doble ligaduras			
Punto de fusión			
Estado físico			

4) En las siguientes reacciones reemplace convenientemente R, R' y R'' por cadenas carbonadas para dar origen a ácidos grasos conocidos. Escriba en los productos de la reacción las estructuras de un monoacilglicerol, un diacilglicerol y un triacilglicerol respectivamente.



5) Dado el siguiente triacilglicerol:



- a) Indique el tipo de unión que se establece entre cada ácido graso y el glicerol.
- b) Diga, justificando su respuesta, si es un homotriacilglicerol o un heterotriacilglicerol.
- c) Comente la función biológica de este tipo de moléculas.

6) La **membrana plasmática** de una célula animal típica está compuesta por un 50% de lípidos y un 50% de proteínas. Aproximadamente el 75% de los lípidos son **fosfolípidos**, lípidos que contienen fósforo. En menores proporciones también están el **colesterol** y los **glicolípidos**; éstos últimos son lípidos que contienen uno o varios monosacáridos unidos.

Escriba la estructura química de los siguientes lípidos complejos e indique la función biológica de cada uno de ellos:

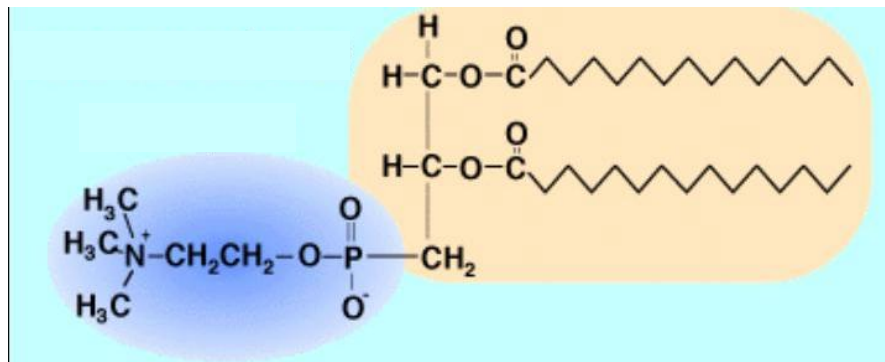
- i. Glicerofosfolípidos.
- ii. Esfingofosfolípidos.
- iii. Glicolípidos.
- iv. Colesterol

7) Respecto a los siguientes lípidos complejos, marque con una cruz (X) las correspondencias entre ellos y sus componentes químicos:

	Ácido fosfatídico	Fosfatidilcolina	Fosfatidiletanolamina	Esfingomielina	Gangliósido
Glicerol					
Ácido graso					
Etanolamina					
Colina					
Fosfato					
Esfingosina					
Oligosacárido					
Ácido siálico					

8) Los **fosfolípidos** constituyentes de membrana forman una bicapa lipídica debido a su carácter **anfipático**, es decir por tener una cabeza hidrófila y una cola hidrófoba. La cabeza está formada por un fosfato y un compuesto nitrogenado (colina o etanolamina) que se orientan hacia el agua. La cola está formada por ácidos grasos que repelen el agua.

a) En el siguiente fosfoglicérido identifique y marque las porciones hidrofílica e hidrofóbica, e indique cómo es su disposición en la bicapa.



b) Los lípidos de membrana también presentan una **cabeza polar** y una **cola no polar**. Asigne estas dos regiones en las estructuras químicas realizadas en la pregunta 6.

- 9) El **colesterol** es una sustancia constituyente de órganos y tejidos, asociada a lípidos.
- a) Escriba su fórmula química y numere sus carbonos. Señale el sitio probable de saponificación y justifique su respuesta.

b) Investigue las propiedades de solubilidad de esta sustancia, teniendo en cuenta su estructura química.

- c) ***“La determinación de su concentración plasmática es de gran interés clínico, pues está demostrada la relación entre los niveles altos de colesterol y la incidencia de aterosclerosis, cardiopatía isquémica y otras enfermedades”***

Investigue el valor de colesterol plasmático para el cual el riesgo cardiovascular comienza a ser importante. Escriba lo encontrado para su discusión en clase.

- 10) Explique la relación que existe entre el **colesterol** y los **ácidos biliares**, desde el punto de vista de su estructura química. Busque en la bibliografía qué son los cálculos biliares.

11) En cuanto a los lípidos de la dieta:

a) ¿Cuál es la función de los lípidos en la nutrición?.

b) Defina el concepto de “ácidos grasos esenciales”; mencione cuáles son y describa en qué tipo de alimentos se encuentran.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) De las siguientes afirmaciones respecto a los lípidos marque la **incorrecta**.
 - a) Se encuentran ampliamente distribuidos en el reino animal y vegetal.
 - b) Son poco solubles o insolubles en agua debido a las características de polaridad de sus moléculas.
 - c) Cumplen funciones estructurales y energéticas.
 - d) Forman estructuras poliméricas macromoleculares.
 - e) En la mayoría de ellos se encuentran ácidos orgánicos monocarboxílicos.

- 2) Respecto a los acilgliceroles marque la afirmación **verdadera**.
 - a) Son lípidos simples al igual que las ceras.
 - b) Por hidrólisis en medio ácido originan glicerol y ácidos grasos.
 - c) La triestearina es insoluble en agua y sólida a 20°C.
 - d) Las grasas animales son muy pobres en ácidos grasos poli-insaturados.
 - e) Todas las opciones son verdaderas.

- 3) De las siguientes afirmaciones marque la **correcta**.
 - a) El punto de fusión de un aceite con ácidos grasos de 18 carbonos es mayor que el de una grasa con ácidos grasos de 18 carbonos.
 - b) El punto de ebullición de los ácidos grasos disminuye con la longitud de la cadena carbonada.
 - c) La presencia de ácidos grasos insaturados en grasas y aceites aumenta el punto de ebullición.
 - d) La cadena carbonada de los ácidos grasos determina su solubilidad en solventes orgánicos.
 - e) Todas las afirmaciones son correctas.

- 4) ¿Porqué los lípidos de depósito representan en los organismos animales una reserva de energía mayor que la de los depósitos de glúcidos (glucógeno)?
 - a) Los triacilgliceroles son compuestos menos oxidados que la glucosa.
 - b) La cantidad de lípidos de depósito en el organismo es mayor que la de glucógeno.
 - c) Para igual peso, los depósitos de lípidos contiene menor cantidad de agua que los de glucógeno.
 - d) La oxidación total (hasta CO₂ y H₂O) de un gramo de lípido produce más energía que un gramo de glucógeno.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 5) Respecto a los **cerebrósidos** marque la afirmación **correcta**.
 - a) Son esfingofosfolípidos.
 - b) Son glucolípidos abundantes en la sustancia blanca del cerebro y en las vainas de mielina
 - c) Son el principal material de reserva energética del tejido nervioso
 - d) Son lípidos que presentan ácidos siálicos en su molécula
 - e) Son lipoproteínas.

- 6) Respecto a los esteroides marque la afirmación **correcta**.
- Son derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno.
 - El colesterol es un zooesterol.
 - Son insolubles en agua.
 - El ergosterol se encuentra sólo en los vegetales.
 - Todas las afirmaciones son correctas.
- 7) De las siguientes afirmaciones referidas al colesterol marque la **correcta**.
- Es un lípido presente en casi todas las grasas de origen animal.
 - Está presente en la bilis en gran cantidad.
 - Es la sustancia de partida para la síntesis de hormonas sexuales y ácidos biliares.
 - Es una molécula precursora del 7-dehidrocolesterol que actúa como provitamina D.
 - Todas las opciones son correctas.
- 8) En la siguiente tabla complete los casilleros en blanco con las sustancias necesarias para la constitución de los lípidos complejos:

FOSFATIDILCOLINA			PO_4H_3	
	Esfingol			Colina
	Esfingol			Galactosa
GANGLIÓSIDO	Ceramida			

Nutrición

Los principios inmediatos, también denominados **macronutrientes**, son los que se encuentran en mayor proporción en los alimentos y aportan energía; ellos son los lípidos o grasas, glúcidos y proteínas.

El **agua** es un nutriente esencial y es el solvente en el cual ocurren todas las reacciones químicas de la vida.

Los **micronutrientes** se encuentran en pequeñas cantidades y si bien no aportan energía son muy importantes para el buen funcionamiento del organismo humano. Ellos son las vitaminas y los oligoelementos:

Vitaminas: son componentes orgánicos esenciales que actúan como coenzimas o cofactores para varias proteínas en el organismo.

Oligoelementos: son elementos químicos que se encuentran en pequeñas cantidades y son esenciales para el buen funcionamiento de las células (Ej.: zinc, potasio, hierro, selenio, yodo, etc.).

Los nutrientes son requeridos por el organismo humano en grandes cantidades y aportan la energía necesaria para que se produzcan las reacciones de las vías metabólicas, para la construcción o renovación de los tejidos y sistemas, y el mantenimiento de los procesos vitales.

Para realizar las siguientes actividades deberá leer atentamente el Anexo incluido en esta obra; luego:

- 1) Nombre cuáles son los nutrientes más abundantes en su dieta como estudiante de Odontología.
- 2) Analice con sus compañeros si la alimentación es adecuada para sus actividades como estudiante.
- 3) Relacione dicha dieta con posibles consecuencias positivas o negativas para su salud bucal (Ej.: caries activas).
- 4) Conociendo los nutrientes que necesita el organismo y los alimentos que los contienen, organice una comida diaria de modo que la alimentación sea equilibrada y asegure una buena nutrición para un estudiante de Odontología.



Premio Nobel de Fisiología o Medicina 1982

"Por sus estudios sobre prostaglandinas y sustancias relacionadas"



Sune K. Bergström

1916-2004

Instituto Karolinska.
Estocolmo,
Suecia



**Bengt I.
Samuelsson**

1934

Instituto Karolinska.
Estocolmo,
Suecia



John R. Vane

1927-2004

Laboratorios de
Investigación Wellcome.
Beckenham,
Reino Unido

MLA style: "The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1982". Nobelprize.org. 14 Jun 2011
http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1982/

ACTIVIDAD Nº 5

PRÁCTICO DE LABORATORIO

EJE TEMÁTICO I:

“MOLÉCULAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD Nº 6: ÁCIDOS NUCLEICOS, BIOSÍNTESIS DE PROTEÍNAS, INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA MOLECULAR

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Analizar la constitución y estructura tridimensional de los ácidos nucleicos y su relación con las funciones específicas.
- Comprender la participación de los ácidos nucleicos en el almacenamiento y la transformación de la información genética en síntesis proteica.
- Conocer técnicas básicas de biología molecular de importancia en la aplicación clínica investigativa.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

CONTENIDOS

Importancia biológica de los ácidos nucleicos. Composición. Bases nitrogenadas púricas y pirimídicas. Nucleótidos. Ácido desoxirribonucleico (ADN). Composición y estructura del ADN. Funciones. Replicación. Gen. Mutaciones. Ácidos ribonucleicos (ARN). Composición, estructura, clasificación y función de los ARN. Mecanismo de transcripción y procesamiento normal y alternativo del ARNm. Código Genético. Traducción. Activación de los aminoácidos. Iniciación, elongación y terminación de la cadena polipeptídica. Modificaciones post-traduccionales. Reparación del ADN. Telomerasas y Enzimas de Restricción. ADN polimerasa. Transcriptasa inversa. Plásmidos. ADN recombinante. Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR).

INTRODUCCIÓN

Los **ácidos nucleicos** son macromoléculas con carácter ácido y se encuentran en la mayoría de los seres vivos. Las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) contienen la información específica que se expresa a través de la síntesis de ácidos ribonucleicos (ARN) que se traducen en proteínas específicas. Están formados por la polimerización lineal de **nucleótidos** que se unen entre sí mediante enlaces fosfodiéster. Los nucleótidos están constituidos por una pentosa (ribosa o desoxirribosa), una base nitrogenada (purina o pirimidina) y un grupo fosfato.

Los ácidos nucleicos cumplen diferentes e importantes funciones:

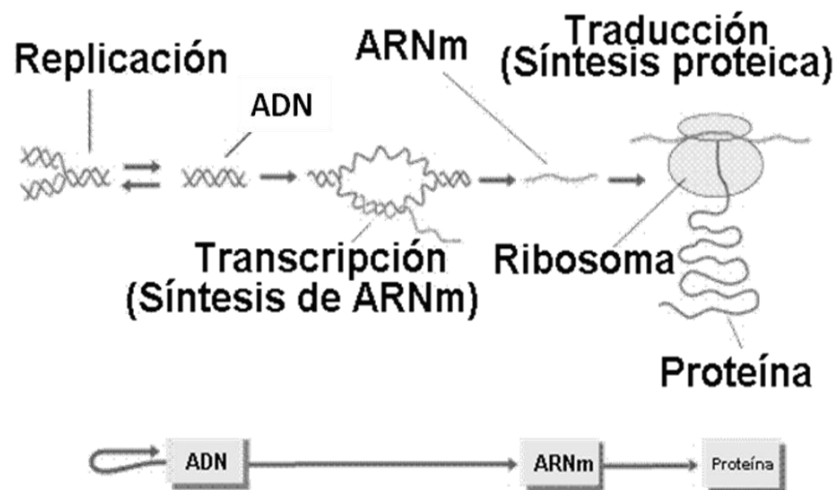
- Guardan la información genética y son responsables de transmitir caracteres por herencia.
- Participan en los mecanismos mediante los cuales la información genética se almacena, replica y transcribe en proteínas.
- Dirige la polimerización de la secuencia específica de aminoácidos en el proceso de la síntesis de proteínas.

Un **gen** es un segmento de ADN que contiene la información necesaria para la síntesis de una proteína o de las diferentes moléculas de ARN: ARN ribosomal, ARN de transferencia y ARN mensajero.

Las **mutaciones** son cambios producidos en una secuencia de ADN que generan cambios en la estructura primaria de una proteína y que se puede transmitir a la descendencia.

Para que la información sea transmitida de una célula a otra, primero debe copiarse en un proceso llamado **replicación** que ocurre en el núcleo. Además, el ADN se copia en el núcleo en ARN mensajero (ARNm) en el proceso de **transcripción**. El ARNm sale del núcleo hacia el citoplasma donde ocurrirá la síntesis de proteínas durante el proceso de **traducción**.

Estos tres procesos secuenciales constituyen el llamado **dogma central de la Biología**, que establece que la información fluye desde el ADN al ARN y de este a las proteínas.



Existen diferentes **mecanismos de regulación génica**, que controlan el tipo y la cantidad de proteínas que se sintetizan en una célula.

El progreso de la **biología molecular** y el impacto que produjo en la manipulación del material genético fueron factores que permitieron grandes avances en las ciencias de la salud, generando nuevas metodologías para el diagnóstico e investigación de enfermedades, al igual que el desarrollo de herramientas para investigar y aplicar nuevas terapéuticas.

PRÁCTICO DE LABORATORIO

En la primera parte de esta actividad se mencionarán nociones básicas de bioseguridad en el laboratorio y el material de laboratorio de uso frecuente. En la segunda parte del práctico se procederá a la extracción y aislamiento del ADN. Como cierre se discutirá la aplicación de la biología molecular en la Odontología.

En el material **anexo** se explicita la metodología utilizada para esta actividad de laboratorio

Para realizar este trabajo práctico se necesitarán conocimientos sobre ácidos nucleicos, biosíntesis de proteínas y algunos elementos sobre biología molecular. Es por ello que, previo a la práctica, se realicen las actividades extra áulicas que se plantean a continuación.

ACTIVIDADES EXTRA ÁULICAS

1) Escriba con fórmulas la estructura de los **nucleótidos** que constituyen el ADN y el ARN. Describa los apareamientos posibles entre las diferentes bases nitrogenadas.

2) En el cuadro siguiente, que establece las diferencias entre los constituyentes de nucleósidos y nucleótidos, complete los espacios en blanco. Discuta con sus compañeros acerca de esas diferencias.

Base +	Aldopentosa =	Nucleósido +	Ácido Fosfórico =	Nucleótido
Guanina			Ácido Fosfórico	
		Desoxiadenosina	Ácido Fosfórico	
Citosina	Ribosa		Ácido Fosfórico	
			Ácido Fosfórico	Ácido Uridílico
Timina			Ácido Fosfórico	

3) Complete el siguiente cuadro destacando las principales características del ADN y ARN.

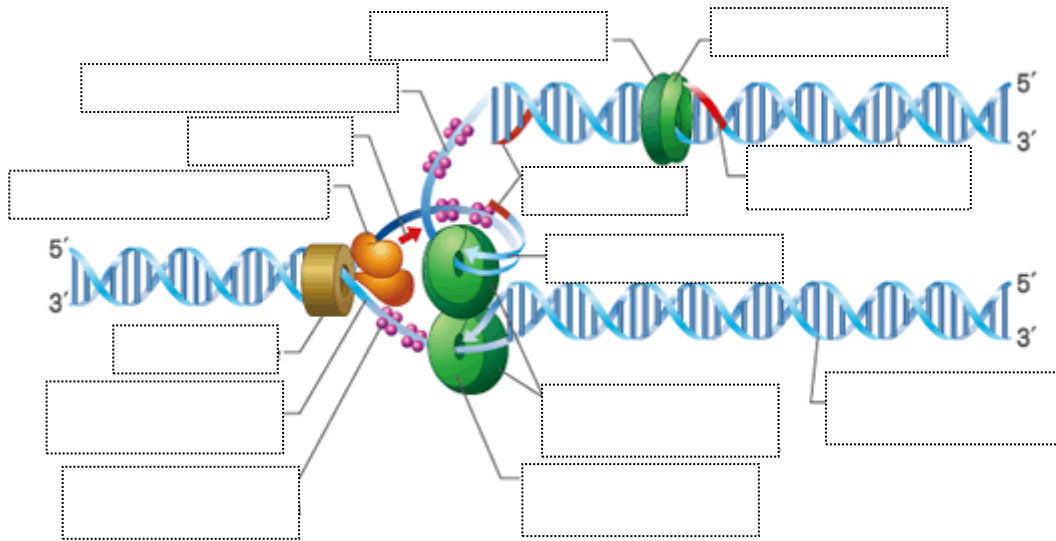
	ADN	ARN
ESTRUCTURA		
COMPOSICIÓN QUÍMICA		
LOCALIZACIÓN INTRACELULAR		
FUNCIONES		

4) Comente las características principales de los diferentes tipos de cromatina de las células eucariotas y su importancia funcional.

5) Complete la siguiente tabla con las características principales de los diferentes tipos de ARN.

	Estructura	Función	Localización celular
ARNm			
ARNt			
ARNr			

6) El siguiente gráfico representa el mecanismo de replicación del ADN:



a) Explique brevemente el proceso representado. Complete los recuadros en blanco.

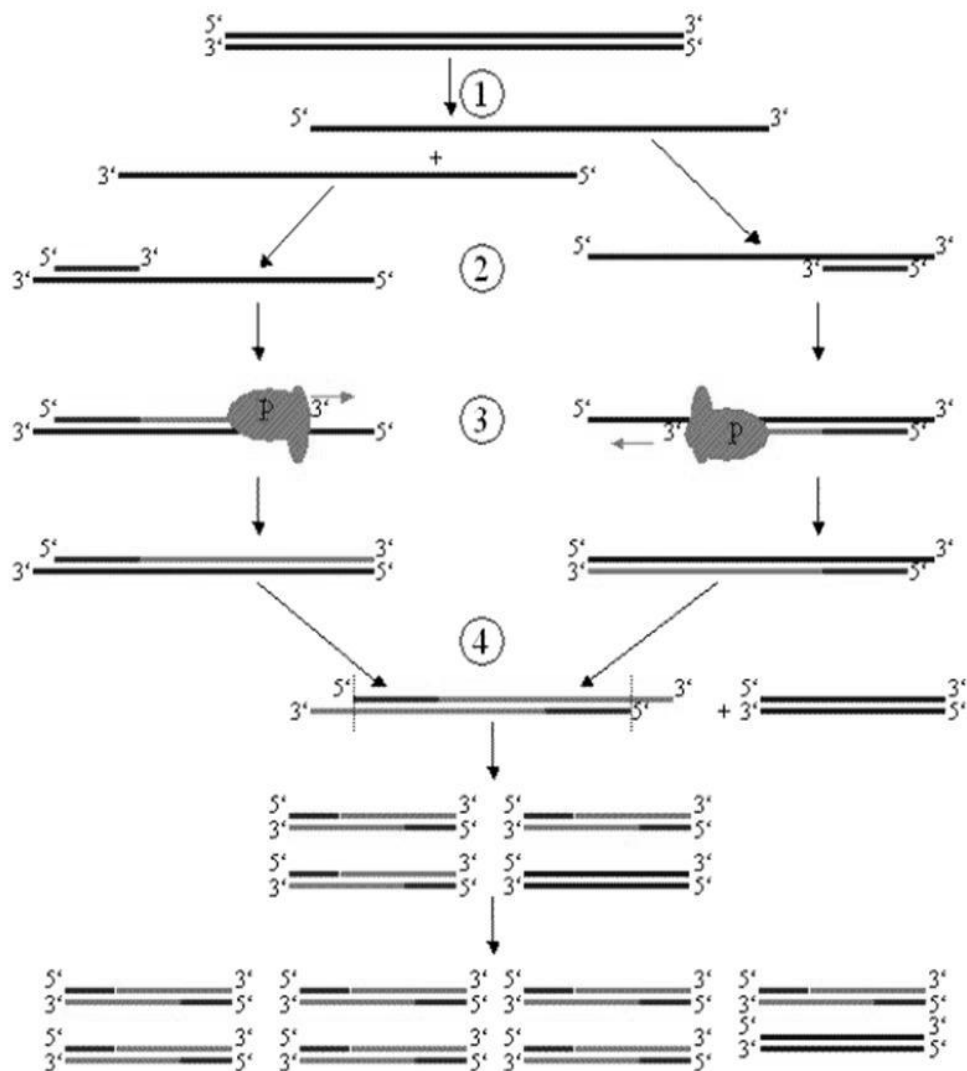
b) En la tabla siguiente escriba los nombres de las enzimas y factores involucrados en este mecanismo y resuma las principales funciones de cada una de ellos.

Enzima y factores	Función

c) Explique el significado de:.. “la replicación del ADN es semiconservadora”.

d) ¿Cuál es la finalidad de la replicación en las células?

7) El siguiente esquema representa la **Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)**:



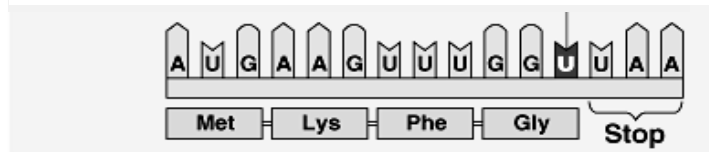
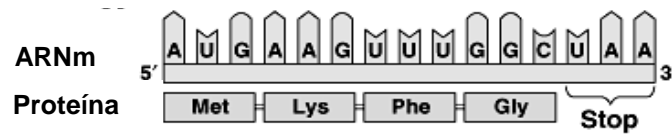
a) Nombre y explique los procesos indicados con números.

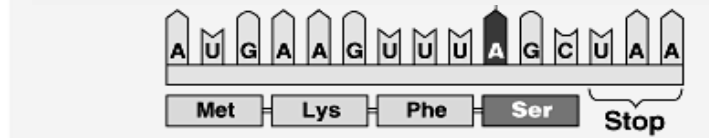
b) Describa las aplicaciones de esta metodología en las Ciencias de la Salud.

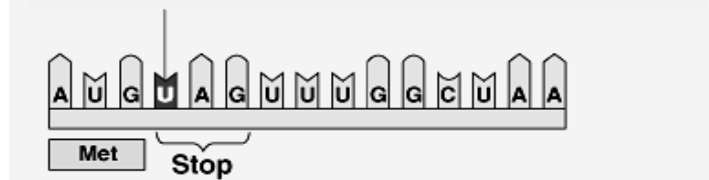
8) Describa los mecanismos que existen para reparar errores en el ADN y mencione las enzimas involucradas en dicho proceso.

9) Explique el concepto de “**mutación**”. Utilizando los esquemas siguientes complete en los espacios en blanco el tipo de mutación puntual que se produce y describa brevemente su significado.

Gen normal







10) La dentinogénesis imperfecta es una distrofia de origen genético que afecta la estructura del diente temporal y permanente. Presenta una herencia autosómica dominante. Existen 3 tipos de esta enfermedad pero sólo en las II y III se han encontrado mutaciones en el gen DSPP. El gen DSPP está formado por cinco exones y cuatro intrones y codifica para la síntesis de dos proteínas: dentinsialoproteína (DSP) y dentinfosoproteína (DPP). Se cree que ambas son esenciales para el desarrollo normal del diente. Estas proteínas se expresan en los odontoblastos y están involucradas en la formación normal y mineralización de la dentina. DPP se une al Calcio por lo que se cree que juega un rol clave en la nucleación de la hidroxiapatita durante la calcificación de la dentina. Dadas las siguientes secuencias de nucleótidos del gen DSPP:

I. Secuencia normal (wild type): 3´TACGATCAAACCTCGAAC 5´

II. Secuencia que sufrió una mutación: 3´TACGATCAAACATTCGAAC5´

- a) Describa el tipo de mutación que se produjo en dicha secuencia.
- b) Represente el fragmento de ARNm y la secuencia de aminoácidos correspondientes en ambos casos.

11) Respecto al **ARNm**:

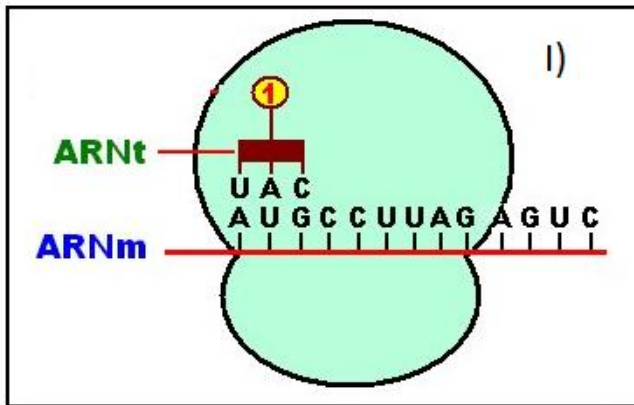
- a) Describa los mecanismos de procesamiento normal y alternativo que experimenta el mismo.
- b) Realice un cuadro comparativo con las principales diferencias entre ambos procesos.

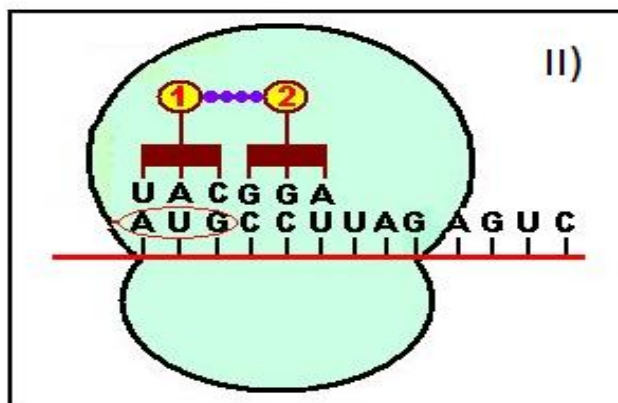
c) Discuta cuál sería la finalidad de poseer un procesamiento normal y uno alternativo para una misma molécula de ARNm.

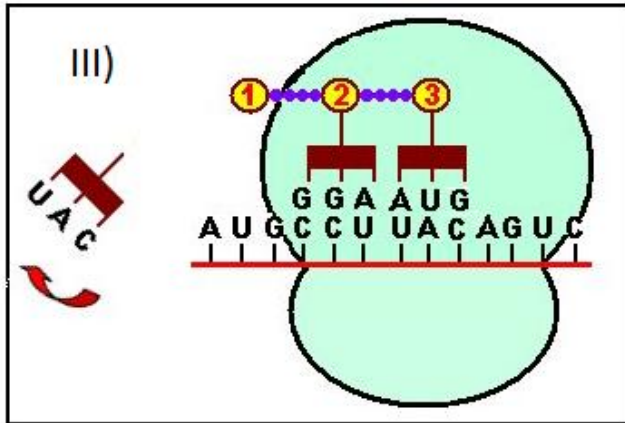
12) El siguiente gráfico representa el mecanismo de la traducción de una cadena polipeptídica. En relación con esto:

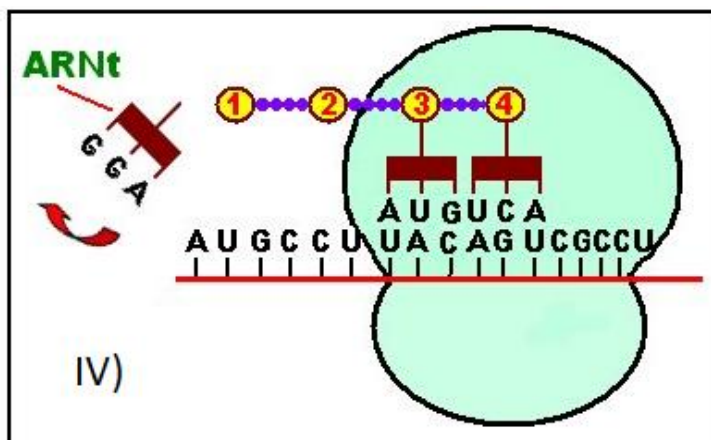
a) Explique las diferentes etapas de la traducción señaladas con I, II, III, IV, V.

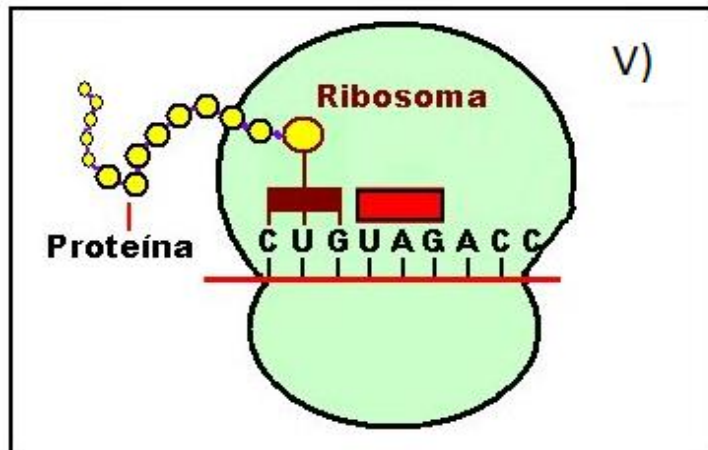
b) Indique cómo interactúan los diferentes tipos de ARN en el proceso.









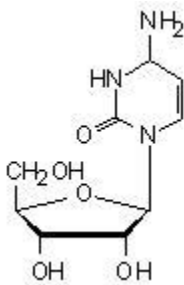


13) Una vez concluido el proceso de síntesis, muchas proteínas sufren modificaciones post-traduccionales que provocan cambios en su funcionalidad. Enumere y explique brevemente las principales modificaciones post-traduccionales que puede sufrir una proteína. Señale la finalidad de las mismas.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la replicación del ADN es **correcta**?
- La ADN polimerasa requiere de la presencia de un $-OH$ libre para actuar.
 - En la síntesis del ADN la cadena crece en sentido $3' \rightarrow 5'$.
 - La replicación es un proceso altamente endergónico que requiere energía sólo por GTP.
 - La replicación ocurre durante el período M del ciclo celular.
 - La replicación del ADN requiere de nucleósidos monofosfato.

- 2) La siguiente figura representa a un:



- Desoxirribonucleótido de pirimidina.
 - Ribonucleósido de purina.
 - Ribonucleótido de purina.
 - Ribonucleósido de pirimidina.
 - Desoxirribonucleósido de pirimidina.
- 3) La degeneración del código genético denota:
- Diferentes sistemas de síntesis de proteínas en los que un triplete dado codifica aminoácidos diferentes.
 - Codones múltiples para un sólo aminoácido.
 - Codones que incorporan una o más de las bases inusuales.
 - Tripletes de bases que no codifican para ningún aminoácido.
 - Codones compuestos por solamente dos bases.
- 4) Indique la opción correcta en relación a la replicación del ADN:
- La primasa es una enzima con actividad de ARN polimerasa que sintetiza el cebador.
 - Para reparar los errores interviene la enzima helicasa que gasta energía.
 - La separación de la doble cadena está a cargo de la ADN polimerasa.
 - La enzima ADN polimerasa utiliza ribonucleótidos trifosfatos.
 - En el momento de unir los fragmentos de ADN luego de la replicación, actúa la topoisomerasa.

- 5) El proceso de transcripción se caracteriza por:
- a) Utilizar ribosomas.
 - b) Sintetizar proteínas.
 - c) Requerir factores proteicos reguladores.
 - d) Utilizar ADN polimerasa.
 - e) Utilizar ribonucleótidos monofosfatos.
- 6) ¿Cuál de los siguientes codones une al anticodón GCA?
- a) ATU
 - b) GCG
 - c) CGU
 - d) CGT
 - e) ACG
- 7) Durante el proceso de la transcripción en células eucariotas.
- a) Se favorece la formación del enlace fosfodiéster porque va seguido de la hidrólisis del pirofosfato (PPi).
 - b) Las secuencias consenso son los únicos elementos promotores conocidos.
 - c) Todos los tipos de ARN se sintetizan en el nucléolo.
 - d) La ARN polimerasa requiere de un cebador.
 - e) La ARN polimerasa no necesita cadena molde o templado.



Premio Nobel de Química 1980

"Por sus estudios en la bioquímica de los ácidos nucleicos, en particular del ADN recombinante"

"Por sus contribuciones en la determinación de las secuencias de las bases en los ácidos nucleicos"



Paul Berg

1926

1/2 del premio
E.E.U.U.

Universidad de Stanford,
California, E.E.U.U.



Walter Gilbert

1932

1/4 del premio
E.E.U.U.

Universidad de Harvard,
Laboratorios Biológicos.
Cambridge, MA,
E.E.U.U.



Frederick Sanger

1918

1/4 del premio
Reino Unido

Laboratorio de MRC de
Biología Molecular.
Cambridge,
Reino Unido

TALLER N° 6

EJE TEMÁTICO II:

“METABOLISMO, ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

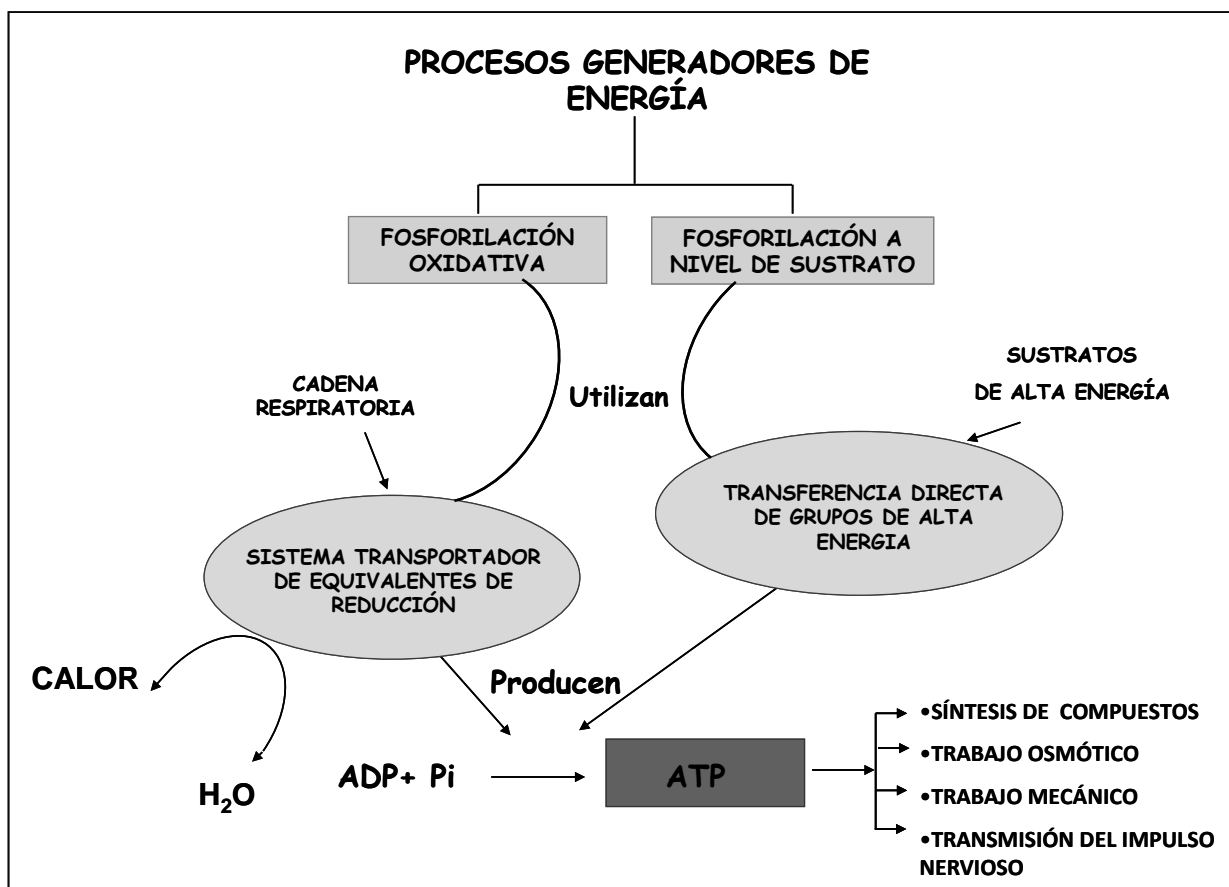
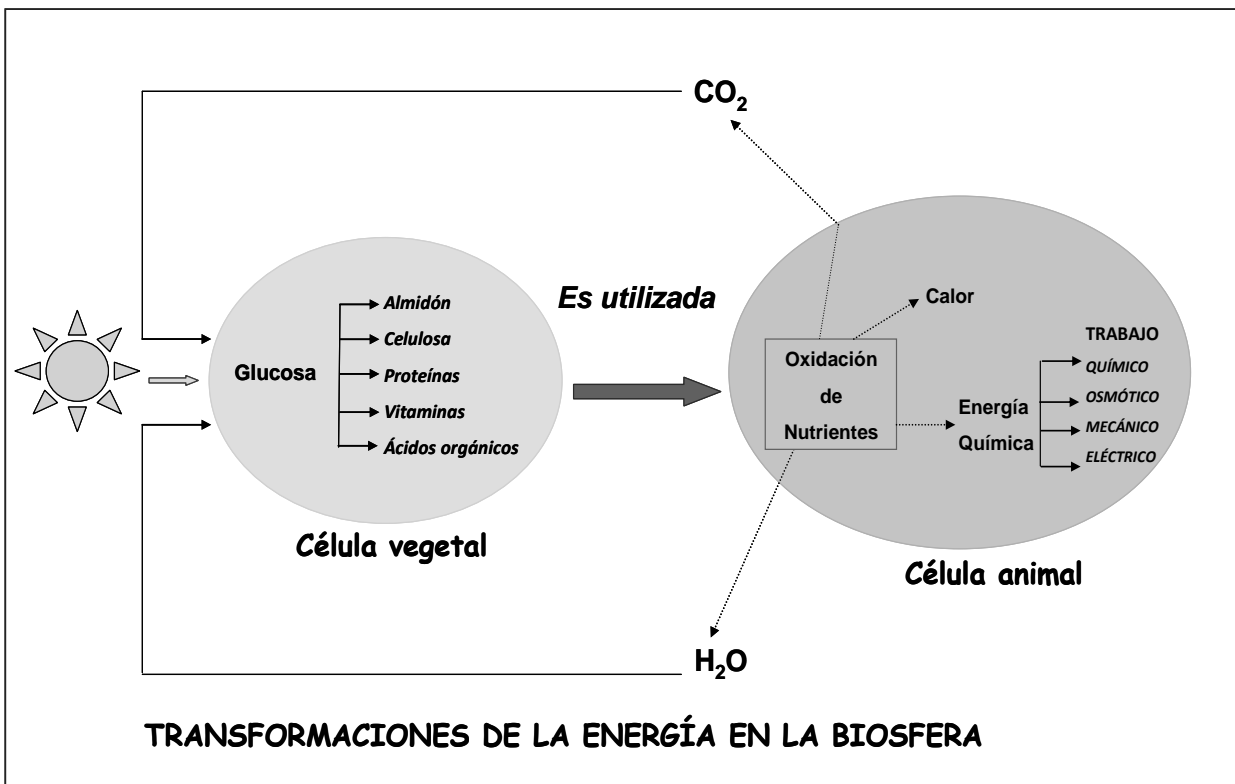
UNIDAD N° 7: OXIDACIONES BIOLÓGICAS y BIOENERGÉTICA

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Conocer los principios químicos y termodinámicos básicos.
- Interpretar cómo la energía liberada en el transporte electrónico es empleada para producir ATP en el proceso de la fosforilación oxidativa.
- Reconocer las distintas etapas que conforman la cadena respiratoria y su importancia en el mantenimiento de la vida celular.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente.
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes de investigación.

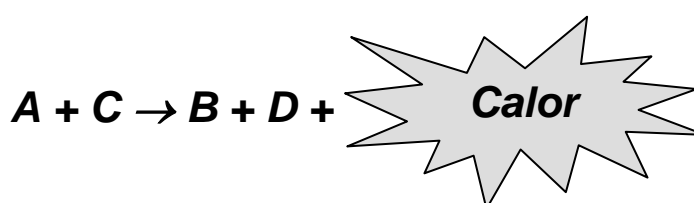
CONTENIDOS

Trabajo celular. Trabajo químico. Reacciones endergónicas y exergónicas. Contenido de energía libre. Delta G. Compuestos de alta energía: Nucleótidos libres de importancia biológica. Acoplamiento de la hidrólisis del ATP a reacciones endergónicas. Reacciones Redox. Potenciales de reducción. Biosíntesis de ATP por fosforilación oxidativa. Cadena respiratoria. Componentes de la cadena respiratoria. Deshidrogenasas. Nicotinamida adenina dinucleótido (NAD). Flavoproteínas. Flavín mononucleótido (FMN) y flavín dinucleótido (FAD). Coenzima Q. Sistema de los citocromos. Rendimiento de la cadena respiratoria. Disposición de los componentes de la cadena respiratoria en la membrana interna de la mitocondria.



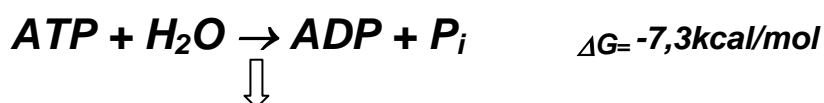
INTRODUCCIÓN

La **bioenergética o termodinámica bioquímica** es el estudio de los cambios de energía que acompañan a las reacciones bioquímicas. La liberación de energía se produce cuando el sistema que reacciona se desplaza desde un nivel superior de energía a uno inferior. Frecuentemente la energía se libera en forma de calor. En los sistemas biológicos la energía térmica puede ser transformada en energía mecánica o eléctrica. Como los sistemas biológicos son esencialmente isotérmicos, no se puede usar en forma directa el calor liberado en las reacciones biológicas para impulsar los procesos vitales que requieren energía. Estos procesos, tales como las reacciones de síntesis, la contracción muscular, la conducción en el nervio, el pasaje de sustancias por una membrana en contra de un gradiente de concentración, etc., obtienen energía por enlazamiento o acoplamiento químico con las reacciones oxidativas. En su forma más simple, este tipo de acoplamiento se representa en la siguiente reacción:



La conversión del metabolito **A** en el metabolito **B** ocurre con liberación de energía (reacción exergónica). Ella se acopla con otra reacción, en la cual se requiere energía para convertir el metabolito **C** en el metabolito **D** (**reacción endergónica**). Algo de la energía liberada en la reacción degradante es transferida a la reacción sintética en una forma distinta al calor. Este proceso se acompaña de pérdida o ganancia de energía libre, independiente de la forma de energía involucrada.

En las células, la energía necesaria para sus actividades se obtiene a partir de las reacciones que transcurren con la liberación de energía, siendo la más importante la hidrólisis del Adenosín Trifosfato (**ATP**).

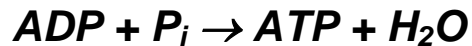


*Reacciones endergónicas
(Trabajo celular)*

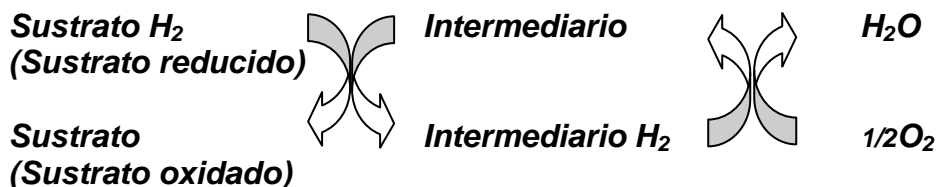
La transferencia de energía desde el ATP a la reacción endergónica ocurre de una manera directa por el mecanismo de acoplamiento. Los seres vivos son máquinas químicas y a diferencia de las térmicas no necesitan convertir la energía química en

energía calórica para la obtención de trabajo. No obstante, cada vez que ocurre una transferencia de energía entre una reacción exergónica y otra endergónica, parte de la energía se transforma en calor que es una forma de energía no aprovechable por los organismos vivos. Este calor contribuye al mantenimiento de la temperatura corporal y se disipa al medio ambiente.

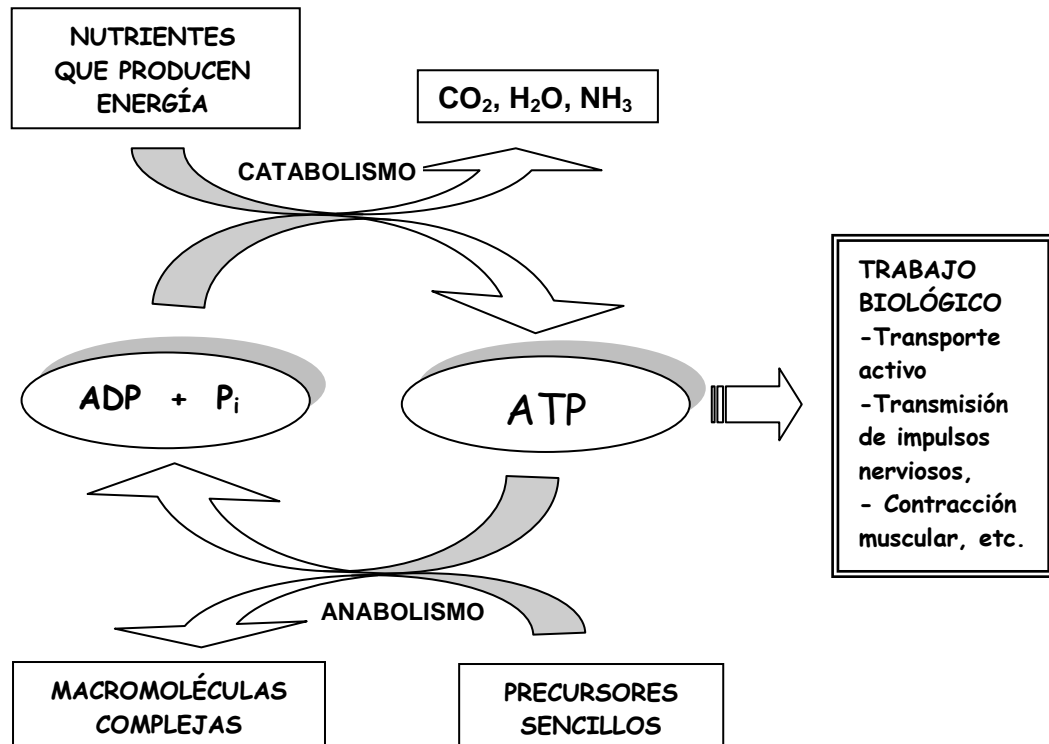
La actividad celular demanda un gran consumo de ATP, debiéndose ser repuesto permanentemente. Las células sintetizan ATP a partir de ADP y de fosfato inorgánico (P_i).



La reacción es endergónica y representa un ejemplo de las reacciones metabólicas que transcurren con gasto o consumo de energía. Para la síntesis de ATP, la energía proviene de otras reacciones exergónicas que ocurren en las células, en especial reacciones de óxido-reducción (**reacciones redox**). El proceso combinado de transporte de electrones y síntesis de ATP se denomina **fosforilación oxidativa**. Un metabolito llamado “sustrato reducido” (**Sustrato H₂**) es oxidado por una reacción de deshidrogenación, siendo los hidrógenos transferidos a otro compuesto que se reducirá (**Sustrato**). Esta transferencia de hidrógenos y/o electrones se repite en una serie de intermediarios (**cadena respiratoria**) hasta que finalmente se unen al oxígeno molecular para formar agua. En el transcurso de esta sucesión de reacciones de óxido-reducción se produce transferencia de energía para la síntesis de ATP.



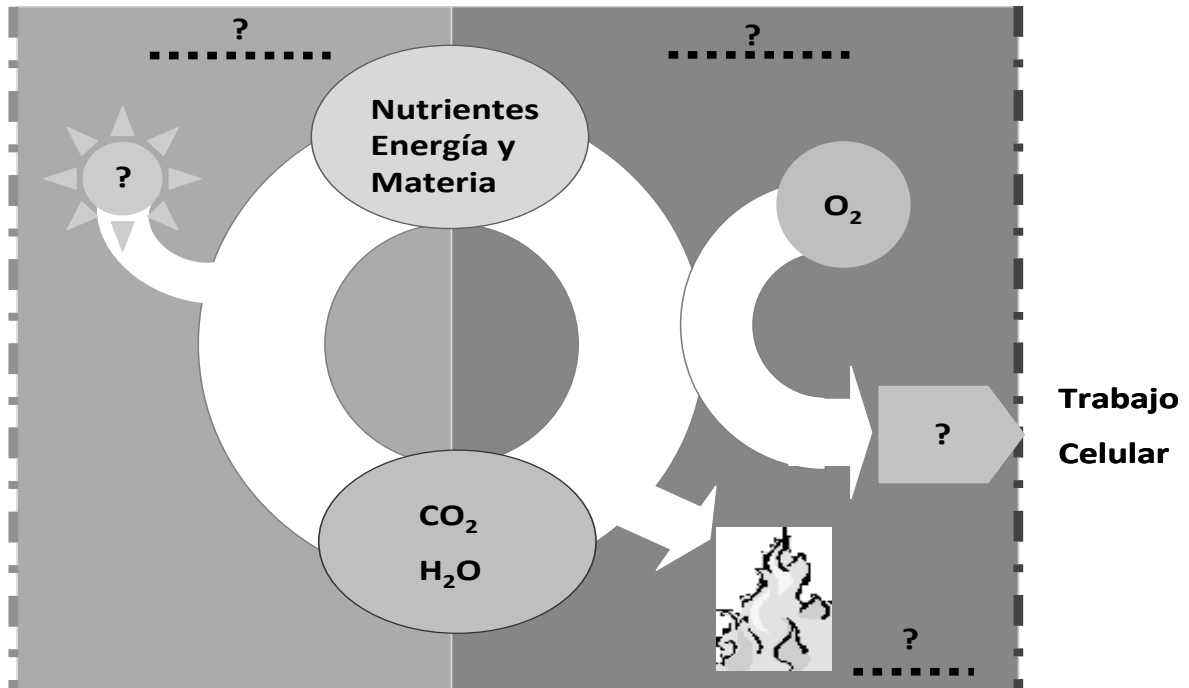
El **ATP** es un nexo entre los procesos biológicos que ocurren con liberación de energía y los procesos biológicos que consumen energía.



La síntesis de ATP obliga a la célula a la degradación de sus propios constituyentes (glúcidos, lípidos, aminoácidos, etc.) dando lugar a productos finales de desecho (CO₂, H₂O, urea, etc.) que se eliminan al exterior con los emuntorios (orina, heces, etc.). La dieta repone la materia (glúcidos, lípidos, etc.) y con ellos la energía para el mantenimiento adecuado de las estructuras y funciones celulares.

ACTIVIDADES EXTRA ÁULICAS

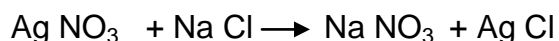
- 1) Las actividades de los seres vivos requieren un continuo aporte de energía. Hay organismos llamados fotótrofos y otros quimiótrofos.
 - a) Observe el esquema siguiente y complételo.
 - b) Discuta con sus compañeros acerca de las diferencias metabólicas observadas y escribálas.



- 2) Explique el significado de los siguientes términos:
 - a) ΔG
 - b) Energía libre
 - c) Enlace de alto valor energético

- 3) Analice las afirmaciones siguientes y señale cuál de ella/s es/son correcta/s. Justifique sus respuestas.
- La disminución de la energía libre en una reacción, es directamente proporcional a la velocidad de la misma.
 - Toda reacción que posea un ΔG positivo, transcurre espontáneamente.
 - La energía presente en un compuesto, depende exclusivamente de las uniones de alto valor energético que posee.

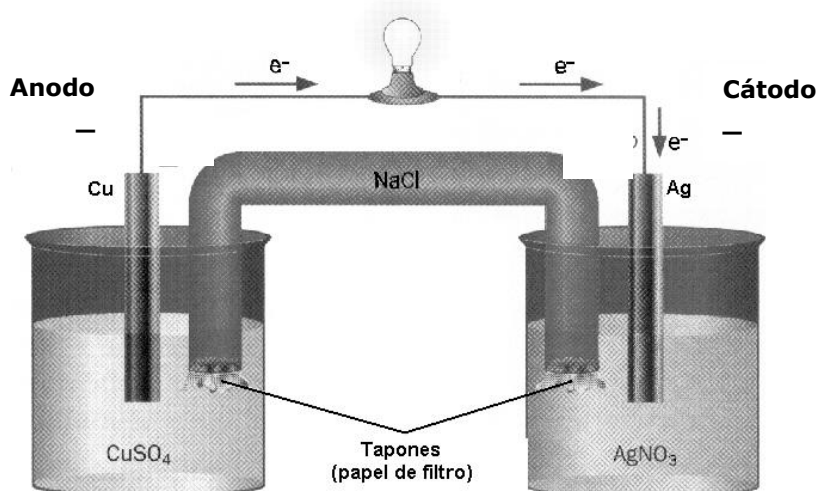
4) Examine las siguientes reacciones químicas y responda:



- ¿Cuál de ellas es una reacción redox?
- Escriba las hemirreacciones correspondientes a la misma
- Indique:
 - ¿Cuál es el agente oxidante? Justifique su respuesta.
 - ¿Cuál es el agente reductor? Justifique su respuesta.

5) Considerando el concepto de óxido reducción, explique el funcionamiento de la pila electroquímica que se muestra en la figura siguiente.

- ¿Por qué los electrones migran en el sentido que señala la flecha?
- ¿Podrían migrar en sentido contrario en las condiciones dadas?
- ¿Por qué se enciende la lámpara?



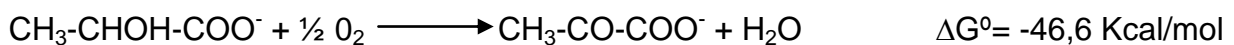
6) Dada la siguiente ecuación química.....



.....y teniendo en cuenta el concepto de potencial de reducción, explique por qué la reacción no puede producirse en sentido contrario.

7) Investigue en la bibliografía que utilizó en el cuatrimestre anterior y en la que utiliza actualmente, cuál es el potencial de reducción para el sistema $2 \text{H}^+/\text{H}_2$. ¿Encuentra alguna diferencia? ¿Por qué?.

8) En la siguiente reacción:



- ¿Cuál es el reactivo que se reduce?
- ¿Cuál es el reactivo que se oxida?
- ¿Es una reacción endergónica? Justifique su respuesta.

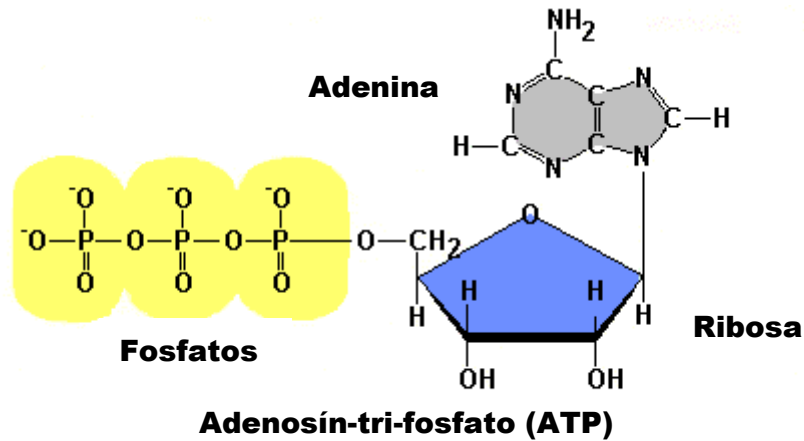
9) Dadas las siguientes reacciones:



- Señale cuál de ellas proporciona y cuál consume energía libre.
- Escriba la reacción global que resulta del acoplamiento de ambas e indique el valor de su ΔG .
- ¿Es una reacción de fosforilación? Justifique su respuesta.

ACTIVIDADES ÁULICAS

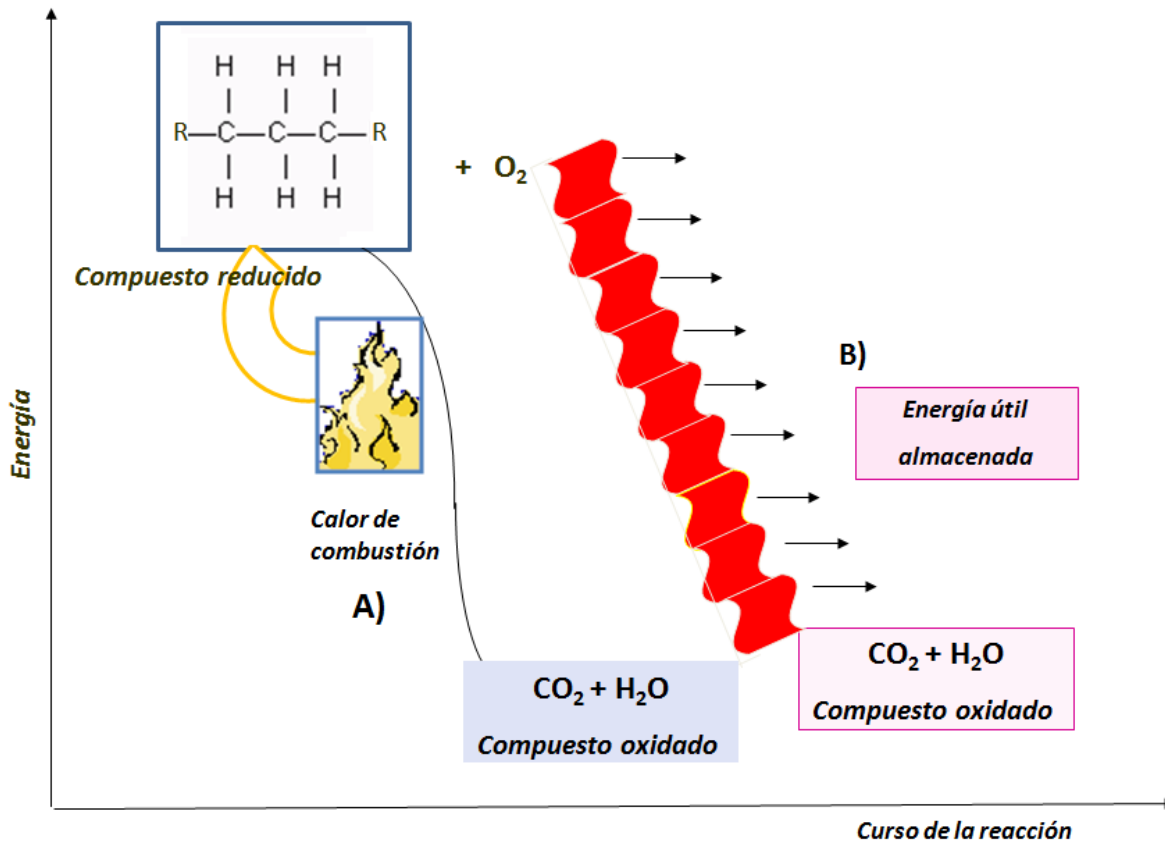
10) El ATP es la molécula que utiliza la célula para almacenar y transferir energía. Esta transferencia se realiza cuando se libera energía por hidrólisis de algunos de sus enlaces. Observe la fórmula del ATP y responda:



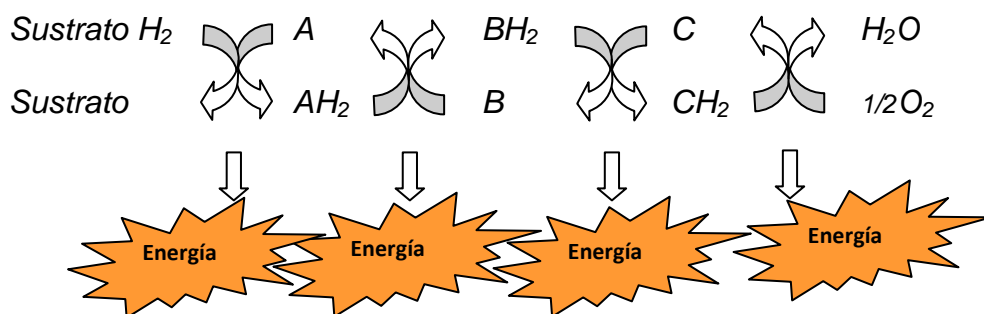
- ¿Qué tipo de enlace químico conecta a la ribosa con el grupo trifosfato?
 - ¿Cuántos enlaces fosfoanhídrido tiene la molécula?
 - ¿Cuál es el efecto energético que se produce si la molécula es hidrolizada en sus enlaces fosfoanhídridos?
- 11) Mencione los diferentes mecanismos de síntesis de ATP (obtención de energía) utilizados por los organismos vivos. Tenga en cuenta la presencia o ausencia de oxígeno en el medio celular.

12) Analice el esquema siguiente que ilustra la oxidación de un sustrato reducido, teniendo en cuenta las diferencias que existen entre la combustión directa (A) y la combustión dentro de la célula (B) de dicho sustrato.

- ¿Por qué el proceso será más eficaz cuanto menos calor emita al ambiente y más rendimiento de trabajo consiga?

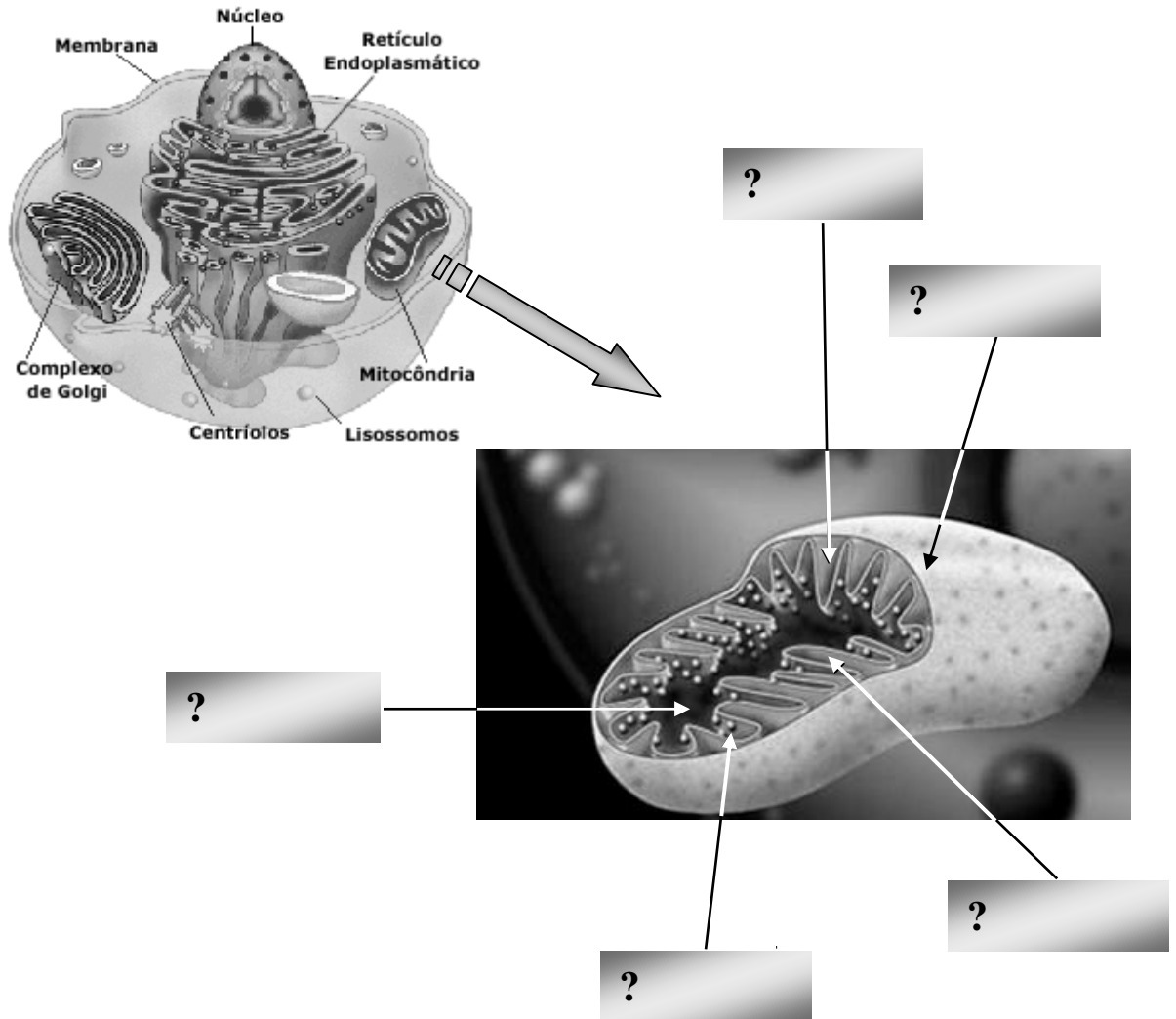


13) Relacione el siguiente esquema con una de las formas de obtener energía mencionadas en la respuesta a la pregunta 10, y responda:



- ¿En qué sentido fluyen los electrones?
- ¿De qué modo se libera la energía?

14) En el dibujo que muestra una mitocondria, complete los espacios señalados con interrogantes con los nombres de sus constituyentes principales.

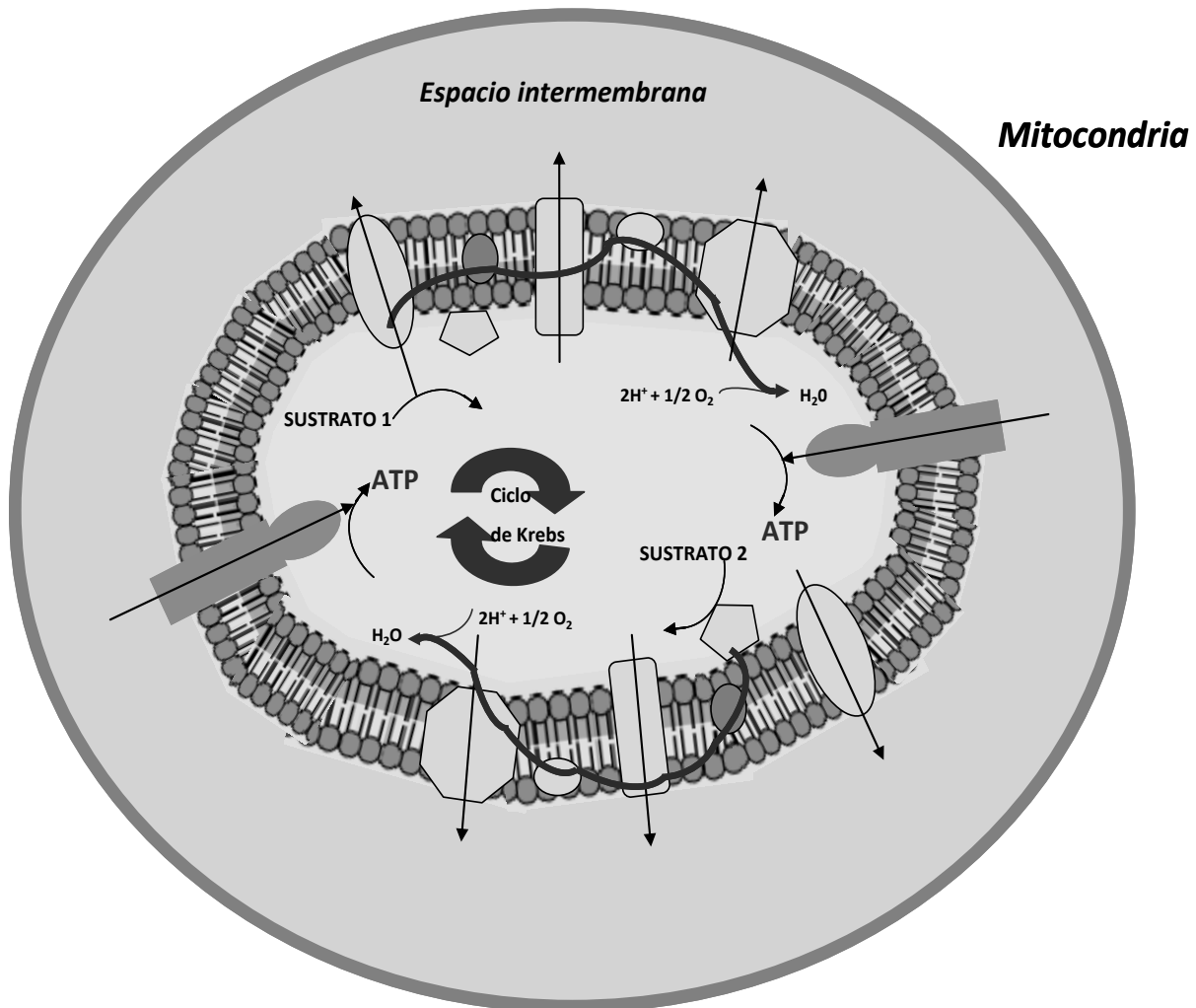


Esquema de una mitocondria

• Investigue:

- Cuáles son las características de permeabilidad de ambas membranas.
- Por qué la membrana interna presenta numerosas sinuosidades.

- 15) En el esquema siguiente se representa el mecanismo de **fosforilación oxidativa** en una mitocondria cuando se utilizan dos tipos de sustratos reducidos: **1** y **2**.
- Identifique los distintos componentes de la cadena respiratoria y describa sus características químicas.
 - Mencione la secuencia de enzimas y coenzimas que intervienen en la misma.
 - Indique en qué sentido fluyen los equivalentes de reducción y por qué.
 - Relacione la acción de las proteínas ferrosulfuradas con los efectos que se mencionaron en el gráfico de la pregunta 12.
 - Marque las etapas o centros en los que se libera suficiente energía para la formación de ATP.
 - De ejemplos de sustratos que se comporten como **1** y **2**.

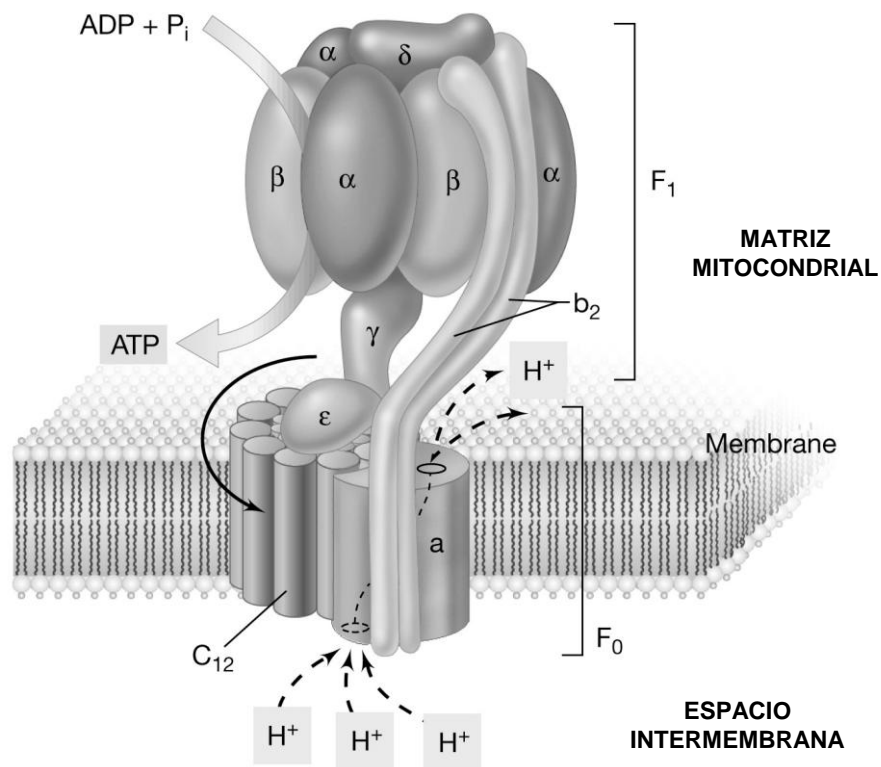


16) “La fosforilación oxidativa se produce acoplada al transporte de equivalentes de reducción en la cadena respiratoria”.

A partir de este concepto y teniendo en cuenta los sustratos 1 y 2 de la pregunta anterior, escriba el valor de la relación **P/O** y el rendimiento en moles de ATP de la cadena respiratoria, cuando:

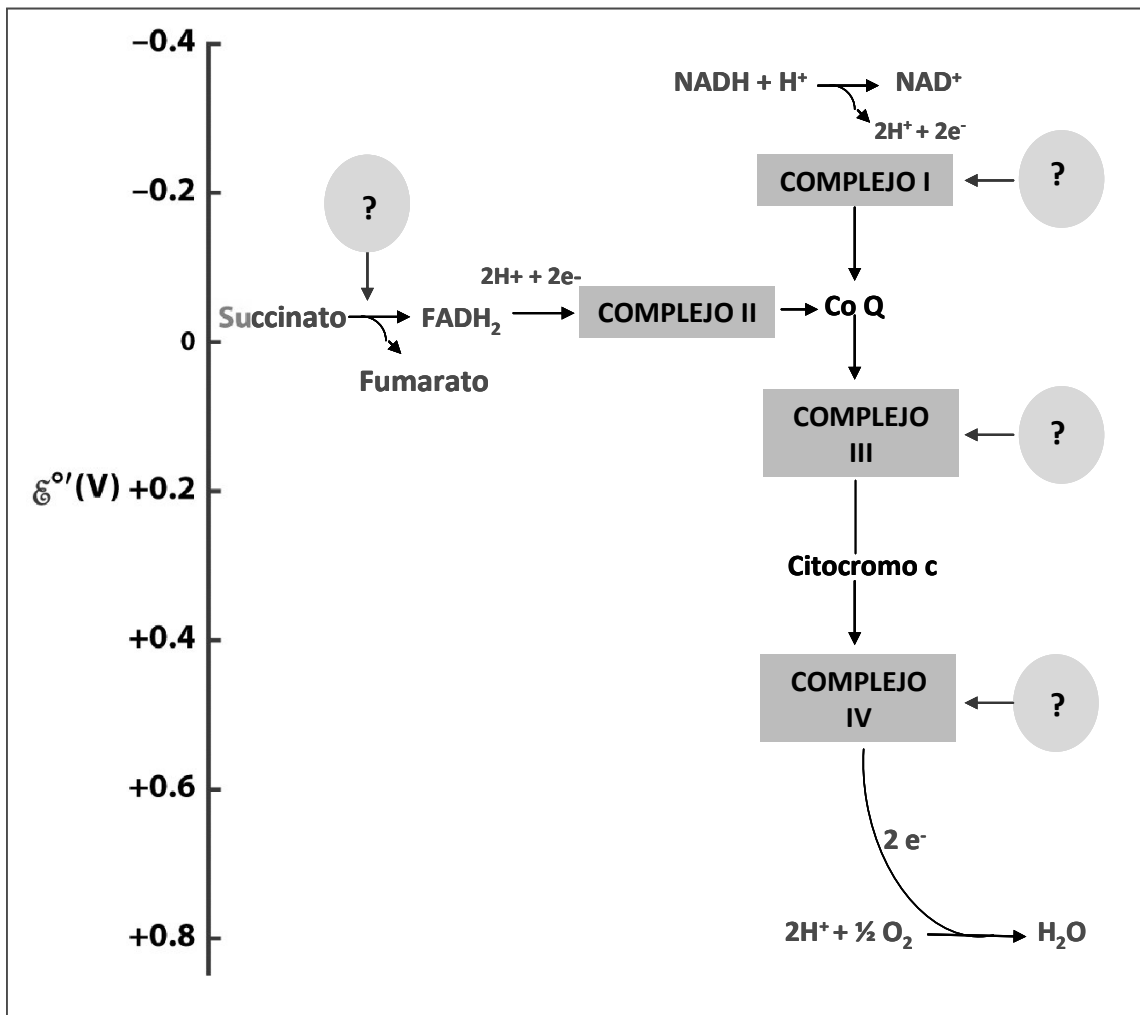
- se oxida un mol de $\text{NADH} + \text{H}^+$.
- se oxida un mol de FADH_2 .

17) La siguiente figura representa en forma esquemática el **complejo F₁-F₀** (ATP sintetasa). Explique brevemente la hipótesis sobre el mecanismo de fosforilación oxidativa actualmente aceptada teniendo en cuenta la participación de este complejo.



18) Existen agentes **inhibidores** y agentes **desacoplantes** de la fosforilación oxidativa.

a) En el gráfico siguiente de la cadena respiratoria nombre y ubique los sitios de acción de algunos agentes.



b) Explique la diferencia entre inhibidores y desacoplantes teniendo en cuenta los modos de acción y sus efectos.

c) Lea la afirmación siguiente:

“Tanto el cianuro como el monóxido de carbono se fijan a la hemoglobina e inhiben el transporte de oxígeno. Además, también inhiben el transporte de electrones y la producción de ATP.”

- ¿Qué mecanismo utilizan esas sustancias tóxicas para ejercer su efecto sobre la transferencia de electrones y la producción de ATP, en la cadena respiratoria?.

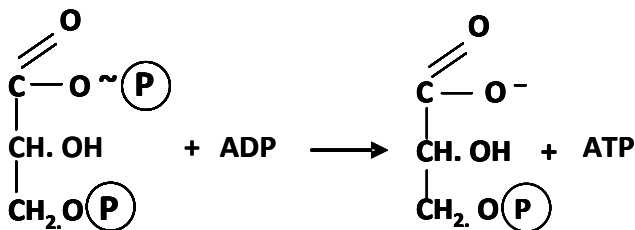
19) Dada la siguiente reacción:



- Escriba los nombres del sustrato y del producto de la reacción.
- ¿Cómo se denomina este tipo de transferencia de energía?
- ¿En qué se diferencia esta reacción respecto a la fosforilación oxidativa?

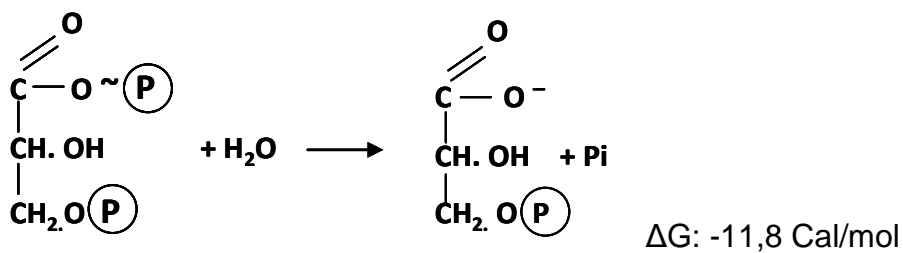
20) Tomando como base el ejemplo anterior, responda:

¿Cómo explica que siendo la fosforilación del ATP un proceso endergónico, la reacción siguiente transcurre con liberación de energía? Justifique su respuesta.



Datos a tener en cuenta:

A) Hidrólisis del 1,3 bisfosfoglicerato.



B) Fosforilación del ATP.



21) Existe una amplia variedad de transformaciones metabólicas que utilizan oxígeno molecular. Esto, junto al metabolismo oxidativo mitocondrial, hace que continuamente se generen especies oxigenadas muy reactivas tales como los radicales libres de oxígeno que, fisiológicamente, participan en las reacciones de defensa celular protagonizadas por los macrófagos.

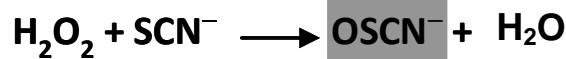
a) El siguiente párrafo menciona dos mecanismos por los cuales se generan especies oxidadas, bactericidas en la cavidad oral. Comente con sus compañeros acerca de la utilidad de esta producción.

Los neutrófilos gingivales generan H₂O₂, responsable de:

❖ Producción de *radicales libres*, por acción de los iones Fe²⁺ de la saliva.



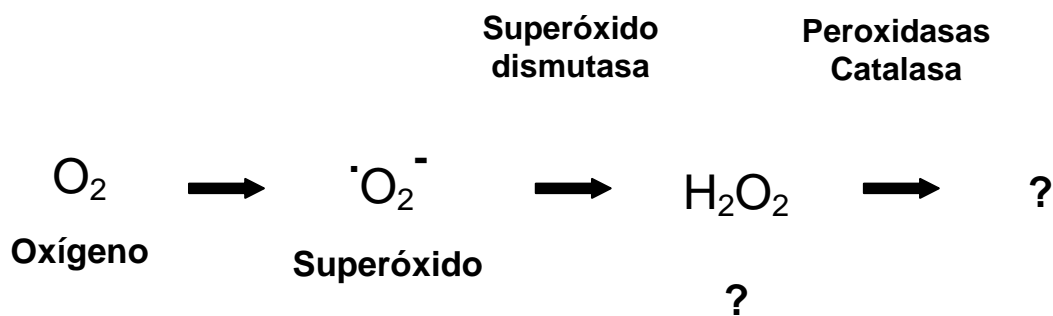
❖ Producción enzimática de *hipoclorito* e *hipotiocianato* por acción de las enzimas mieloperoxidasa de neutrófilos y peroxidasa salival.



Además de funciones fisiológicas, los radicales libres de oxígeno presentan gran toxicidad.

b) Investigue en la bibliografía, los efectos que pueden tener en el organismo la producción y acumulación de especies tan agresivas.

c) Complete la reacción siguiente y explique por qué es una reacción biológica de defensa ante radicales libres oxigenados.

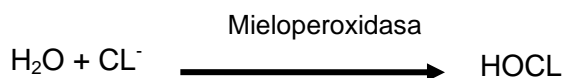


NEUTRÓFILOS GINGIVALES

El sistema inmune en el ser humano es un complejo entramado de células, moléculas y receptores encargados de evitar el ingreso de agentes extraños al organismo o, en su defecto, de evitar el daño que pueden producir estos antígenos en caso de traspasar las primeras barreras e introducirse en el organismo.

Los **neutrófilos** son leucocitos polimorfonucleares (**PMN**), componentes esenciales del sistema inmune natural. Son las principales células fagocíticas encontradas en sangre periférica, que corresponde entre el 50-70% del total de células de la serie blanca. Son considerados como la primera línea de defensa contra las infecciones bacterianas y fúngicas. Entre las células defensivas, los neutrófilos son los primeros en llegar al tejido afectado, seguidos por los macrófagos y linfocitos. Por ejemplo, la lesión periodontal inicial, que puede aparecer a los 4 días de acumulación de la biopelícula dentobacteriana, se caracteriza por un aumento del líquido gingival crevicular (**LGC**) y migración de neutrófilos desde el plexo vascular hacia el epitelio de inserción y surco gingival. Al llegar los PMN al lugar de la lesión, éstos reconocen moléculas específicas en la superficie del invasor para, posteriormente, invaginarlo y destruirlo. La destrucción del microorganismo en el interior del neutrófilo se produce a través de dos mecanismos diferentes:

- a) **Mecanismo óxido-dependiente:** La oxidasa NADPH de la membrana de los fagolisosomas reduce el oxígeno (O_2) a superóxido ($\cdot O_2^-$). A continuación, se formará peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que, por acción de la mieloperoxidasa, dará lugar a la formación de ácido hipocloroso (HOCL), potente microbicida. Todos estos compuestos dependientes del O_2 tienen un gran potencial tóxico para la célula.

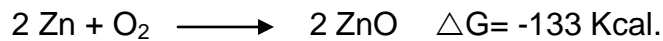


- b) **Mecanismo óxido-independiente:** Agentes antimicrobianos, no dependientes del O_2 , ejercen su acción en el fagolisosoma durante la fagocitosis.

Entre los diferentes agentes antimicrobianos se destacan la elastasa y metaloproteinasas que, además de su actividad antibacteriana, son capaces de destruir tejidos extracelulares. Una vez que el neutrófilo ha cumplido su función, muere por apoptosis (muerte celular programada) y es eliminado por los macrófagos para evitar la posible liberación de su contenido citotóxico al medio extracelular, hecho que podría ocurrir en caso de muerte por necrosis.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

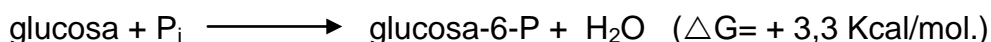
1) Dada la siguiente ecuación química:



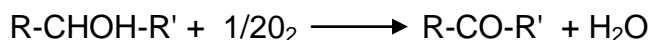
marque la opción **correcta**:

- a) Puede ocurrir espontáneamente
 - b) Es exergónica.
 - c) El contenido de energía libre de los productos es menor que el de los reaccionantes.
 - d) Es potencialmente útil para la obtención de trabajo.
 - e) Todas las opciones son correctas.
- 2) Con respecto a la variación de la energía libre standard de una reacción química (ΔG), marque la opción **correcta**.
- a) Incrementa con el aumento en la velocidad de la reacción.
 - b) Expresa la diferencia en el contenido de energía utilizable para el trabajo químico entre reaccionantes y productos.
 - c) Cuando es de signo + la reacción puede ocurrir espontáneamente.
 - d) Cuando es de signo + su realización representa trabajo.
 - e) Las opciones "b" y "d" son correctas.
- 3) ¿Cuál de los siguientes procesos celulares representa trabajo?
- a) Polarización de la membrana celular de las células nerviosas.
 - b) Transporte de sustancias a través de membranas en contra de un gradiente de concentración.
 - c) Contracción muscular.
 - d) División celular.
 - e) Todas las opciones.
- 4) ¿Cuál es la principal forma de trabajo en los seres vivos?
- a) Eléctrico.
 - b) Mecánico.
 - c) Lumínico.
 - d) Químico.
 - e) Ninguna de las opciones.
- 5) ¿Cuál de las siguientes reacciones es utilizada por las células para obtener energía con el fin de producir trabajo?
- a) Hidrólisis de la sacarosa.
 - b) Síntesis de uniones peptídicas.
 - c) Fosforilación del ADP.
 - d) Hidrólisis del ATP.
 - e) Todas las opciones.

- 6) Indique cuál de las siguientes afirmaciones respecto de los compuestos de alta energía es **correcta**.
- Son utilizados para transferir energía a reacciones endergónicas.
 - Poseen uniones que al hidrolizarse liberan energía útil para producir trabajo celular.
 - El cambio de energía libre de la reacción que involucra la hidrólisis de alguna de sus uniones tiene un ΔG de -5 a -15 Kcal/mol.
 - El ATP es un ejemplo de ellos.
 - Todas las opciones son correctas.
- 7) ¿Para qué puede ser utilizada "**la energía libre acumulada en la molécula de ATP**"?
- Síntesis química.
 - Producción del calor.
 - Trabajo osmótico y mecánico.
 - Producción de reacciones endergónicas.
 - Todas las opciones son correctas.
- 8) Respecto al desacoplamiento de la fosforilación oxidativa marque lo **correcto**.
- Podría llevar a cesar la actividad celular.
 - Cesa la formación de ATP, pero continúa la respiración.
 - Continúa la formación de ATP, pero cesa la respiración.
 - Las opciones "a" y "b" son correctas.
 - Las opciones "a", "b" y "c" son correctas.
- 9) Indique la afirmación **correcta** con respecto a la reacción de síntesis de **glucosa-6-fosfato** que ocurre en las células:



- Ocurre espontáneamente.
 - Es utilizada para impulsar reacciones endergónicas.
 - Necesita ser acoplada a la hidrólisis del ATP.
 - Permite obtener una forma activada de glucosa.
 - Las opciones "c" y "d" son correctas.
- 10) En una reacción química una sustancia se oxida cuando...
- Gana electrones.
 - Pierde hidrógenos.
 - Pierde oxígeno.
 - No varía su número de oxidación.
 - Ninguna de las opciones.
- 11) Con respecto a la siguiente reacción química:

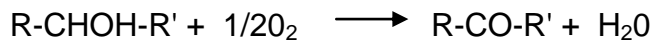


... marque la afirmación **correcta**.

- Su delta G es positivo.
- La reacción inversa es exergónica.
- Su realización representa trabajo químico.

- d) Transcurre con aumento en el contenido de energía libre.
- e) Es de óxido reducción.

12) Dada la siguiente reacción química:



... marque la afirmación **correcta**.

- a) El oxígeno se reduce.
- b) El alcohol pierde hidrógenos.
- c) El alcohol es el reductor.
- d) El oxígeno es el oxidante.
- e) Todas las opciones son correctas.

13) Lea las siguientes afirmaciones y señale la/s opción/es **correcta/s**.

- I. Los componentes de la cadena respiratoria están ordenados de menor a mayor potencial de reducción.
- II. El FMN es la coenzima de la NAD deshidrogenasa.
- III. La cadena respiratoria funciona en anaerobiosis y aerobiosis.
- IV. El CN^- es un inhibidor de la citocromo oxidasa.

- a) I b) II y IV c) III d) I, II y IV e) I y IV

14) La disposición de los intermediarios en la cadena respiratoria se determina por:

- a) Los valores en los potenciales crecientes de oxidación.
- b) La organización molecular en la membrana interna de la mitocondria.
- c) Los valores de los potenciales crecientes de reducción.
- d) Al tamaño molecular de los complejos.
- e) Ninguna de las opciones anteriores.

15) ¿Cuál de los siguientes compuestos es el sustrato específico de la fosforilación oxidativa?.

- a) UTP b) AMP c) ADP d) NAD e) FAD

16) El fundamento de la teoría quimiosmótica para explicar el mecanismo de fosforilación oxidativa se basa en:

- a) La transferencia de energía que se produce a través de cambios conformacionales de algunas proteínas.
- b) La transferencia de energía que se produce a través de un intermediario químico de alta energía.
- c) La translocación de protones desde la matriz mitocondrial hacia el espacio intermembrana.
- d) El transporte de equivalentes de reducción que origina una disminución del pH en la matriz mitocondrial.
- e) Las opciones "c" y "d" son correctas.

- 17) ¿Cuál de los siguientes metales es esencial en la estructura de los citocromos **b** y **c**?
- a) Zn b)Mg c)Cu d)Co e) Fe
- 18) ¿En qué consiste la fosforilación oxidativa?
- a) Ruptura de un enlace químico por introducción de fosfato.
b) Transferencia de un fosfato desde un compuesto fosforado de alta energía al ADP.
c) Acoplamiento entre una reacción de deshidrogenación y la reacción de fosforilación del ADP.
d) Transferencia de un fosfato a una molécula a partir de ATP.
e) Ninguna de las opciones.
- 19) Respecto a la cadena respiratoria, indique la afirmación **correcta**.
- a) El oxígeno es el aceptor final de los electrones.
b) Por cada $\text{NADH} + \text{H}^+$ que se oxida se producen 3 moles de ATP.
c) Por cada FADH_2 que se oxida se producen 2 moles de ATP.
d) El complejo III tiene menor potencial de reducción que el citocromo C.
e) Todas las opciones son correctas.
- 20) ¿Cuál o cuales de las siguientes afirmaciones respecto a la fosforilación a nivel de sustrato es **correcta**?
- a) La transformación de fosfoenolpiruvato a piruvato es un ejemplo.
b) No requiere la participación del NAD ni del FAD.
c) Los enlaces fosfato implicados son de alto contenido energético.
d) Permite a las células obtener energía en ausencia de oxígeno.
e) Todas las opciones son correctas.



Premio Nobel de Química 1997

"Por sus aportes al conocimiento del mecanismo enzimático en la síntesis del ATP"

"Por el primer descubrimiento de una enzima transportadora de iones, Na⁺, K⁺- ATPasa"



Paul D. Boyer

1918

1/4 del premio
E.E.U.U.

Universidad de
California
E.E.U.U.



John E. Walker

1941

1/4 del premio
Reino Unido

Laboratorio de MRC
de Biología Molecular
Cambridge, Reino
Unido



Jens C. Skou

1918

1/2 del premio
Dinamarca

Universidad de Aarhus
Dinamarca

TALLER N° 7

EJE TEMÁTICO II:

“METABOLISMO, ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD TEMÁTICA N° 9: INTRODUCCIÓN AL METABOLISMO

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Conocer las estrategias tróficas de los seres vivos, según su fuente de energía y de carbono.
- Comprender el significado de metabolismo o rutas metabólicas.
- Identificar las etapas metabólicas en la célula.
- Reconocer al ciclo de Krebs como ruta central común para la degradación de los restos de acetato activo que derivan no sólo de glúcidos, sino también de lípidos y aminoácidos.
- Analizar el balance energético en el ciclo de Krebs.
- Diferenciar los mecanismos principales de control del metabolismo.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

CONTENIDOS

Introducción al metabolismo. Aspectos generales. Interconexión de las rutas metabólicas. Acetil Coenzima-A (Acetato activo) y su destino. Ciclo de Krebs o de los ácidos tricarboxílicos. Significado funcional del Ciclo de Krebs. Balance energético de la oxidación de acetato activo. Mecanismos de control y localización intracelular de las rutas metabólicas.

INTRODUCCIÓN

Para entender el funcionamiento de una célula, no es suficiente conocer la composición y estructura de las diferentes biomoléculas. En esta etapa se requiere saber cómo se forman las biomoléculas y de qué manera se obtiene energía para que se produzcan las funciones vitales en el organismo. Es por ello que estudiaremos el metabolismo como un conjunto de reacciones químicas que ocurren en un ser vivo de manera coordinada y regulada por diferentes mecanismos celulares.

ACTIVIDADES ÁULICAS

Para tener una visión general del metabolismo, realice las siguientes actividades que le servirán como introducción a los demás capítulos de la materia.

- 1) En función de la fuente de carbono, los organismos se pueden distinguir en **autótrofos** y **heterótrofos**. Discuta con sus compañeros el significado de ambos términos y escriba las conclusiones obtenidas.

- 2) Según la fuente de energía que utilizan, los organismos se pueden diferenciar en **fotótrofos** y **quimiótrofos**. Discuta con sus compañeros su significado y escriba las conclusiones.

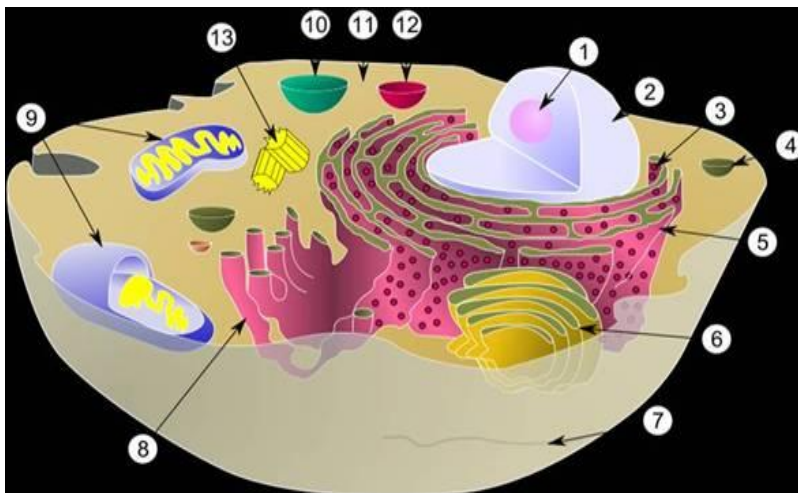
- 3) En función de su relación con el oxígeno molecular, los organismos son llamados **aerobios**, **anaerobios** y **anaerobios facultativos**. Comente el criterio que se tiene en cuenta para clasificar los organismos de esta manera.

- 4) Explique el significado de **vías** y **ciclos metabólicos**.

- 5) Las vías metabólicas se distinguen en: **catabólicas**, **anabólicas** y **anfibólicas**. Discuta su significado y escriba las conclusiones.

- 6) Enumere y explique los diferentes mecanismos que controlan la actividad de las rutas metabólicas.

- 7) En la siguiente figura marque, cuando corresponda, la ruta metabólica que se encuentra en los orgánulos o compartimentos de la célula identificados con números.



- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 -
- 10 -
- 11 -
- 12 -
- 13 -

8) El **ciclo de Krebs** o **ciclo de los ácidos tricarbóxicos** es una ruta metabólica que forma parte de lo que se conoce como respiración celular típica de los organismos aeróbicos. Varios intermediarios del ciclo permiten interconectar las principales rutas metabólicas de los hidratos de carbono, lípidos y aminoácidos.

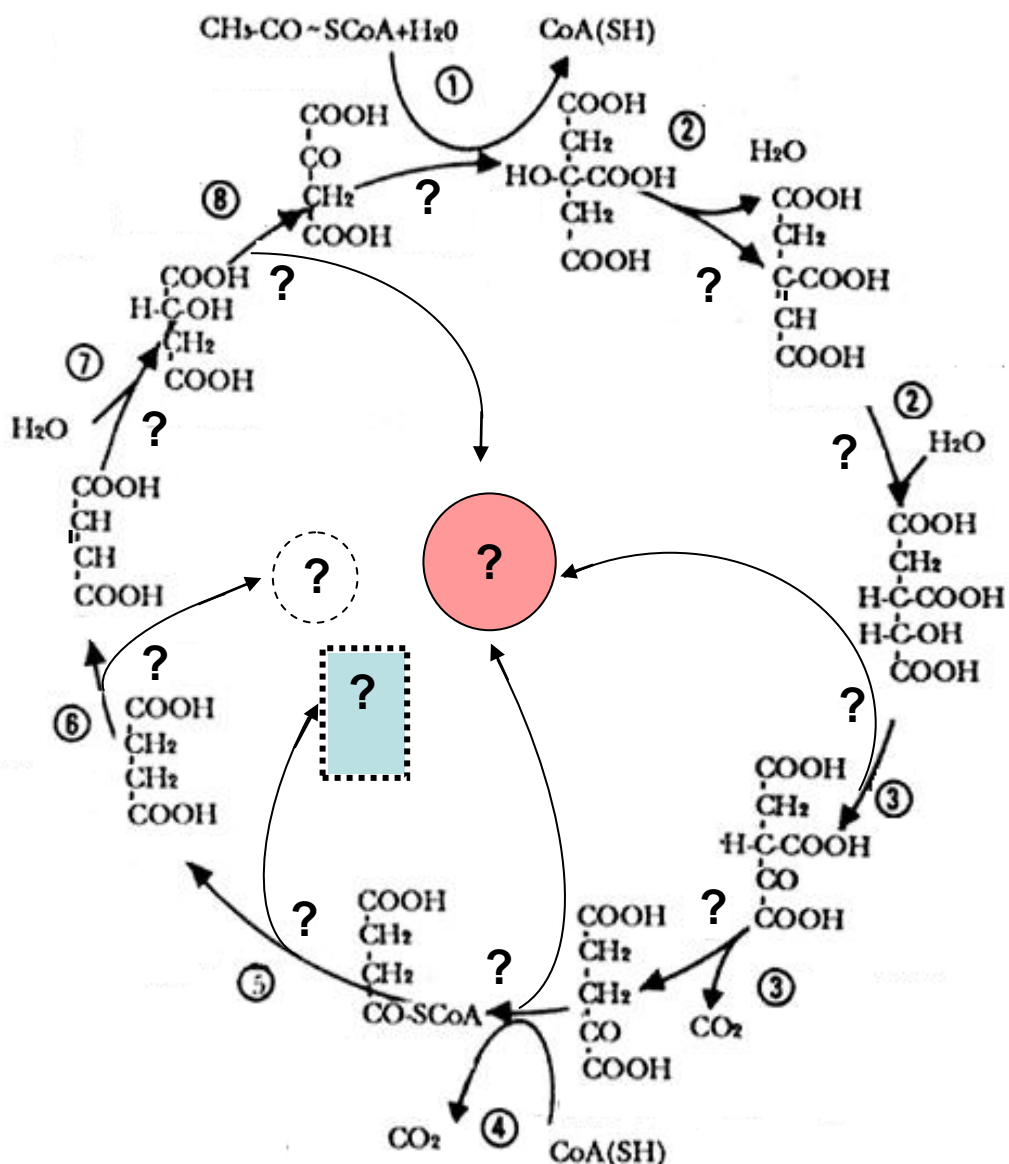
a) Señale a qué se debe su denominación.

b) ¿En qué organela celular se produce?.

c) ¿Cuál es su importancia funcional?.

d) Nombre el compuesto que constituye el principal "alimentador" (distinguir otros alimentadores).

9) En el **ciclo de Krebs** que se grafica a continuación realice las siguientes actividades:



- a) Identifique y nombre los diferentes sustratos del ciclo.
- b) Escriba el nombre de las enzimas que participan en las reacciones (señaladas con signos de pregunta).
- c) Complete los espacios señalados con números, indicando el tipo de reacción que se produce en cada uno de ellos.
- d) Identifique las reacciones de:
 - Fosforilación a nivel de sustrato.
 - Producción de energía por fosforilación oxidativa.
 - Formación de CO₂.

10) En el ciclo de Krebs se realiza la oxidación de las moléculas de acetil coenzima A hasta producir CO₂, H₂O y generando gran cantidad de energía. Respecto al balance energético del ciclo de Krebs complete el siguiente cuadro.

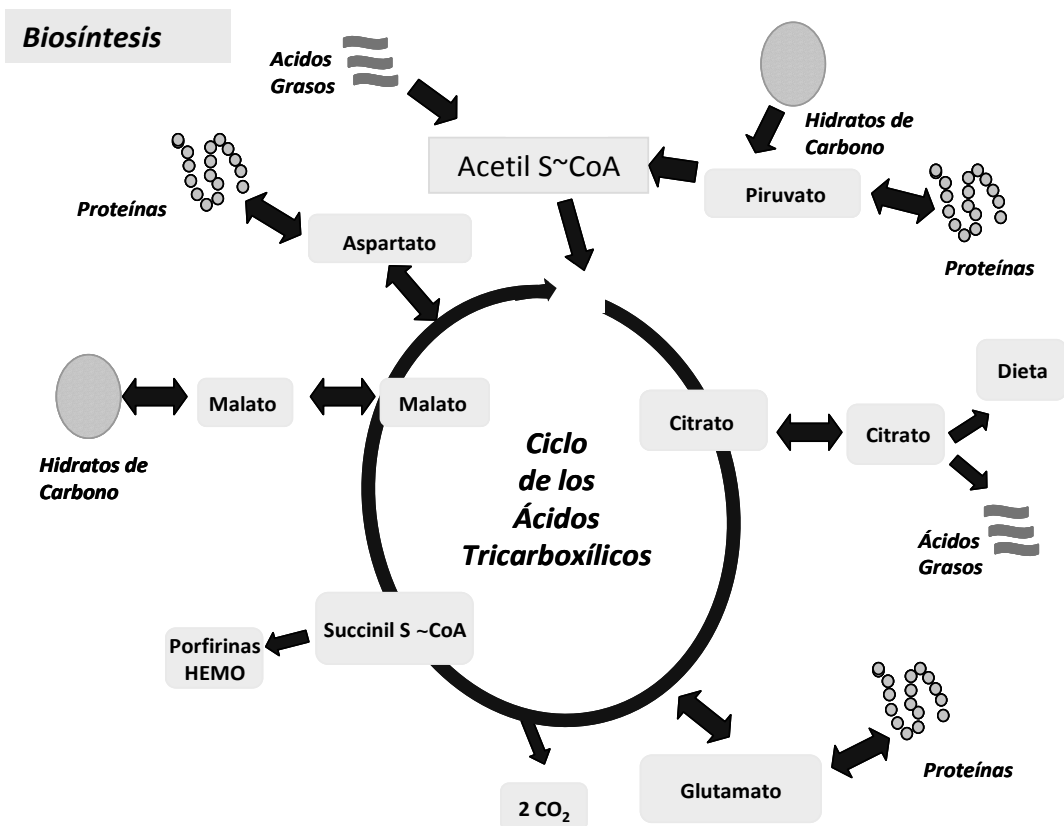
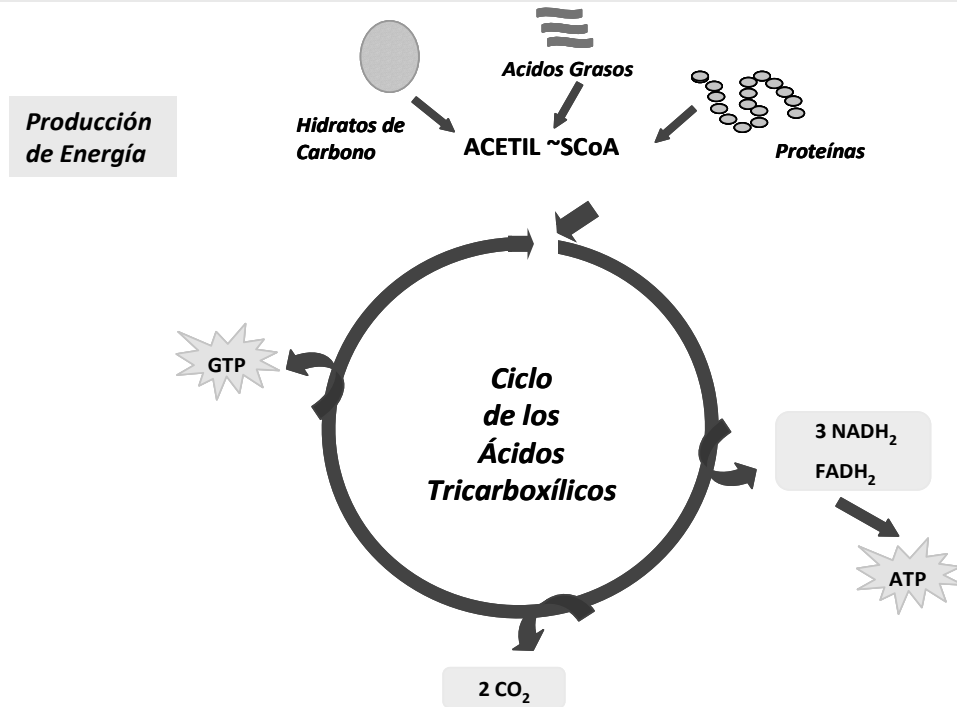
REACCIÓN	MODO DE OBTENCIÓN DE LA ENERGÍA	MOLES DE ATP PRODUCIDOS
Isocitrato → Oxalosuccinato		
αCetoglutarato → Succinil-CoA		
Succinil-CoA → Succinato		
Succinato → Fumarato		
Malato → Oxaloacetato		
Total por mol de Acetato		

11) El dibujo siguiente muestra el ciclo del ácido cítrico desde dos perspectivas diferentes:

- ❖ Como vía de producción de energía: **vía catabólica**
- ❖ Como vía de producción de metabolitos precursores de distintas vías biosintéticas: **vía anabólica**

Con la finalidad de reconocer la importancia metabólica de este ciclo, analice con sus compañeros los datos expresados en el gráfico.

NATURALEZA ANFIBOLICA DEL CICLO DE LOS ÁCIDOS TRICARBOXÍLICOS



TALLER Nº 8

EJE TEMÁTICO II:

“METABOLISMO, ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD Nº 8: DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE GLÚCIDOS

UNIDAD TEMÁTICA Nº 10: METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

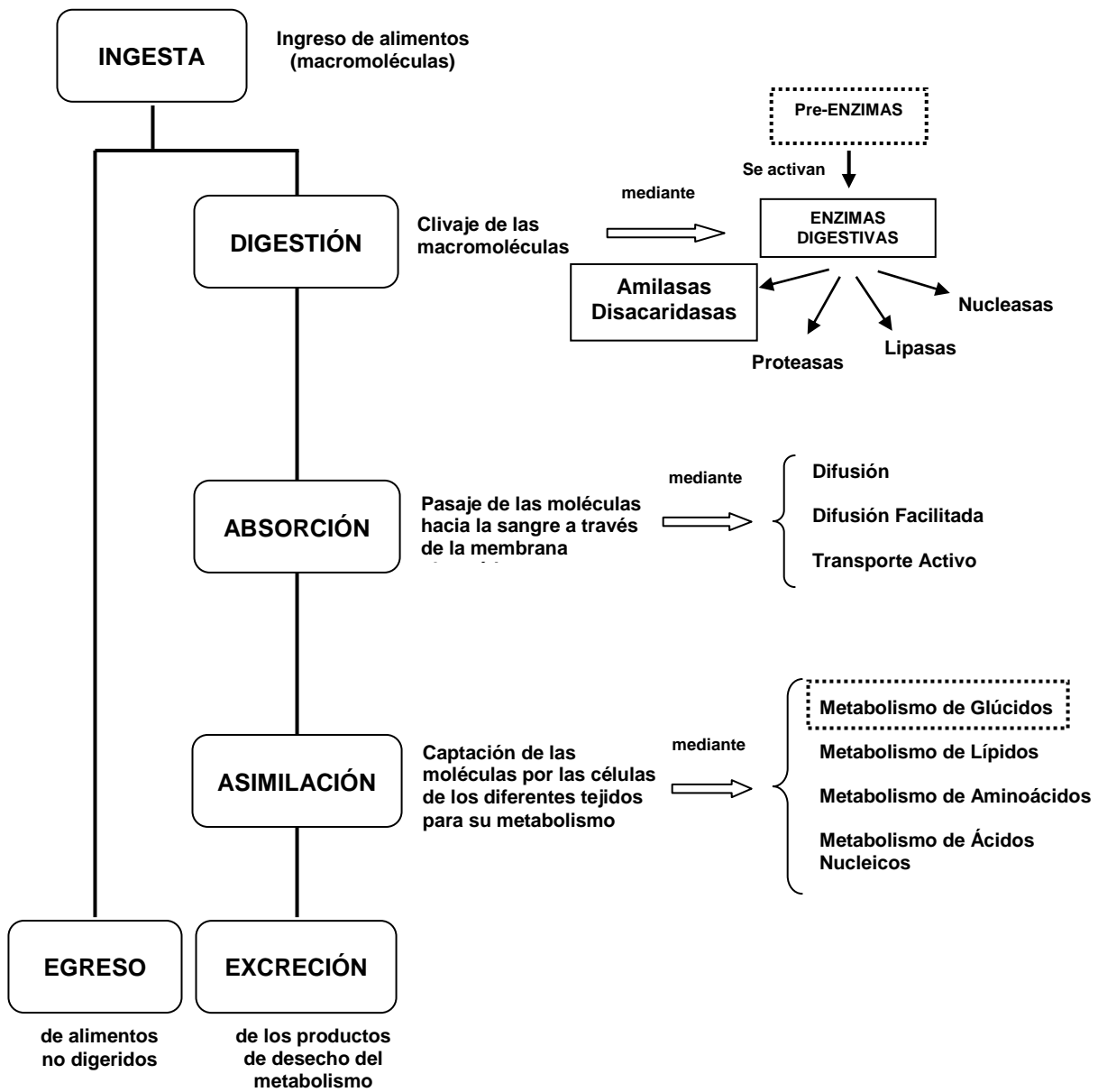
EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Reconocer las distintas etapas en el proceso de digestión y absorción de los glúcidos ingeridos en los alimentos de la dieta.
- Describir las enzimas que participan en el proceso de digestión, analizando su origen, función e importancia.
- Interpretar los mecanismos involucrados en el proceso de absorción de los glúcidos.
- Describir las distintas vías metabólicas relacionadas con la degradación y síntesis de glúcidos.
- Analizar el balance energético en las diferentes etapas del metabolismo de los glúcidos.
- Conocer el proceso de formación y metabolismo de la placa bacteriana y su relación con la teoría acidogénica de la caries dental.
- Analizar la relación que existe entre la saliva y la caries dental.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

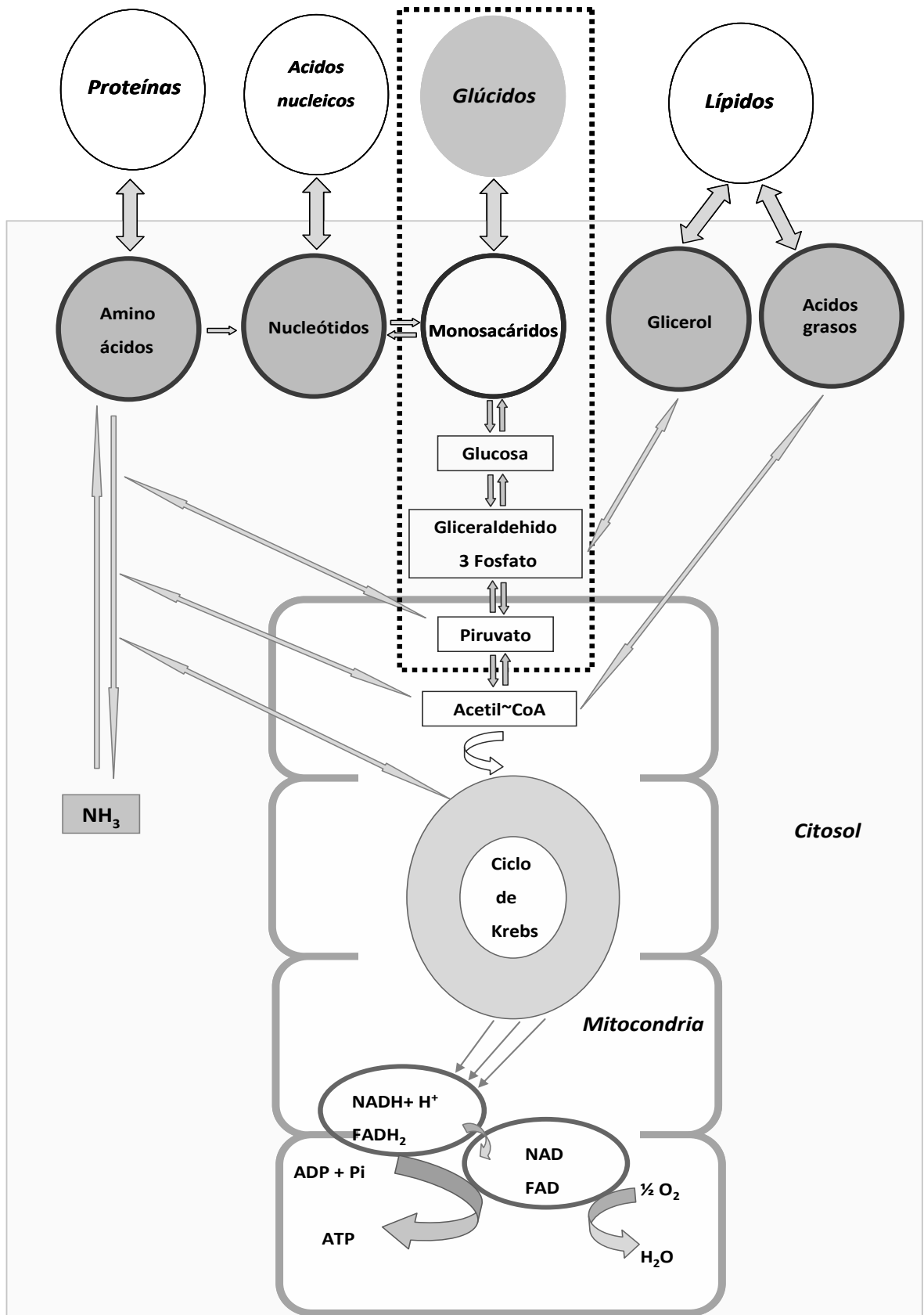
CONTENIDOS

Acción digestiva de las enzimas de la saliva. Enzimas y acción digestiva del jugo pancreático. Enzimas y acción digestiva del jugo intestinal. Resumen de la digestión y absorción de glúcidos.

Introducción al metabolismo de los Glúcidos. Resumen general del metabolismo intermedio de la glucosa. Glucólisis o Vía de Embden-Meyerhof. Balance energético. Destinos del piruvato en anaerobiosis y aerobiosis. Reducción del piruvato a lactato. Ciclo de Cori. Descarboxilación oxidativa del piruvato. Acetil Coenzima-A (Acetato activo). Destinos del acetato activo. Balance energético de la oxidación total de la glucosa. Metabolismo de la placa bacteriana, pH de la placa, curva de Stephan. Relación saliva-caries dental.



Digestión, absorción, *transporte*, *metabolismo* y excreción de nutrientes



Principales vías metabólicas de los glúcidos

INTRODUCCIÓN

DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN

Los nutrientes son incorporados al organismo con los alimentos en forma de **macromoléculas**. Antes de que puedan ser metabolizados, los alimentos deben sufrir diversos **cambios físicos y químicos** que reciben el nombre de **digestión**, aunque no siempre es necesario que se produzca algún cambio para que el componente se absorba. Por ejemplo, el agua, los minerales, la mayoría de las vitaminas, los monosacáridos y unos pocos lípidos se absorben sin modificación previa. En el proceso de degradación intervienen las glándulas salivales, el hígado y el páncreas, la vesícula biliar, el intestino y está regulado por mecanismos nerviosos y hormonales.

La digestión se realiza mediante dos procesos, uno mecánico y otro químico. La **parte mecánica** de la digestión incluye la masticación, la deglución, la peristalsis y la defecación o eliminación de los productos de digestión no absorbidos. En la boca se produce la mezcla del alimento con la saliva, mientras éste es triturado mecánicamente por masticación, facilitando la deglución. De la boca, el alimento pasa rápidamente al esófago y luego al estómago, donde se mezcla con los jugos gástricos constituidos principalmente por pepsina (una enzima que comienza la digestión de las proteínas) y ácido clorhídrico. En el intestino delgado tiene lugar la mayor parte de los procesos de digestión y absorción. El alimento se mezcla con la bilis, el jugo pancreático y los jugos intestinales. Durante la **fase química** de la digestión diferentes enzimas rompen las moléculas complejas en unidades más sencillas, mediante reacciones de **hidrólisis enzimática**, para que puedan ser absorbidas y utilizadas. Algunas de las enzimas más importantes que actúan a nivel intestinal son la lipasa (que rompe las grasas en ácidos grasos), la amilasa (que hidroliza el almidón) y tripsina y quimotripsina, que convierten las proteínas en aminoácidos.

El **proceso de absorción** de nutrientes se produce principalmente y con una extraordinaria eficacia a través de las paredes del intestino delgado, donde se absorbe la mayor parte del agua, los azúcares, minerales y vitaminas hidrosolubles así como los productos de digestión de proteínas, grasas e hidratos de carbono. En la enfermedad celíaca, el deterioro de las vellosidades intestinales puede reducir significativamente la superficie de absorción. Una vez absorbidos los nutrientes son transportados por la sangre hasta las células en las que van a ser utilizados.

En esta actividad teórico-práctica solamente profundizaremos el estudio de los procesos de digestión y absorción de los glúcidos. Lo correspondiente a proteínas y lípidos será abordado en instancias planteadas en futuras actividades.

METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

Los glúcidos de los alimentos, degradados hasta el estado de monosacáridos, son absorbidos en la mucosa intestinal para luego ingresar al metabolismo celular. Estos monosacáridos, representados principalmente por glucosa, fructosa y galactosa, son transportados por la vena porta hacia el hígado donde los tres monosacáridos tienen un destino metabólico común.

El hígado, órgano central de los procesos metabólicos, capta gran parte de la glucosa que ingresa y la almacena como glucógeno, fenómeno que se llama **glucogenogénesis**. La degradación de este glucógeno a glucosa se denomina **glucogenólisis**.

El catabolismo de la glucosa se realiza fundamentalmente a través de las siguientes vías:

- **Glucólisis o vía de Embden-Meyerhof.**
- **Descarboxilación oxidativa del piruvato.**
- **Ciclo del ácido cítrico o de Krebs.**

La **glucólisis** es el mecanismo evolutivamente más antiguo de obtención de energía utilizado por los primeros seres vivos que aparecieron en la tierra cuando la atmósfera estaba desprovista de oxígeno. La glucólisis es también un notable ejemplo de la unidad del mundo biológico: funciona en todos los organismos vivos, aún filogenéticamente muy distantes, siguiendo exactamente las mismas etapas.

La glucólisis puede dividirse en dos etapas:

- **Primera etapa:** es una fase preparatoria en la cual se invierte energía para formar compuestos que no pueden escapar de la célula y que son químicamente más reactivos que la glucosa, es decir, más aptos para sufrir las transformaciones siguientes. El resultado de este primer grupo de reacciones es la ruptura de la molécula de glucosa, que posee seis carbonos, en dos moléculas más pequeñas de tres átomos de carbono cada una.
- **Segunda etapa:** cada molécula de tres átomos de carbono sufre una oxidación y redistribución de los átomos que la constituyen llevando a la formación de compuestos intermediarios que contienen energía suficiente para la síntesis de ATP, siendo esta última molécula la forma en que el organismo almacena energía.

El piruvato formado en el citosol como producto de la glucólisis se reduce a lactato cuando la provisión de oxígeno es insuficiente. En presencia de oxígeno el piruvato se oxida a CO₂ y H₂O dentro de las mitocondrias. Para ello, atraviesa la membrana interna de estas organelas por medio de un transportador que lo introduce en la matriz. Primero es sometido a **descarboxilación oxidativa**, desprendiéndose CO₂ y quedando un resto de dos carbonos (acetato o acetil~SCoA). Este resto ingresa en un ciclo metabólico llamado **ciclo de Krebs** de gran rendimiento metabólico.

Aproximadamente el 20% del catabolismo de la glucosa sigue la vía alternativa llamada de **hexosa monofosfato** donde se genera nicotinamida dinucleótido fosfato reducido (NADPH + H⁺) y se produce pentosa fosfato.

Existe también una vía anabólica llamada **gluconeogénesis** que permite al organismo sintetizar glucosa a partir de metabolitos de distinto origen.

ACTIVIDADES EXTRA ÁULICAS

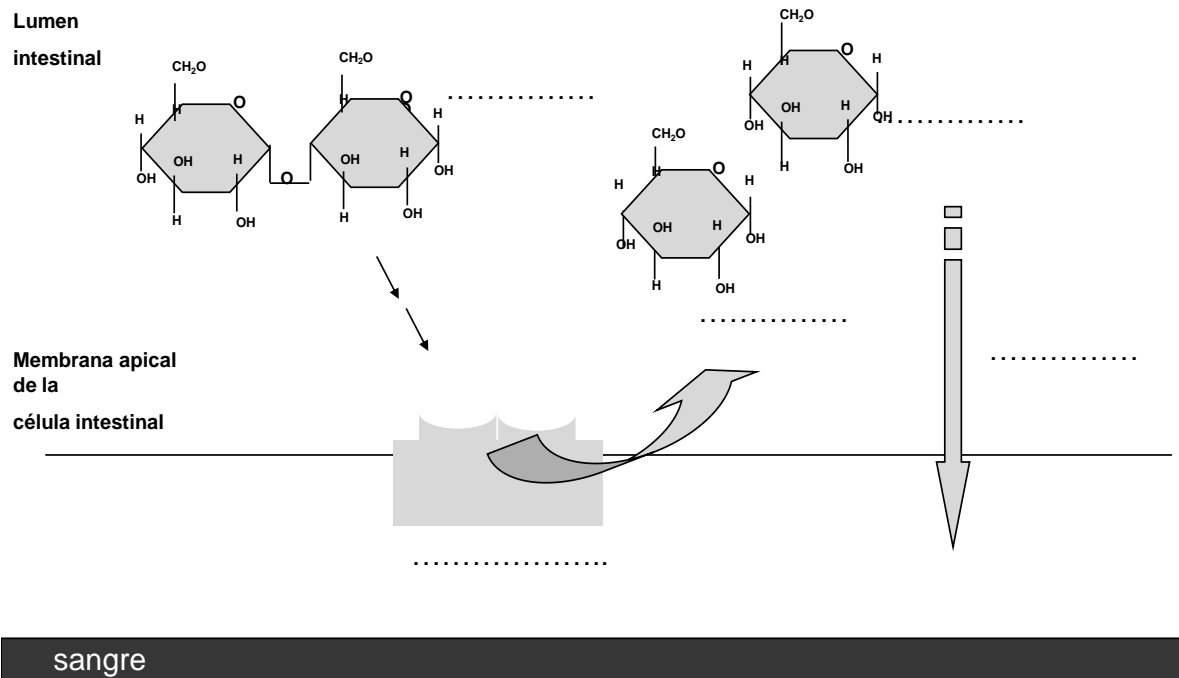
1) En el siguiente cuadro que simula al tracto digestivo, complete el proceso de digestión de un **glúcido** indicando las enzimas que intervienen en las reacciones, pH óptimo de la reacción enzimática, sustratos y productos obtenidos por la hidrólisis.

	Enzimas	pH óptimo	Sustrato de la enzima	Producto de la acción enzimática
Cavidad bucal Glándulas salivales				
Estómago				
Intestino delgado Páncreas Hígado y vesícula biliar				

2) La mucosa intestinal presenta pliegues y microvellosidades que aumentan notablemente la superficie de absorción y dan a la membrana apical del enterocito un aspecto característico, del cual deriva el nombre de “*membrana de borde en cepillo*”. Como proteínas integrales de membrana en este *borde en cepillo* se encuentran las **disacaridasas**, que son enzimas hidrolíticas que catalizan la degradación final de los

restos de almidón y disacáridos. Además, se encuentran diversos sistemas de transporte.

a) En la siguiente reacción complete sobre las líneas de puntos lo que corresponda (Nombre de sustrato, producto, enzimas).



b) En la siguiente tabla, escriba las principales disacaridasas presentes en la mucosa intestinal humana y su respectiva acción hidrolítica.

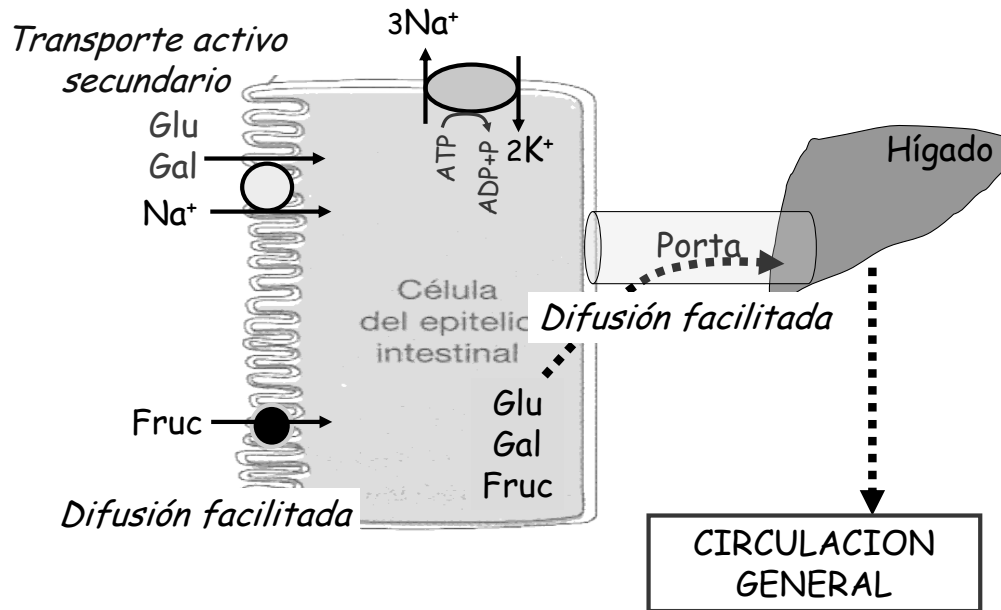
Disacaridasas	Acción enzimática (sustrato y producto)

3) Cuando se completa el proceso digestivo, los nutrientes son **absorbidos** incorporándose así al organismo. Casi la totalidad del proceso de absorción se realiza en el intestino delgado. Las células intestinales (enterocitos) cumplen un papel fundamental como reguladoras del paso de sustancias desde el lumen intestinal hacia la sangre o la linfa.

a) Antes de profundizar el tema de la incorporación de sustancias a las células, compare en el siguiente cuadro las características de los distintos tipos de transporte a través de membranas:

Tipos de transporte	Mecanismos de transporte	Requerimiento de energía	Ejemplos de sustancias que transporta

- b) Utilizando el siguiente esquema, explique los mecanismos de transporte que utilizan los monosacáridos (glucosa, galactosa, fructosa) para pasar desde la luz intestinal hasta la circulación general.



- 4) La fibra dietética está representada por los componentes de la pared celular de los vegetales, por ejemplo la celulosa. Teniendo en cuenta el enunciado conteste las siguientes preguntas:

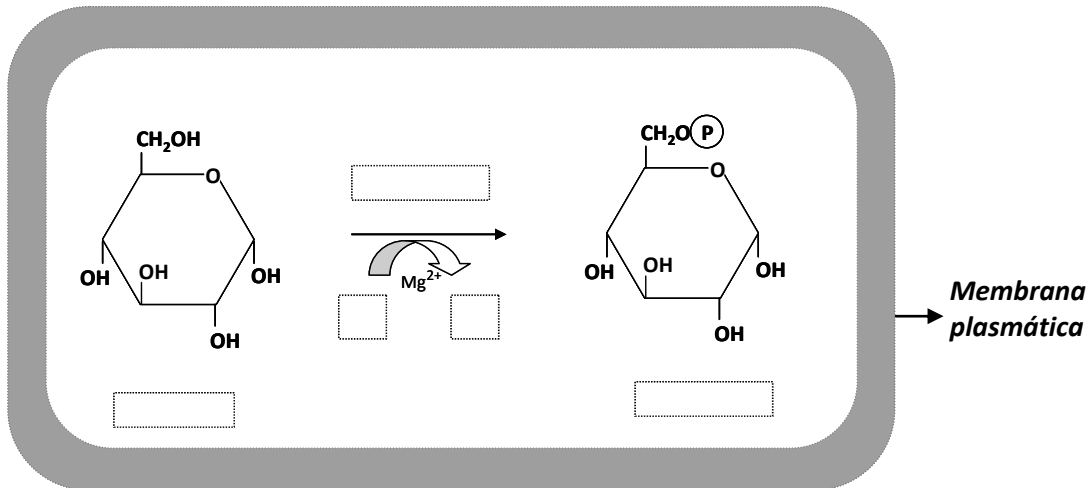
a) ¿La fibra que contienen los alimentos de nuestra dieta pueden ser digeridos en el aparato digestivo?. Justifique su respuesta.

b) ¿Cuál es la importancia de las fibras en la alimentación?

ACTIVIDADES ÁULICAS

5) La glucosa penetra desde la sangre a las células por el mecanismo de difusión facilitada. La primera transformación que sufre es la esterificación con ortofosfato en el carbono seis.

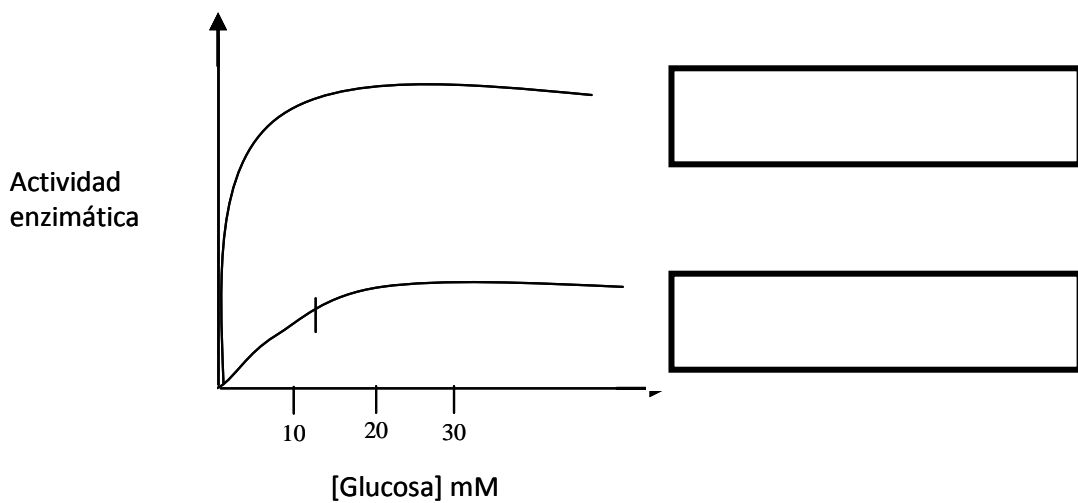
a) Con la finalidad de describir esta reacción química, complete en el siguiente gráfico los espacios en blanco.



b) ¿Por qué

- ...es necesario que la glucosa se fosforile al ingresar a la célula?
- ...es una reacción irreversible?

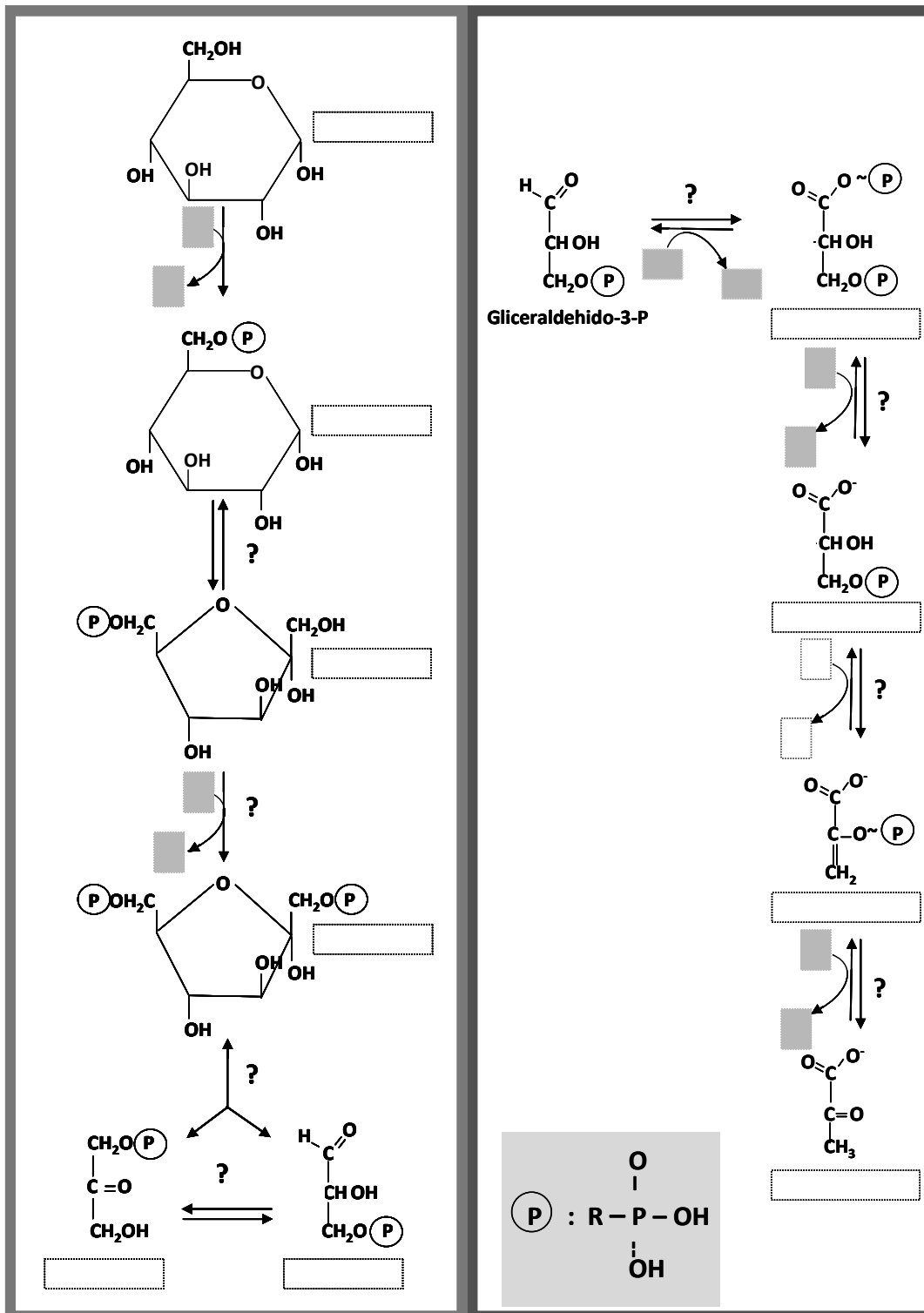
6) En el siguiente gráfico de actividad enzimática en función de la concentración de sustrato (glucosa) se muestran dos curvas.



- a) ¿Cuál es la curva que muestra la actividad de la hexoquinasa y cuál la de glucoquinasa frente a glucosa?. Escriba en el recuadro el nombre de cada una de ellas.
- b) ¿Cuál es el valor de K_m aproximado para cada isozima?. ¿Qué información nos da ese valor?.
- c) Escriba la localización tisular de estas enzimas.
- d) ¿Por qué las reacciones que catalizan son irreversibles?. Busque información acerca de irreversibilidad de las reacciones químicas y su importancia en las vías metabólicas.
- 7) Respecto a la glucosa indique su destino metabólico y el producto final en cada uno de los tejidos y períodos consignados en la siguiente tabla:

TEJIDO	<i>PERÍODO POST-PRANDIAL</i> <i>(hasta 2 horas posteriores a la ingesta)</i>	<i>PERÍODO EN AYUNAS</i> <i>(más de 12 horas)</i>
Hígado		
Músculo esquelético		

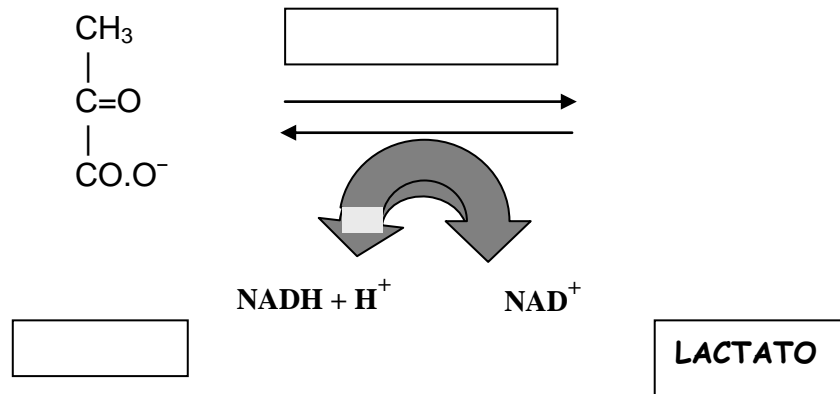
8) La glucólisis, vía degradativa de la glucosa representada en el gráfico siguiente, se realiza en dos fases:



Vía Glucolítica o de Embden - Meyerhof.

- a) ¿Cuáles son esas fases?. ¿A qué se debe esa denominación?.
- b) ¿En qué sitio intracelular tiene lugar esta vía metabólica, tanto en las células eucariotas como procariontes?.
- c) Complete los espacios en blanco, colocando nombre de enzimas, coenzimas o sustratos que intervienen en la vía.
- d) Ubique las enzimas de esta vía en la clasificación de enzimas ya estudiada, y relaciónelas con la actividad que realizan.
- e) Indique las diferencias que existen entre ambas fases teniendo en cuenta el número de carbonos y las modificaciones energéticas que se producen en cada una de ellas.
- f) Indique en qué fase se producen reacciones de óxido reducción y de fosforilación del ADP.
- g) Señale los sustratos que provee la energía necesaria para dichas fosforilaciones y observe su constitución desde el punto de vista energético. ¿Qué nombre reciben dichos sustratos?.
- h) La enzima **gliceraldehído-3-P-deshidrogenasa** requiere NAD. Dado que el citosol de las células tiene una cantidad limitada de esta coenzima, para que la actividad glicolítica continúe es necesario que el $\text{NADH} + \text{H}^+$ se
(complete el espacio).
- ¿Cuál es la reacción que garantiza este proceso?
 - Indique los diferentes caminos metabólicos que puede seguir el $\text{NADH} + \text{H}^+$ en condiciones de anaerobiosis (ausencia de oxígeno) y de aerobiosis (presencia de oxígeno).
- i) Identifique y marque las reacciones irreversibles de la glicólisis y relaciónelas con el proceso de gluconeogénesis.
- j) Calcule el rédito energético de la glicólisis a partir de glucosa, en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Expréselo en moles de ATP por mol de glucosa.

9) Cuando no existe una adecuada provisión de oxígeno, el producto final de la vía glicolítica es el lactato. Escriba la fórmula del producto y complete los espacios en blanco de la siguiente reacción:

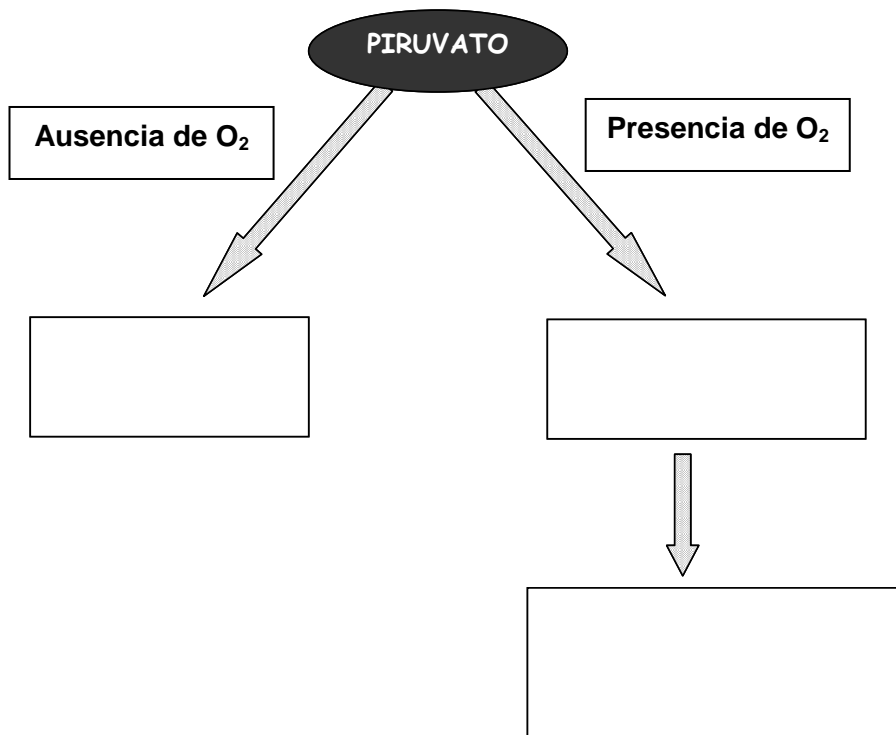


- ¿Cuál es la procedencia del $\text{NADH} + \text{H}^+$ utilizado en la formación de lactato?
- ¿Por qué la reacción es reversible?. ¿En qué condiciones celulares el lactato puede convertirse en piruvato?
- Explique por qué durante el ejercicio muscular extenuante se obtiene lactato como producto de la glicólisis.
- ¿A qué se denomina ciclo de Cori?

10) En la glicólisis también puede obtenerse piruvato como producto final.

- ¿Por qué el piruvato se denomina metabolito encrucijada?
- ¿En qué organela celular se degrada ?.
- ¿Qué otro metabolito encrucijada puede señalar en esta vía metabólica? ¿Por qué?

- 11) Complete el esquema siguiente que resume el destino final del **piruvato**, con el nombre de los productos que se forman en las condiciones indicadas.



- 12) Teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos, responda las preguntas siguientes:

- Durante la glicólisis anaeróbica las moléculas de lactato formadas conservan un 90% de la energía contenida en la glucosa. ¿Cuál es el significado fisiológico de esta situación?.
- Durante el parto, la circulación sanguínea disminuye en la mayoría de los tejidos del cuerpo del neonato, a excepción del cerebro. Normalmente, el cerebro no queda privado de oxígeno, pero otros tejidos sí. ¿Cómo obtienen ATP estos tejidos hasta que la circulación vuelve a su estado normal y el O₂ se torna disponible?.
- La córnea, el cristalino y ciertas regiones de la retina son poco irrigados y carecen de mitocondrias. ¿Cómo obtienen ATP estos tejidos?.
- Frente a una situación de peligro inminente, que obliga al individuo a correr para evadirla, el trabajo muscular es intenso.
 - a) ¿Cómo es la provisión de oxígeno al músculo?.
 - b) ¿Cuál es el mecanismo por el cual el individuo puede obtener ATP que garantice la contracción muscular?.

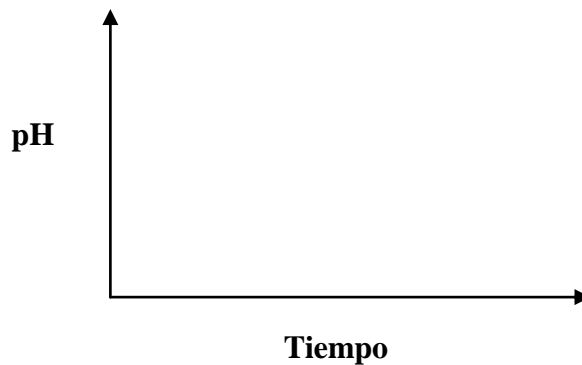
13) Los alimentos que contienen carbohidratos son fermentados por los microorganismos acidogénicos de la biopelícula dentobacteriana, generando una rápida producción de ácido con disminución del pH de la biopelícula y favoreciendo la formación de caries.

- Esquematice la organización de las bacterias que constituyen la placa dental, según el tipo de respiración que utilizan (aerobias, anaerobias y facultativas), e indique cuál será el producto de la glicólisis en cada uno de esos ambientes.

14) Nombre los principales hidratos de carbono fermentables, utilizados por las bacterias de la biopelícula dentobacteriana, para la formación de polisacáridos extra e intracelulares.

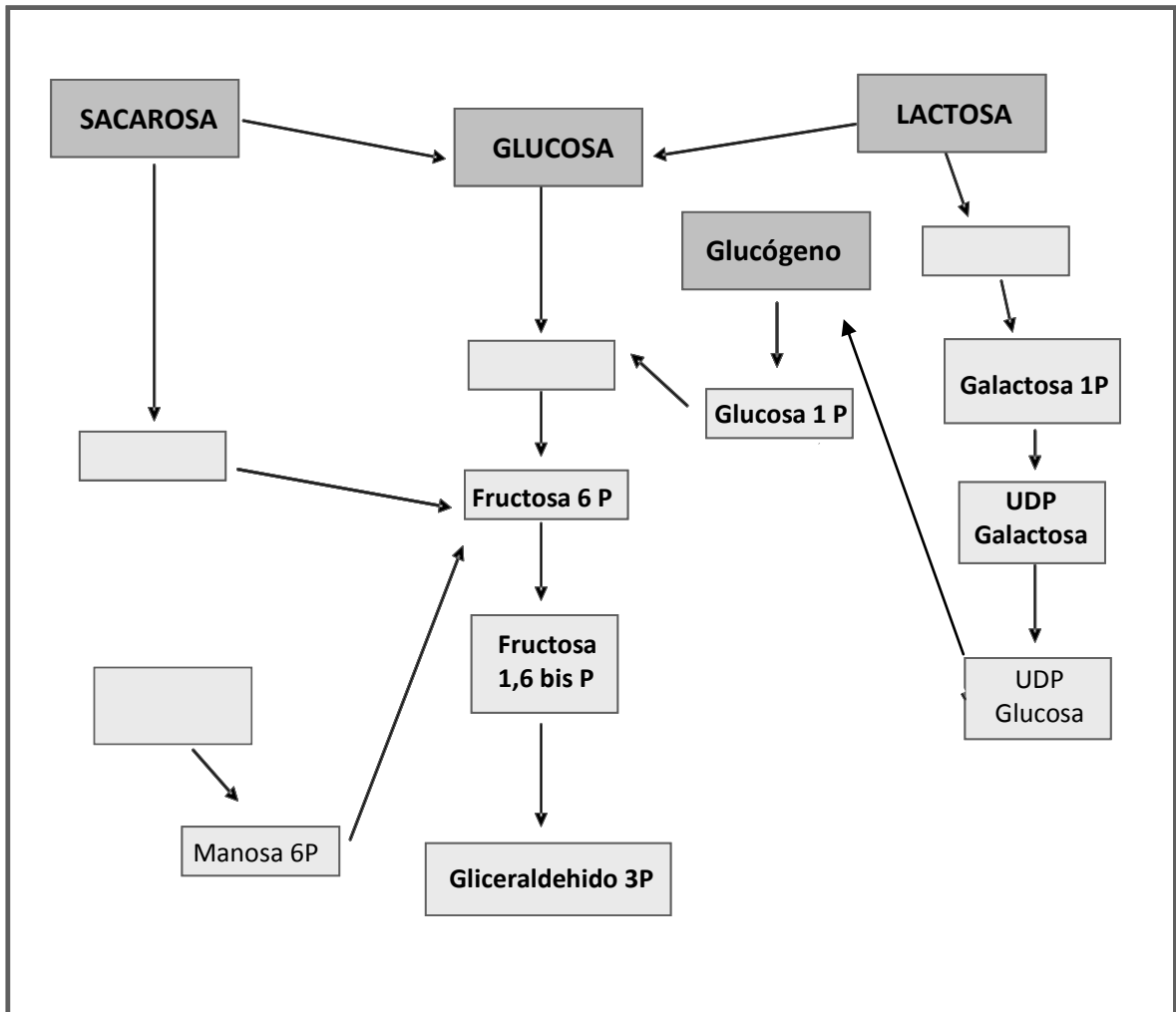
15) Experimentalmente se demostró que el pH de la biopelícula dentobacteriana del elemento dentario cambia después del enjuague con una solución de glucosa o sacarosa.

- a) Realice el gráfico (coordenadas cartesianas) de variación del pH de la placa en función del tiempo, después del enjuague con glucosa o sacarosa.



- b) ¿Cómo se denomina esta curva de pH?
- c) ¿Por debajo de qué valor de pH se produce la desmineralización del esmalte y cómo se denomina este valor?
- d) Discuta con sus compañeros y luego escriba las razones por las cuales la curva presenta esa forma.

- 16) En el esquema siguiente se muestran las vías a las cuales se incorporan los principales monosacáridos de la dieta.
- Complete los espacios en blanco.
 - Indique a qué vía se incorpora cada monosacárido a fin de generar energía.
 - Compare el mecanismo de fosforilación de la glucosa con el de los otros monosacáridos de la dieta.



- 17) Complete la siguiente afirmación:

“La **descarboxilación oxidativa del piruvato** es catalizada por un sistema multienzimático denominado....., constituido por enzimas y coenzimas, siendo los productos finales de esta reacción y”.

18) ¿Por qué se dice que la reacción analizada es una descarboxilación oxidativa?
 ¿Quién se reduce?.

a) Señale la característica que permite llamar **acetato activo** al producto de la reacción.

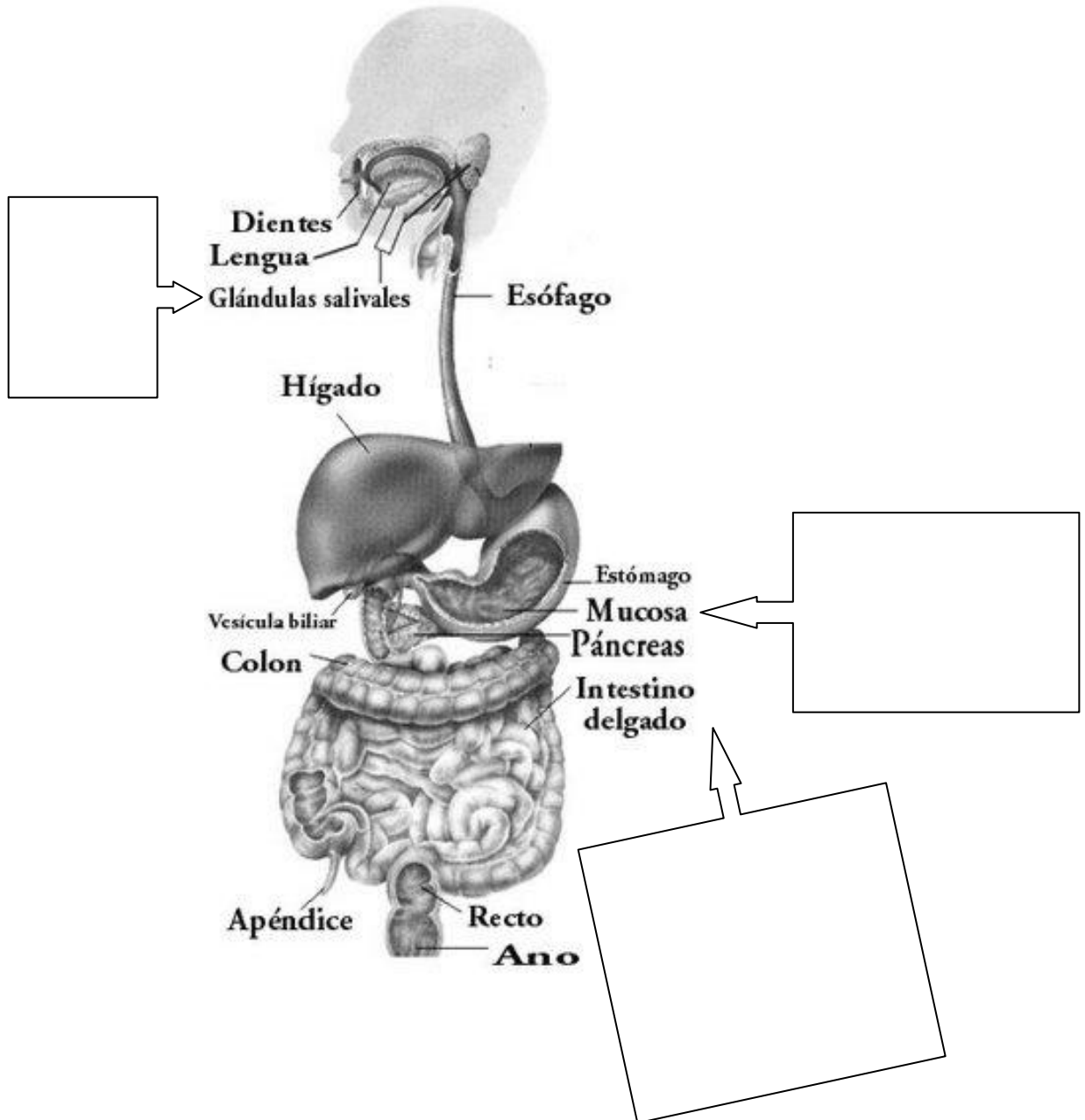
b) Calcule el rendimiento energético de dicha reacción cuando se produce la oxidación de un mol de glucosa.

19) En el siguiente cuadro, resuma la energía que se produce en cada vía metabólica cuando se oxida totalmente 1 mol de glucosa desde el momento que ingresa al organismo.

VÍA METABÓLICA	MOLES DE ATP PRODUCIDOS	RENDIMIENTO EN KCal
Total por mol de Glucosa		

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) En la siguiente figura ubique y nombre las enzimas que degradan a los glúcidos en cada porción del tracto digestivo.



- 2) ¿Qué enzima/s se requiere/n para la digestión completa del almidón de la dieta?
- a) Amilasa salival.
 - b) Maltasa - glucoamilasa.
 - c) Amilasa pancreática.
 - d) Sacarasa - isomaltasa.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 3) Enumere los destinos metabólicos posibles de la glucosa en el organismo.
- 4) En cuanto a la reacción de fosforilación de la glucosa (Glucosa \rightarrow Glucosa-6-P):
- ¿Cuál es la importancia biológica de esta reacción?
 - ¿Qué tipo de unión química se establece en el producto?
 - ¿Cuál es el balance energético de la reacción?
 - Según el cambio energético que se produce, ¿cuál será el sentido de la reacción?. Justifique su respuesta.
 - ¿Cómo se denomina la enzima que la cataliza?
 - ¿Cuál es la localización subcelular del producto?
- 5) Uno de los siguientes procesos **no forma parte** del **ciclo de Cori**. ¿Cuál es?
- Reducción del piruvato en el músculo.
 - Transporte del lactato por la sangre.
 - Oxidación del lactato a piruvato en el hígado.
 - Glucógenogénesis hepática.
 - Descarboxilación oxidativa del piruvato.
- 6) Señale la opción **correcta** cuando la actividad muscular es intensa.
- La energía necesaria para la contracción proviene en su mayor parte de la glicólisis.
 - El NADH + H⁺ formado es oxidado por el piruvato.
 - El rendimiento energético de la glicólisis es de 2 ATP.
 - Se forma lactato.
 - Todas las opciones son correctas.
- 7) Con respecto a la reacción catalizada por la glucosa-6-fosfatasa indique la afirmación **correcta**.
- Posee $\Delta G +$.
 - Está acoplada a la fosforilación del ADP.
 - Ocurre en todos los tejidos.
 - Permite al músculo liberar glucosa a la sangre.
 - Ninguna opción es correcta.
- 8)Cuál es la afirmación **correcta** para la siguiente reacción de la glicólisis:
- $$\text{Gliceraldehído-3-P} \rightarrow \text{1-3 bisfosfoglicerato}$$
- Se forma un enlace Fosfato de alto contenido energético.
 - Se forma ATP por fosforilación a nivel de sustrato.
 - Se reduce el NAD⁺ a NADH + H⁺.
 - Hay transferencia de un fosfato a partir del ATP.
 - a y c son correctas.

- 9) ¿Cuáles de estas acciones ocurre en la transformación del 3-fosfo glicerato a 2-fosfo enol piruvato?
- Aumenta el contenido de energía de la molécula.
 - Se forma un enlace de alto contenido energético.
 - Se forma una doble ligadura entre el C2 y el C3.
 - Hay pérdida de una molécula de H₂O.
 - Todas las opciones son correctas.
- 10) ¿En cuál de las siguientes reacciones de la glicólisis hay ganancia de ATP?
- 1,3 bisfosfo glicerato \longrightarrow 3 fosfo glicerato
 - fosfoenol piruvato \longrightarrow enol piruvato
 - fructosa-6-fosfato \longrightarrow fructosa 1,6 difosfato
 - 3 fosfo glicerato \longrightarrow 2 fosfo glicerato
 - a y b son correctas.
- 11) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto a la glicólisis es **incorrecta**?
- Permite a los organismos anaeróbicos estrictos obtener energía en ausencia de O₂.
 - Su rendimiento energético es menor en condiciones de anaerobiosis.
 - El metabolito final en anaerobiosis es ácido láctico.
 - Ocurre sólo en bacterias anaeróbicas y otras formas inferiores de vida.
 - En presencia de oxígeno el metabolito final es ácido pirúvico.
- 12) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto a la fosforilación a nivel de sustrato es **incorrecta**?
- La transformación del 2-fosfo enol piruvato es un ejemplo.
 - No requiere la participación del NAD ni del FAD.
 - Los enlaces fosfato implicados son de alto contenido energético.
 - Puede ocurrir en ausencia de O₂.
 - Para producirse necesita la reoxidación de coenzimas reducidas.
- 13) Respecto a la reacción catalizada por la piruvato deshidrogenasa marque la opción **correcta**:
- Ocurre descarboxilación y oxidación.
 - Se sintetiza una forma reactiva de acetato.
 - Participa el tiofosfato de tiamina.
 - Se requiere oxígeno.
 - Todas las opciones son correctas.
- 14) Con respecto al ciclo de Krebs, indique:
- Compuestos que alimentan el ciclo.
 - Producto final.
 - Las reacciones que producen energía por fosforilación a nivel de sustrato.
 - ¿Qué sustratos participan?
 - ¿Qué coenzimas participan?
 - ¿Cómo se reoxidan las coenzimas que participan?

15) Respecto al ciclo de Krebs, una con flechas las frases de la izquierda con los números de la derecha que se correspondan:

Número de reacciones de oxidación	1
Número de reacciones de descarboxilación	2
Número de reacciones de hidratación	12
Número de reacciones de fosforilación a nivel de sustrato	24
Rédito energético por mol de glucosa	4
Rédito energético por mol de piruvato	2

16) Con respecto a la reacción del ciclo de Krebs catalizada por un complejo multienzimático denominado α -cetoglutarato deshidrogenasa indique la afirmación **correcta**.

- a) El sustrato es reducido.
- b) El producto posee un enlace de alto contenido energético.
- c) Genera FADH + H⁺ como producto final.
- d) Ocurre en anaerobiosis.
- e) Ninguna opción es correcta.

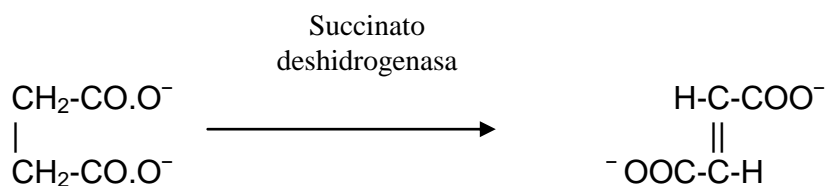
17) ¿En cuál de las siguientes reacciones del ciclo de Krebs se sintetiza ATP?

- a) Malato → Oxaloacetato
- b) Oxalosuccinato → α -Ceto Glutarato
- c) Oxaloacetato → Citrato
- d) Succinato → Fumarato
- e) Las opciones "a" y "d" son correctas

18) Respecto al Ciclo de Krebs marque la afirmación **verdadera**.

- a) La sustancia alimentadora es el acetil Co A (acetato activo).
- b) Los productos son CO₂ y H₂O.
- c) El oxaloacetato es el metabolito inicial y final.
- d) Se requiere la presencia de O₂.
- e) Todas las afirmaciones son correctas.

19) En la siguiente reacción indique la afirmación **correcta**.



- a) La enzima que cataliza esta reacción es una hidratasa.
- b) El producto formado es el L-malato.
- c) El sustrato de la enzima es el fumarato.
- d) Participa la coenzima FAD y genera 2 ATP en la cadena respiratoria.
- e) Ninguna opción es correcta.

- 20) Respecto al balance energético del metabolismo de la glucosa señale la opción **correcta**:
- Sólo en el Ciclo de Krebs se forma ATP por fosforilación a nivel de sustrato.
 - La transformación de la glucosa en lactato en la glicólisis origina 8 ATP.
 - La oxidación de un mol de acetil CoA en el Ciclo de Krebs permite la síntesis de 12 moles de ATP.
 - La Descarboxilación oxidativa de un mol de piruvato origina 3 moles de ATP en la cadena respiratoria.
 - Las opciones "c" y "d" son correctas.
- 21) ¿Qué ocurre en la placa bacteriana cuando las dietas son ricas en sacarosa?
- Tiene mayor volumen.
 - Adquiere consistencia de gel denso.
 - Sintetiza mayor cantidad de ácidos.
 - Produce mayor cantidad de dextranos y levanos.
 - Todo lo anteriormente descrito.
- 22) Cuando hay mayor contenido de polisacáridos extracelulares en la placa dental.... (marque la opción **correcta**).
- Incrementa la difusión de sustancias neutralizantes provenientes de la saliva.
 - Aumenta la concentración de ácido en la interfase placa-superficie del diente.
 - Aumenta la difusión de oxígeno.
 - Predominan las formas bacterianas aeróbicas.
 - Sucede todo lo anteriormente descrito.
- 23) Una dieta rica en sacarosa es más cariogénica que una rica en almidón porque... (marque la opción **correcta**).
- Puede sintetizar a partir de sacarosa polisacáridos extracelulares.
 - Produce mayor cantidad de ácidos en situaciones de ayuno.
 - Favorece la difusión de metabolitos básicos.
 - Favorece la acción neutralizante de la saliva.
 - a y b son correctas.
- 24) ¿Qué sustancia/as puede/n neutralizar el ácido formado en la placa dental?
- Bicarbonatos y fosfatos de la saliva.
 - Amoníaco formado a partir de la urea salival y del metabolismo bacteriano.
 - Aminas biógenas formadas en el metabolismo bacteriano.
 - Proteínas y fosfatos de la placa.
 - Todas las sustancias mencionadas en las opciones anteriores.
- 25) ¿A qué se debe la forma de la curva de Stephan (variación del pH de la placa bacteriana después del enjuague con solución de glucosa o sacarosa)?
- Producción metabólica de ácidos.
 - Difusión del ácido fuera de la placa.
 - Acción neutralizante de la saliva.
 - Producción bacteriana de NH_3 a partir de urea salival.
 - Todas las opciones.
- 26) Respecto al pH de la placa bacteriana responda las siguientes preguntas:
- ¿Qué influencia ejerce la saliva sobre dicho pH?
 - ¿Por qué se correlaciona con la caries dental?



Premio Nobel de Medicina o Fisiología 1953

“Por el descubrimiento del ciclo del ácido cítrico”

“Por el descubrimiento de la coenzima A y su importancia como intermediario metabólico”



Hans Adolf Krebs

1900-1981

Bioquímico alemán



Fritz Albert Lipmann

1899-1986

**Bioquímico alemán-
americano**

TALLER Nº 9

EJE TEMÁTICO II:

“METABOLISMO, ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD Nº 8: DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE PROTEÍNAS

UNIDAD Nº 11: METABOLISMO DE LOS AMINOÁCIDOS

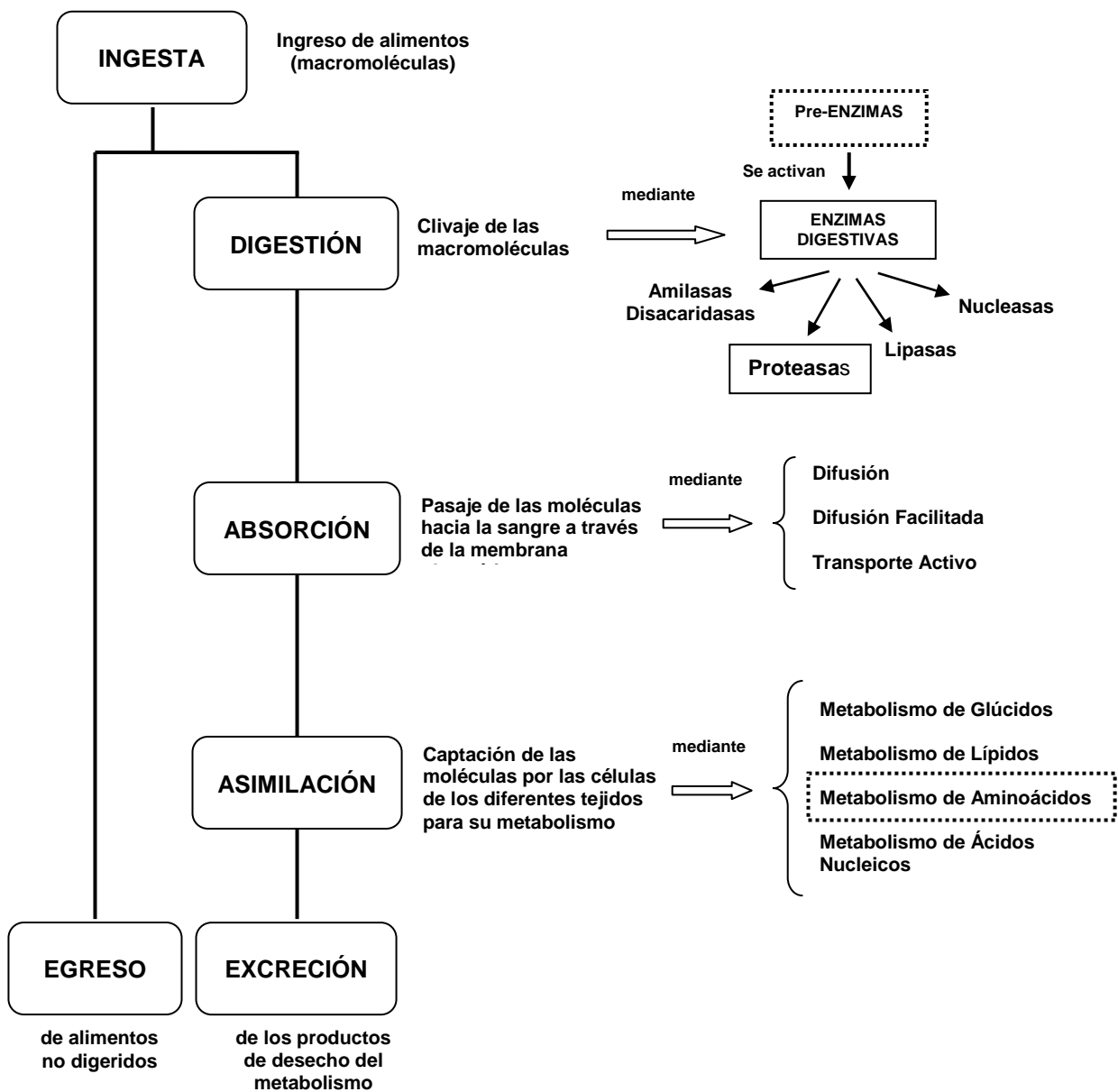
EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Reconocer las distintas etapas en el proceso de digestión y absorción de las proteínas ingeridas en los alimentos de la dieta.
- Describir las enzimas que participan en el proceso de digestión, analizando su origen, función e importancia.
- Interpretar los mecanismos involucrados en el proceso de absorción de las proteínas.
- Reconocer el origen y destino de los aminoácidos presentes en el organismo.
- Conocer los mecanismos celulares del catabolismo de los aminoácidos.
- Describir la formación de los productos de desecho nitrogenado: amoníaco y urea.
- Establecer los posibles destinos de los esqueletos hidrogenados de los aminoácidos.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente.
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

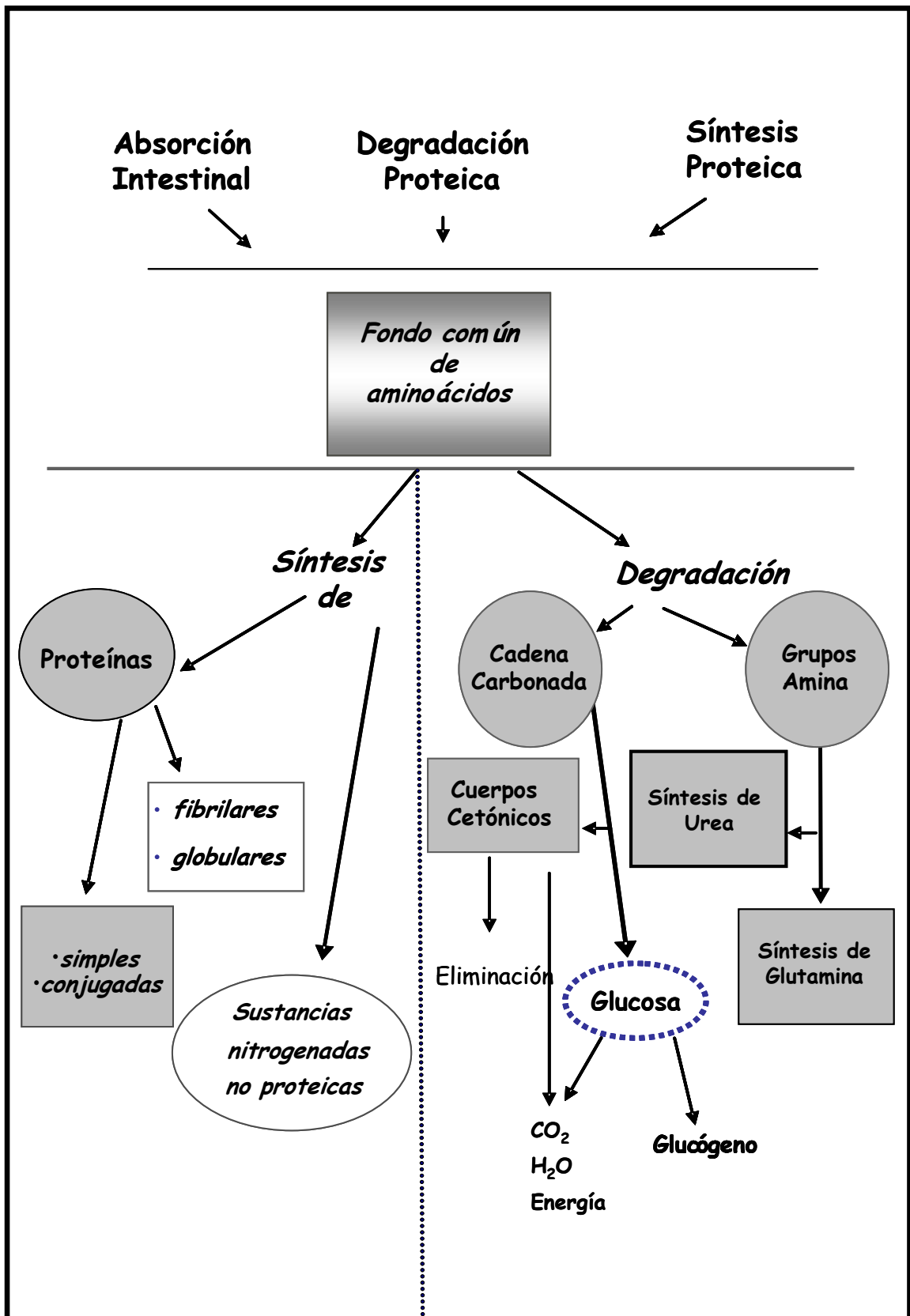
CONTENIDOS

Funciones de la saliva. Jugo gástrico. Ácido clorhídrico. Enzimas y acción digestiva del jugo gástrico. Enzimas y acción digestiva del jugo pancreático. Enzimas y acción digestiva del jugo intestinal. Resumen de la digestión y absorción de proteínas.

Metabolismo intermedio de los aminoácidos. Anabolismo y catabolismo proteico. Balance nitrogenado. Catabolismo de los aminoácidos. Transaminación y desaminación oxidativa. Destino del esqueleto carbonado de los aminoácidos (Resumen).



Digestión, absorción, *transporte*, *metabolismo* y excreción de nutrientes



INTRODUCCIÓN

Los alimentos proveen al organismo las proteínas necesarias para el cumplimiento de numerosas funciones. Los alimentos más ricos en proteínas son los de origen animal (carne, huevo, leche, etc.). Los alimentos vegetales también aportan proteínas, pero el contenido y la calidad de las mismas es, por lo general, inferior.

Las proteínas de la dieta se transforman en **aminoácidos** libres durante su paso por el tubo digestivo. Los aminoácidos son absorbidos en el intestino y por la sangre llegan a todas las células para ser utilizadas en la biosíntesis de proteínas propias (**ANABOLISMO PROTEICO**). En razón de la degradación permanente de proteínas y aminoácidos (**CATABOLISMO PROTEICO**), los aminoácidos de la dieta cumplen la función fundamental de reparar (reconstruir) las estructuras celulares, que se conoce como función **estructural o plástica**.

La degradación de las proteínas tisulares comienza con procesos de hidrólisis catalizados por las enzimas proteolíticas intracelulares. Los aminoácidos liberados no se diferencian de aquellos provenientes de la digestión de las proteínas de la dieta y pueden eventualmente ser reutilizados para la biosíntesis de proteínas tisulares. Una porción relativamente importante de aminoácidos es degradada diariamente en los procesos oxidativos con el fin de obtener energía. El catabolismo de los aminoácidos se inicia con la pérdida de la función amina en procesos de **transaminación** o **desaminación oxidativa**, quedando un *esqueleto carbonado o resto no aminado* representado por su α -cetoácido. Este sigue caminos degradativos diferentes según el aminoácido correspondiente, para dar lugar a un metabolito común de las vías degradativas de los lípidos o de la glucosa, finalizando con la producción de CO_2 y H_2O . Los grupos *amina* de la mayor parte de los aminoácidos se transforman en **urea** en el hígado la que se excreta por orina.

La función de los aminoácidos como fuente de **energía** se conoce como *función calorigénica* y representa aproximadamente el 15% de la energía diaria gastada por el organismo, una cifra bastante inferior a la que obtiene a partir de la glucosa (60%) o de los lípidos (25%). Sin embargo, cuando en la dieta se reemplazan los glúcidos por las proteínas, en los períodos prolongados de ayuno, o en el transcurso de enfermedades metabólicas como la diabetes, el aporte de los aminoácidos a la generación de energía total diaria en el organismo aumenta considerablemente.

A diferencia de lo que ocurre con glúcidos o lípidos, el organismo no hace depósitos de aminoácidos, por lo que la dieta debe proveer diariamente los aminoácidos que el organismo degrada. Para que ello ocurra en forma óptima la dieta debe cumplir una serie de requisitos que forman parte del extenso capítulo de la nutrición humana. Por otra parte, cuando la dieta aporta un exceso de calorías en forma de proteínas, éstas son transformadas en lípidos y como tales acumulados en el tejido adiposo.

Los aminoácidos son utilizados también como sustancias de inicio para la biosíntesis de numerosos compuestos nitrogenados no proteicos (hormonas, bases nitrogenadas púricas y pirimídicas, pigmentos de la piel, etc.).

ACTIVIDADES ÁULICAS

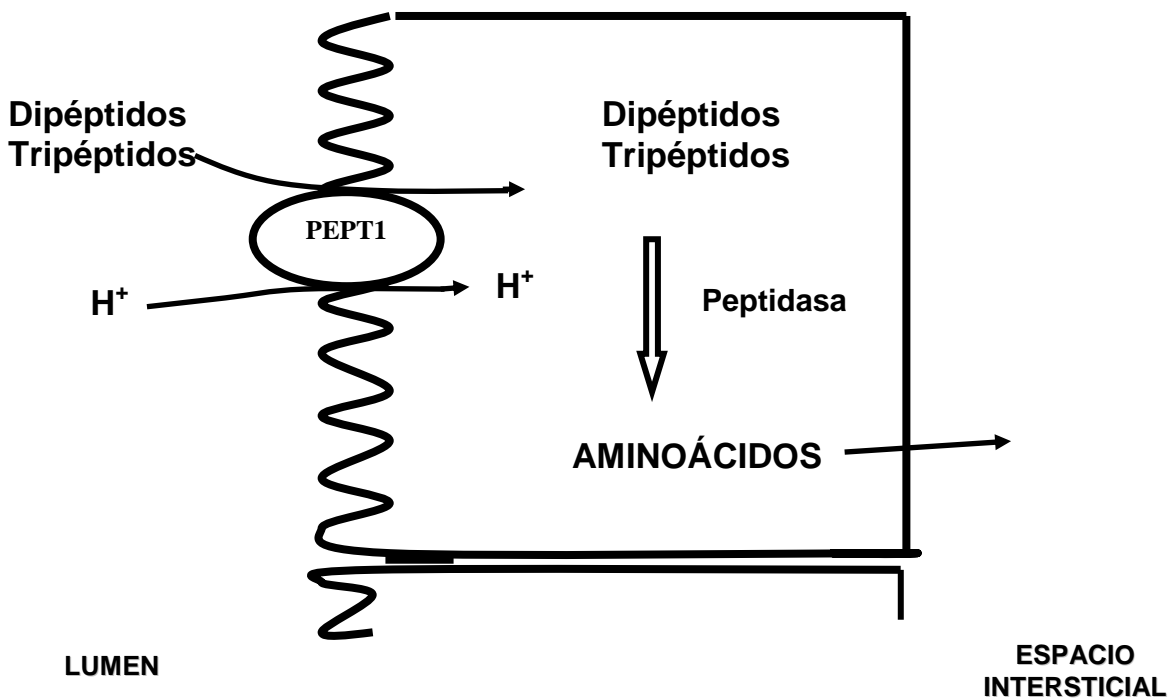
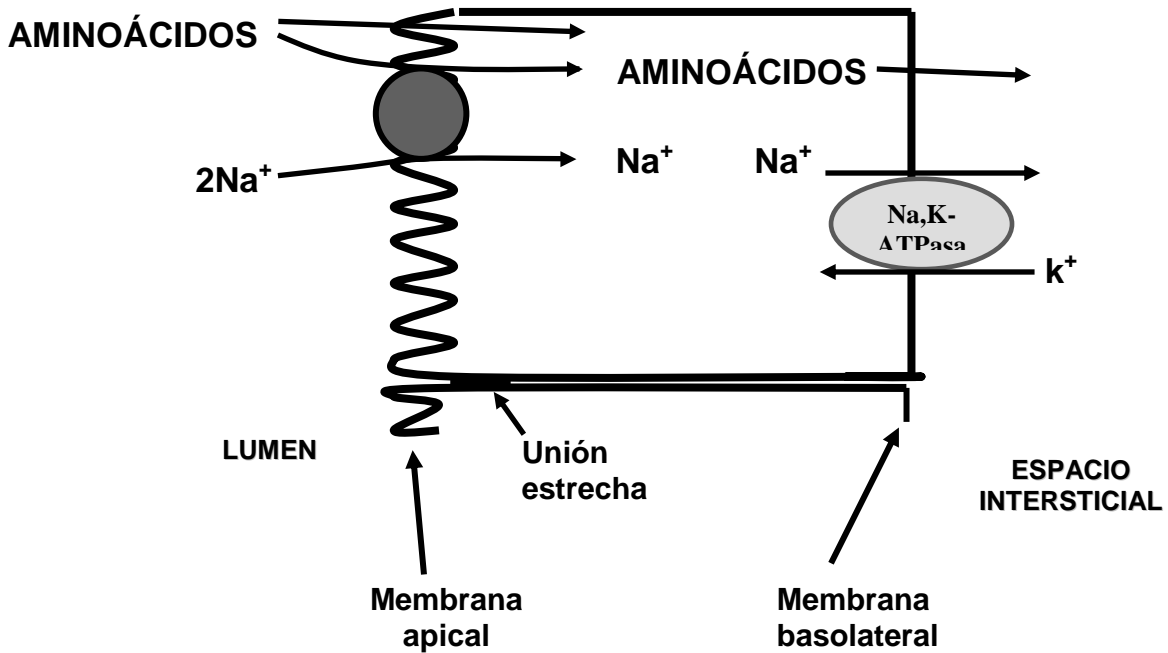
Para afianzar los conocimientos referidos al metabolismo de los aminoácidos, realice las siguientes actividades.

- 1) En el siguiente cuadro, que simula al tracto digestivo, complete el proceso de digestión de una **proteína** indicando las enzimas que intervienen en las reacciones, sustratos y productos obtenidos por la hidrólisis y pH óptimo de la reacción enzimática.

	Enzimas Zimógeno - Activador - Enzima activa	pH	Sustrato de la enzima	Producto de la acción enzimática
Cavidad bucal Glándulas salivales				
Estómago				
Intestino delgado Páncreas Hígado y vesícula biliar				

- 2) Los productos finales de la digestión de las proteínas atraviesan la membrana apical y la membrana basolateral del enterocito, para llegar a los capilares del sistema de la vena porta.

Utilizando los siguientes esquemas, explique los diferentes tipos de mecanismos de absorción de los aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos en la célula intestinal.



- 3) En el siguiente párrafo complete los espacios en blanco según corresponda y discuta con sus compañeros el significado fisiológico de lo expresado.

El **balance de nitrógeno** se refiere a la diferencia entre la ingesta total de nitrógeno y la pérdida total del mismo en heces, orina y transpiración.

El **balance positivo** es cuando la ingesta de nitrógeno es que la excreción, fenómeno característico de niños en crecimiento y mujeres embarazadas.

En los adultos normales, hay un **equilibrio** de nitrógeno, es decir, la ingestión de nitrógeno es a la que se excreta.

El **balance negativo** es cuando la excreción de nitrógeno es..... al que ingresa, como ocurre después de la cirugía, en el cáncer avanzado y en la insuficiencia en la ingestión de proteínas adecuadas o de alta calidad.

- 4) Un individuo ingiere 50 g de proteínas por día y elimina 10 g de nitrógeno. ¿Cómo es su balance nitrogenado teniendo en cuenta que 6,25 g de proteína contiene 1 g de nitrógeno?.
- 5) Experimentos nutricionales permitieron clasificar a los aminoácidos en esenciales o indispensables y no esenciales.

a) Defina el significado fisiológico de esta clasificación.

b) Escriba en el siguiente cuadro el nombre de los aminoácidos esenciales y no esenciales:

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales

- 6) Luego de realizar una consulta bibliográfica acerca de los requerimientos de proteínas, según edades, sexos y condiciones fisiológicas, establezca diferencias entre ellos:

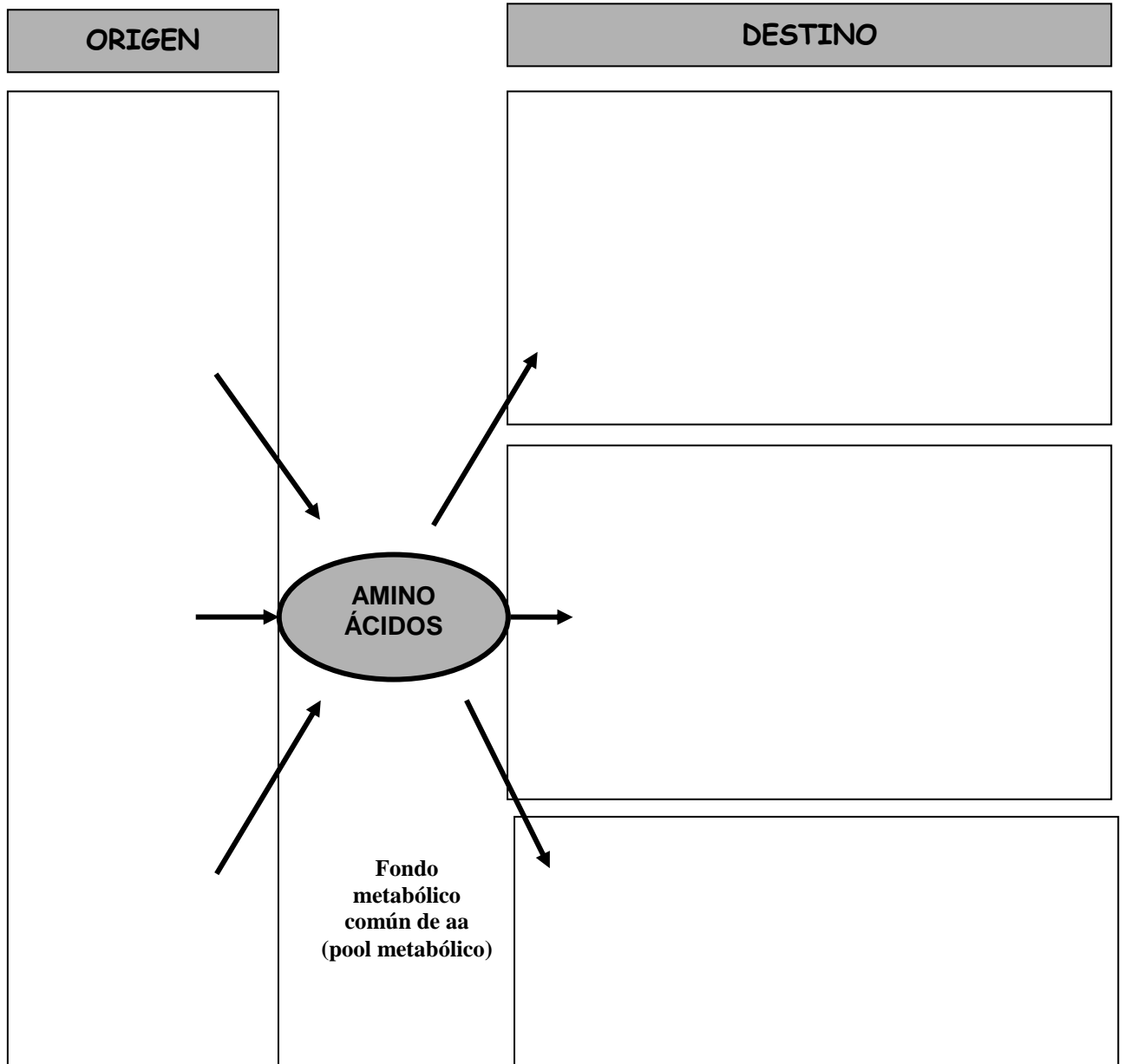
	Gramos de proteínas / Kg peso corporal / día
Lactantes de hasta 1 año	
Niños de 1 a 10 años	
Adolescentes	
Adultos	
Embarazadas	
Madres en la lactancia	

- 7) Hay casos clínicos producidos por una alimentación pobre en proteínas tales como el kwashiorkor y el marasmo. Compare ambas patologías utilizando datos bibliográficos.

Kwashiorkor	Marasmo

8) Investigue el efecto producido por la desnutrición sobre el crecimiento y desarrollo de los dientes y escriba un resumen acerca del tema.

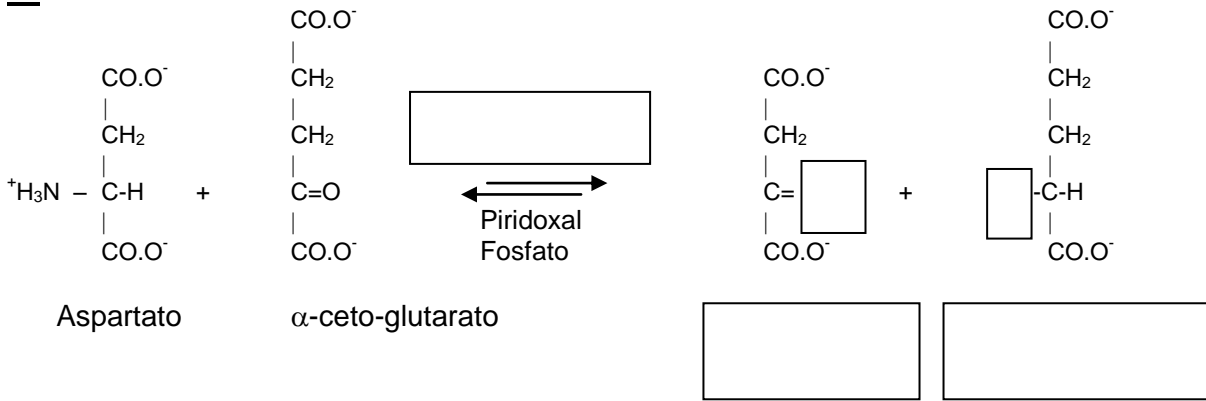
9) Complete el siguiente esquema relacionando el origen de los aminoácidos en sangre y su posible destino en el organismo:



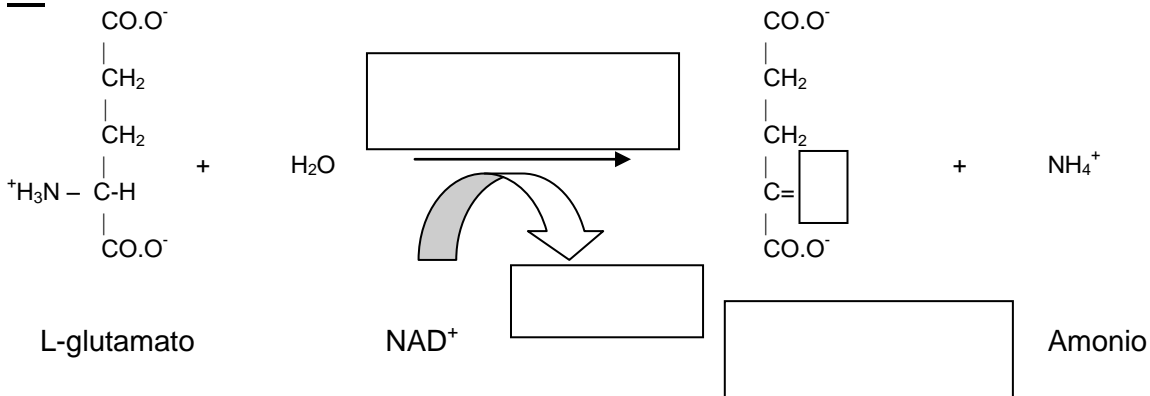
10) Al finalizar el proceso de degradación de los aminoácidos se produce la separación del grupo nitrogenado. A continuación se presenta una serie de reacciones que participan en el mencionado proceso.

- Complete el nombre de las enzimas que participan en las reacciones, los productos formados y los grupos funcionales faltantes en los recuadros en blanco.
- Mencione la localización subcelular de las enzimas participantes en las reacciones.

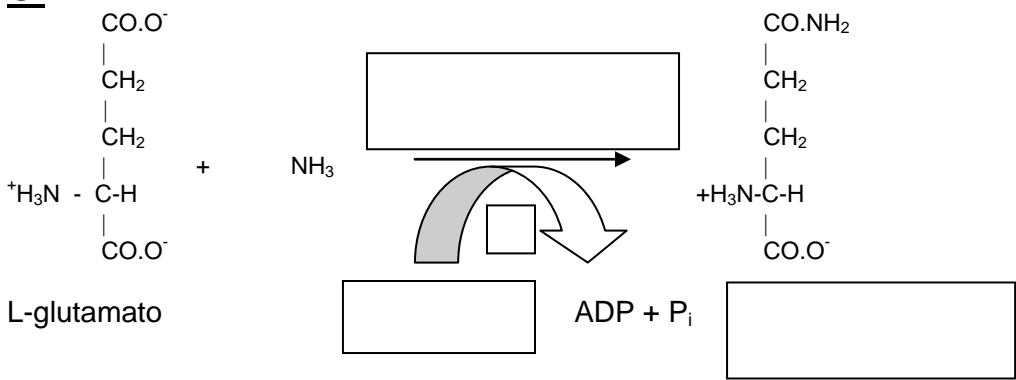
A.



B.



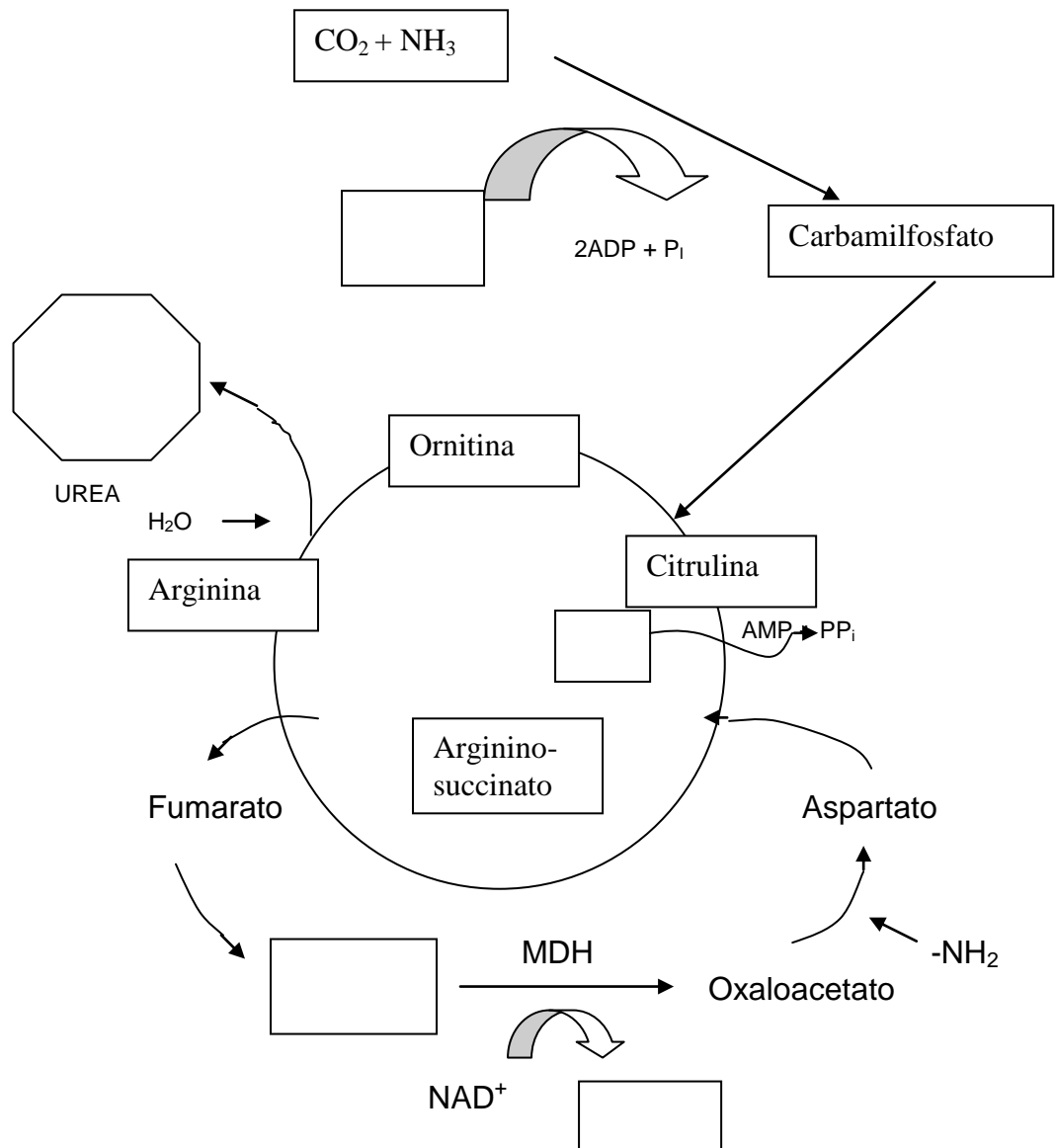
C.



11) El **amoníaco**, derivado principalmente del nitrógeno alfa amino de los aminoácidos, es potencialmente tóxico para los seres humanos. Por lo tanto, los tejidos humanos lo eliminan mediante su conversión en glutamina, que luego es transportado al hígado. En este órgano, la desaminación de la glutamina libera amoníaco que es convertido en **urea**, compuesto no tóxico rico en nitrógeno.

En el esquema que muestra el **ciclo** donde el amoníaco es convertido en **urea**:

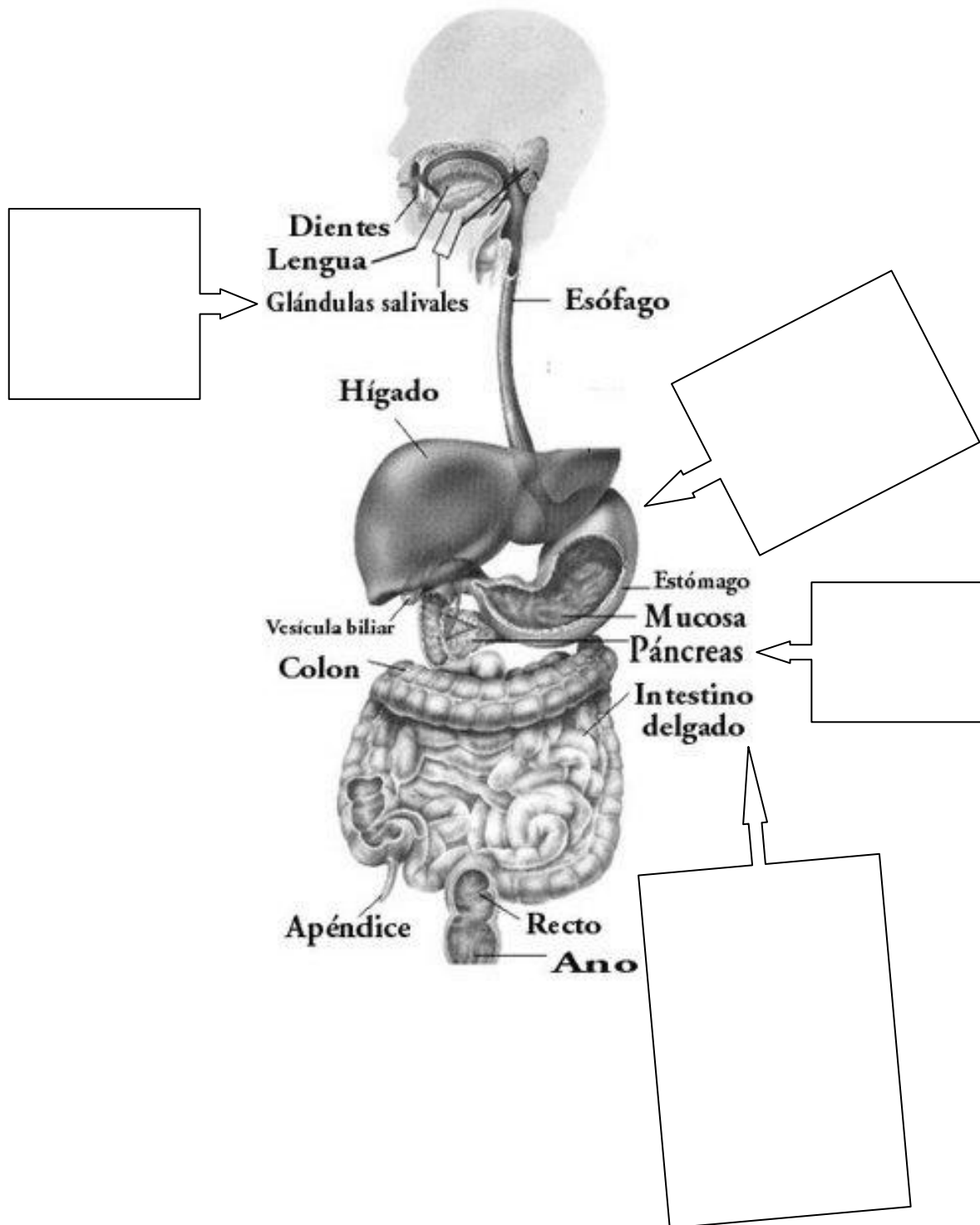
- Escriba en los espacios en blanco el nombre de los compuestos correspondientes.
- Escriba la fórmula de la urea.
- Indique la localización intracelular de las reacciones de este ciclo.
- Escriba la importancia del transportador de intercambio citrulina-ornitina ubicado en la membrana interna mitocondrial.



- 12) A los aminoácidos se los puede clasificar en **glucogénicos** y **cetogénicos**. Explique su significado y describa el destino que pueden tener, en ambos casos, los esqueletos carbonados de estos aminoácidos.
- 13) Indague sobre la patología conocida como **fenilcetonuria** en relación con el metabolismo de los aminoácidos. ¿Cómo puede prevenirse?.
- 14) La L-tirosina es esencial para la síntesis de catecolaminas.
- Describa la secuencia de reacciones que conducen a la formación de adrenalina.
 - Comente acerca de las funciones de estos compuestos.
 - Investigue por qué un sujeto albino no tiene déficit de catecolaminas.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) En la siguiente figura nombre y ubique las enzimas que degradan a las proteínas en cada porción del tracto digestivo.



- 2) La digestión y absorción de proteínas se caracteriza porque:
- La desnaturalización ácida de las proteínas en el estómago impide la acción de las proteasas.
 - La carga proteica recibida por el intestino procede exclusivamente de proteínas de la dieta.
 - Las peptidasas pueden escindir enlaces peptídicos internos o de los aminoácidos terminales $-\text{COOH}$ o $-\text{NH}_2$.
 - Los aminoácidos son absorbidos en la célula intestinal por mecanismos diferentes a los de captación de glucosa.
 - Las dipeptidasas y aminopeptidasas comienzan la digestión de proteínas.
- 3) Respecto a la reacción de transaminación marque la afirmación **verdadera**.
- Un alfa aminoácido pierde su función NH_2 .
 - Un alfa cetoácido se transforma en un aminoácido.
 - Intervienen aminotransferasas.
 - Un alfa aminoácido se transforma en alfa cetoácido.
 - Todas las opciones.
- 4) Respecto a la transformación de alanina en piruvato marque la opción **correcta**.
- Se requiere la participación de alfa cetoglutarato.
 - Interviene la enzima GPT.
 - Ocurre oxidación.
 - Se forma amoníaco.
 - a y b son correctas.
- 5) En relación a la reacción catalizada por la glutamato deshidrogenasa señale la opción **correcta**.
- Una de las sustancias reaccionantes es el agua.
 - Ocurre oxidación.
 - Los productos son alfa cetoglutarato y NH_3 .
 - Se forma NADH_2 .
 - Todas las opciones son correctas.
- 6) En relación a la síntesis de urea indique la afirmación **incorrecta**.
- Requiere ATP.
 - Ocurre en todos los tejidos.
 - Disminuye en los casos de deficiencia hepática grave.
 - En un adulto normal es de aproximadamente 25 g por día.
 - Interviene el NH_3 proveniente de la desaminación oxidativa del glutamato.
- 7) Con respecto al ciclo de la Urea, marque la opción **incorrecta**.
- Para su funcionamiento, el ciclo requiere que se hidrolicen 4 uniones de alta energía del ATP.
 - El amoníaco y el aspartato son los compuestos alimentadores del mismo.
 - El funcionamiento del ciclo da como resultado un mol de urea.
 - La ornitina, primer intermediario del ciclo, se regenera en cada vuelta del ciclo.
 - Las enzimas que participan en las reacciones del ciclo se localizan exclusivamente dentro de la mitocondria.

- 8) ¿Qué ocurre durante la etapa de crecimiento y desarrollo?. Señale la opción **correcta**.
- a) Retención de nitrógeno como proteína.
 - b) Balance nitrogenado positivo.
 - c) Preponderancia del anabolismo proteico sobre el catabolismo proteico.
 - d) Aumento de masa y talla corporal.
 - e) Todas las opciones.
- 9) ¿En qué estado se observa un balance nitrogenado positivo?. Señale la opción **correcta**.
- a) Síndromes nefróticos (patología renal).
 - b) Procesos febriles.
 - c) Malnutrición.
 - d) Embarazo normal.
 - e) Ninguna opción es correcta.
- 10) Respecto al aporte de los aminoácidos a la generación total de energía en el organismo, se puede afirmar que:
- a) Aumenta cuando en la dieta son reemplazados los glúcidos por las proteínas
 - b) Disminuye durante el ayuno prolongado.
 - c) Disminuye en la diabetes.
 - d) Es mayor que la de glúcidos y lípidos.
 - e) Ninguna opción.
- 11) Marque la afirmación **correcta** en el caso de un individuo que ingiere 150 g de proteínas por día y elimina 30 g de nitrógeno por día.
- a) Su balance nitrogenado es 0 (cero).
 - b) El anabolismo proteico supera al catabolismo proteico.
 - c) Se encuentra en período de crecimiento y desarrollo.
 - d) Su balance nitrogenado es negativo.
 - e) Ninguna de las opciones.
- 12) Respecto al aporte de proteínas señale la afirmación **correcta**.
- a) Los alimentos con mayor contenido en proteínas son los de origen vegetal.
 - b) Las proteínas vegetales son de mayor calidad que las proteínas animales.
 - c) El contenido de proteínas de la carne es aproximadamente del 15%.
 - d) La hidrólisis completa de las proteínas alimenticias da lugar a aminoácidos libres.
 - e) c y d son las opciones correctas.

TALLER Nº 10

MÓDULO I

EJE TEMÁTICO II:

“METABOLISMO, ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE BUCAL”

UNIDAD Nº 8: DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LÍPIDOS

UNIDAD Nº 12: METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS

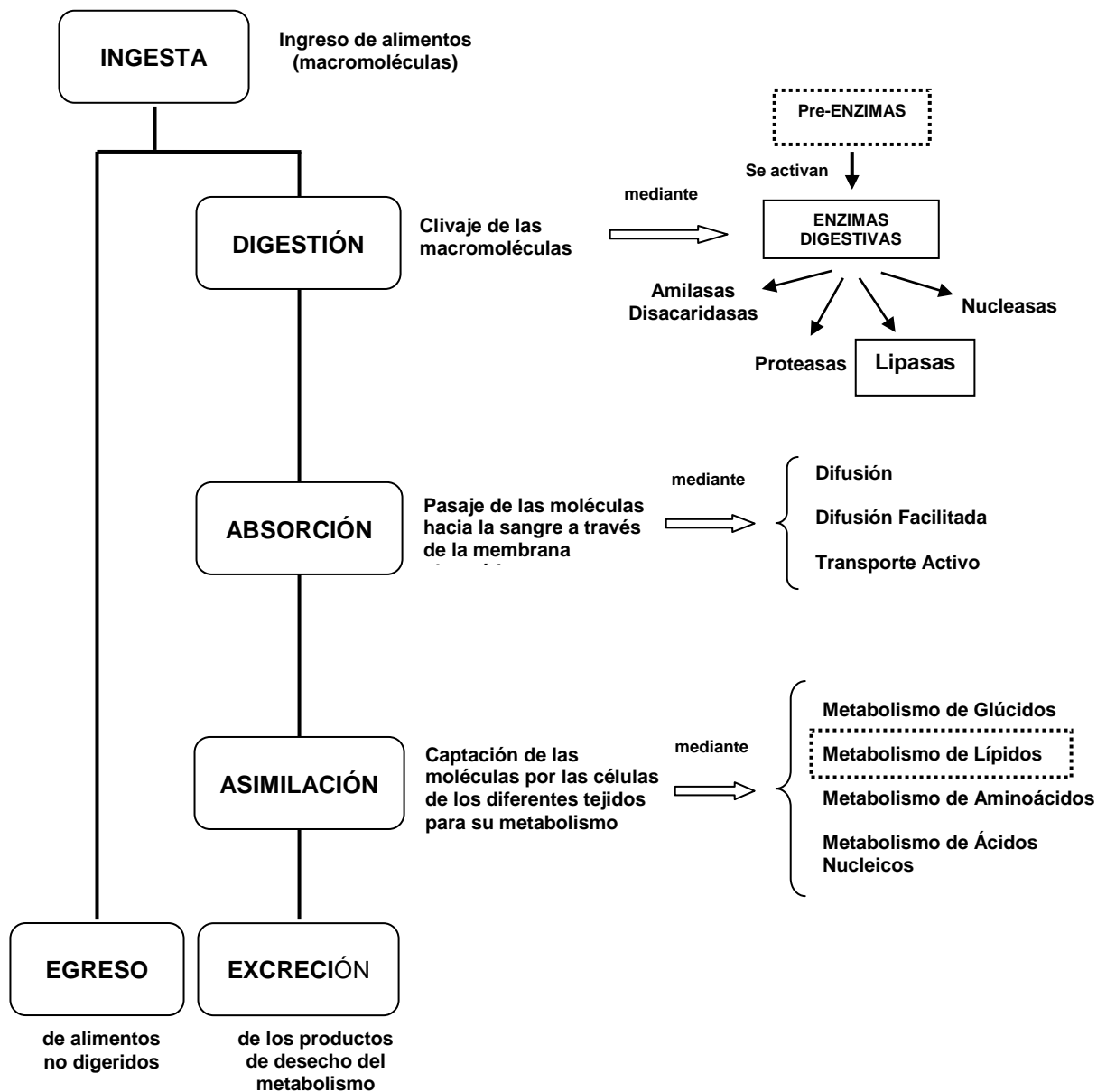
EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Reconocer las distintas etapas en el proceso de digestión y absorción de los lípidos ingeridos en los alimentos de la dieta.
- Describir las enzimas que participan en el proceso de digestión, analizando su origen, función e importancia.
- Interpretar los mecanismos involucrados en el proceso de absorción de los lípidos.
- Reconocer a los lípidos como importante fuente de obtención de energía en el organismo.
- Describir los lípidos que participan en los procesos inflamatorios.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente y grupal.
- Promover el desarrollo de actitudes investigativas y la elaboración de propuestas.

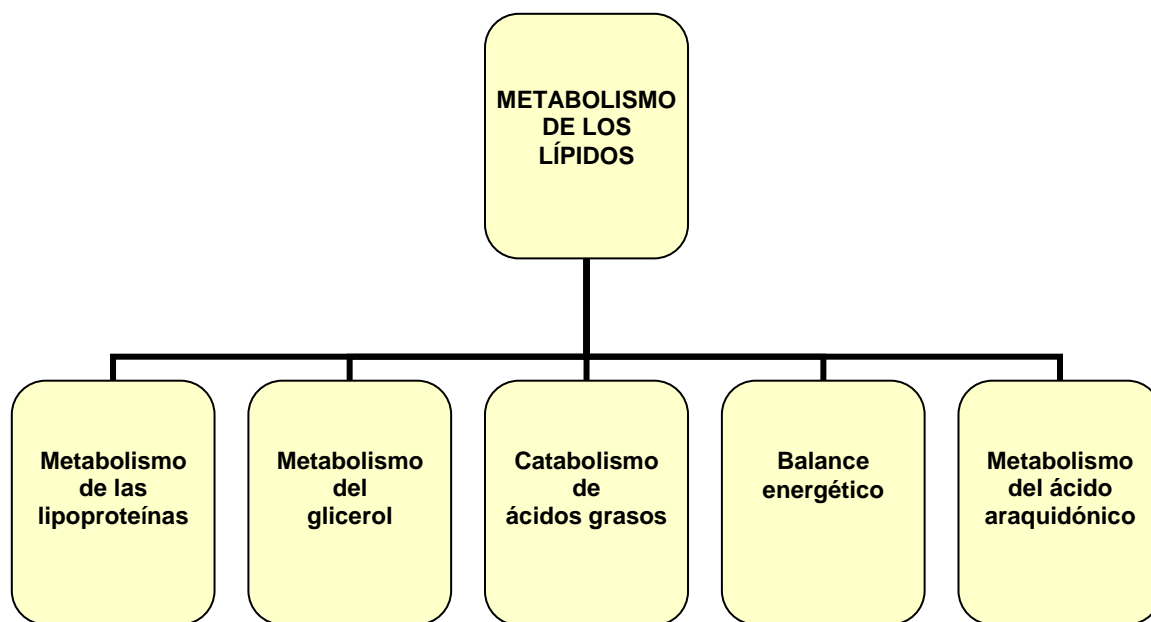
CONTENIDOS

Acción digestiva de las enzimas de la saliva. Enzimas y acción digestiva del jugo gástrico. Enzimas y acción digestiva del jugo pancreático. Resumen de la digestión y absorción de lípidos.

Consideraciones generales del metabolismo de los lípidos. Metabolismo de las lipoproteínas: clasificación (HDL, LDL, VLDL), estructura, origen e importancia funcional. Catabolismo de ácidos grasos: activación de ácidos grasos, transferencia de acil-CoA a la matriz mitocondrial y beta oxidación. Balance energético de la oxidación total de los ácidos grasos. Metabolismo del glicerol. Prostaglandinas: síntesis y funciones.



Digestión, absorción, *transporte*, *metabolismo* y excreción de nutrientes



INTRODUCCIÓN

Los lípidos se clasifican en **lípidos simples** (acilgliceroles y ceras) y **lípidos complejos** (fosfolípidos y glucolípidos y las lipoproteínas). Además, se encuentran otros lípidos como el colesterol, las prostaglandinas y los ácidos biliares. Existen sustancias que presentan una importante actividad biológica y se asocian a los lípidos. Entre ellas mencionamos a los esteroides, terpenos, vitaminas liposolubles, hormonas, etc.

Las células de la mucosa intestinal absorben los productos de la hidrólisis parcial o total de las grasas luego del proceso de digestión de los lípidos (ácidos grasos, glicerol, monoacilgliceroles) para sintetizar triacilgliceroles (TAG) a partir de los productos absorbidos. Las grasas formadas pasan a los vasos linfáticos para llegar a la circulación general.

En la sangre, las grasas se hidrolizan totalmente y los productos formados llegan a los diversos tejidos. El glicerol (G) es fosforilado en algunos tejidos e interconvertido con las triosas-fosfato de la glucólisis. Los ácidos grasos son captados por las células de hígado, músculo y otros tejidos y son transferidos a la matriz mitocondrial como acil CoA para oxidarse totalmente hasta CO_2 y H_2O , con producción de uniones fosfato de alta energía (ATP). Este proceso, llamado **β oxidación**, se realiza en las mitocondrias en presencia de oxígeno para producir acetil-CoA, compuesto que representa una “*encrucijada metabólica*” a la cual también converge la vía más importante de degradación de la glucosa (glucólisis y descarboxilación oxidativa del piruvato).

El acetato activo o acetil-CoA puede seguir numerosas vías, tal como la oxidación total en el ciclo de Krebs o la re-utilización para síntesis de ácidos grasos. Esta última es particularmente activa en tejidos tales como el hepático, cerebral, renal, glándula mamaria y adiposo.

Las células del tejido adiposo tienen capacidad para sintetizar TAG a partir de ácidos grasos (**AG**) y/o glucosa que llegan desde sangre, constituyendo la mayor parte de los lípidos que se almacenan en los depósitos grasos del organismo y representando el principal material de reserva energética.

Las grasas corporales están sujetas a continuo y activo recambio, lo que produce una permanente degradación y re-síntesis. Cuando el organismo lo requiere, los ácidos grasos resultantes de la degradación pasan a circulación para ser utilizados por otros tejidos. Como estos compuestos son poco polares, su transporte en la sangre se realiza asociado a proteínas plasmáticas, formando complejos estables en el medio acuoso.

Como se desarrolló anteriormente en el capítulo de "lípidos", los ácidos grasos libres se vehiculizan en unión con albúmina, mientras que los diversos tipos de lípidos en el plasma (triacilgliceroles, ésteres de colesterol, fosfolípidos y colesterol) forman complejos lipoproteicos con distintas apoproteínas.

Como material de reserva energética, las grasas poseen ventajas sobre los hidratos de carbono y las proteínas, ya que su valor calórico es más del doble (9 Kcal/gramo para las grasas, 4 Kcal/gramo para los hidratos de carbono y proteínas). En el tejido adiposo los AG se almacenan en forma de TAG, representando una reserva de ácidos grasos y por lo tanto de energía para otros tejidos. Cuando las necesidades energéticas de los tejidos así lo requieran, los TAG del tejido adiposo se hidrolizan a AG y G los que pasan a sangre para su distribución. En situaciones de ayuno prolongado, dietas ricas en lípidos o en la diabetes, aumentan los AG no esterificados en sangre. La diabetes es una patología en la cual está disminuida la captación de glucosa en las células, ya sea en la diabetes tipo I (debida a la deficiencia de insulina) o en la tipo II (ocasionada por resistencia de los tejidos a la insulina). Este proceso produce una disminución en la utilización de la glucosa por los tejidos, lo cual estimula la lipólisis consecuentemente. Éstos AG aumentados se convierten en la principal fuente de energía para las células, ingresan a la matriz mitocondrial y acceden a las enzimas de la beta oxidación para obtener energía.

Si bien, desde el punto de vista energético, es posible sustituir las grasas de la alimentación por hidratos de carbono, la inclusión de lípidos en la dieta es esencial para el aporte de ácidos grasos poliinsaturados (ácidos grasos esenciales) y vitaminas liposolubles, sustancias que el organismo no puede sintetizar.

Los ácidos grasos esenciales son precursores de sustancias como las prostaglandinas, sustancias que se sintetizan en todas las células excepto en el glóbulo rojo. Proviene del ácido araquidónico de los fosfolípidos de las membranas celulares, el cual es modificado en el retículo endoplasmático. La enzima ciclo oxigenasa (COX) cataliza las etapas iniciales produciendo las prostaglandinas PGG₂ y PGH₂. Dichos compuestos sufren modificaciones químicas produciendo diferentes tipos de prostaglandinas, tromboxanos y prostaciclina. La actividad de la COX se incrementa en los procesos inflamatorios.

Las prostaglandinas tienen una gran actividad biológica; producen contracción del músculo liso, pero su acción es variada actuando a veces distintas prostaglandinas de manera antagónica en diferentes tejidos. Los tromboxanos producen vasoconstricción y agregación plaquetaria, mientras que las prostaciclina actúan como antiagregantes plaquetarios y vasodilatadores.

Una vía alternativa es dada por la enzima Lipooxigenasa, la cual al actuar sobre el ácido araquidónico produce diferentes tipos de leucotrienos (LT), como los LTA₄, LTB₄ y LTC₄. Dichos compuestos producen efectos constrictores sobre la musculatura lisa de los bronquios y arteriolas aumentando la permeabilidad capilar y potenciando la inflamación. Además, cumplen un rol en respuestas inmunológicas como la alergia.

El colesterol y los lípidos complejos, como los fosfolípidos y glicolípidos, también presentan vías metabólicas de síntesis y de degradación. El desbalance de estas vías produce cuadros patológicos que revelan la importancia del normal funcionamiento de dichos metabolismos. La desregulación del catabolismo del colesterol está relacionada con el proceso patológico de la aterosclerosis y consecuentemente con los infartos coronarios. Asimismo, existen múltiples “enfermedades del metabolismo de lípidos” producidas por una causa genética que afecta a enzimas que participan en la degradación de los esfingolípidos. Dichos procesos no serán tratados durante este curso, pero el conocimiento acerca de estos temas puede ser ampliado realizando una búsqueda bibliográfica en Internet.

ACTIVIDADES ÁULICAS

Para una mejor comprensión del tema realice en forma individual las actividades que se mencionan a continuación.

- 1) En el siguiente cuadro que simula al tracto digestivo, complete el proceso de digestión de un **lípid** (Ej.: triacilgliceroles, ésteres de colesterol, fosfolípidos) indicando las enzimas que intervienen en las reacciones, pH óptimo de la reacción enzimática, sustratos y productos obtenidos por la hidrólisis.

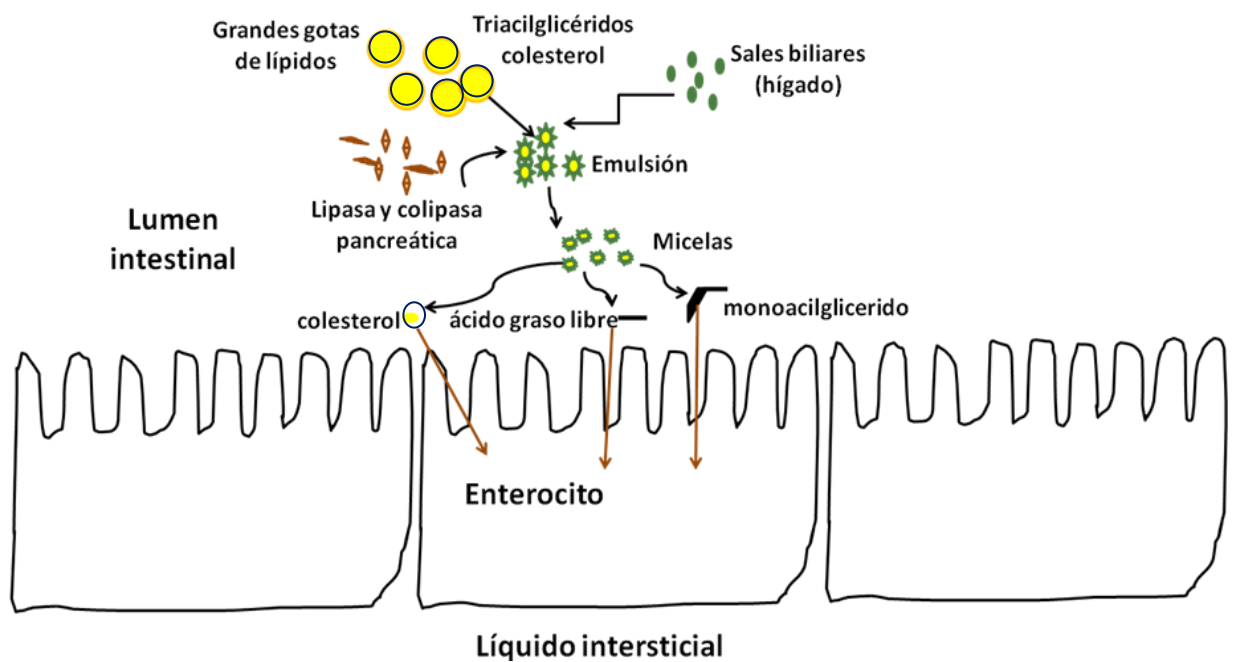
	Enzimas	pH óptimo	Sustrato de la enzima	Producto de la acción enzimática
Cavidad bucal Glándulas salivales				
Estómago				
Intestino delgado Páncreas Hígado y vesícula biliar				

2) Lea el siguiente párrafo respecto a la función de la **bilis** en el proceso de digestión de los lípidos:

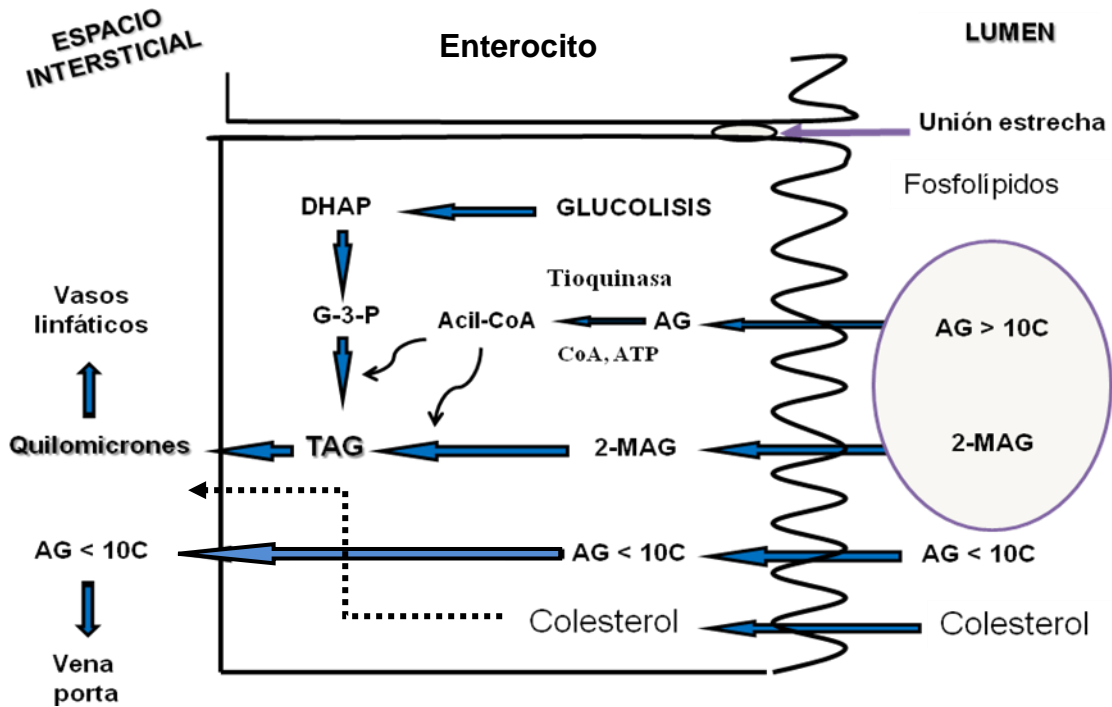
“Los ácidos y las sales biliares contribuyen a asegurar la emulsión de las grasas dispersándolas en pequeñas partículas lo que favorecería la acción de las enzimas digestivas”.

a) Escriba la composición del jugo biliar, su lugar de síntesis y almacenamiento..

b) En base al siguiente esquema, explique el fundamento de la acción emulsionante de la bilis.



3) Utilizando el siguiente esquema, discuta con sus compañeros de qué manera se absorben los lípidos y responda las preguntas planteadas.



a) ¿Cómo se incorporan al torrente circulatorio los triacilglicerol (TG) provenientes de la dieta, también llamados TG exógenos?.

b) Hay TG sintetizados por el hígado. ¿Cuál es la lipoproteína que los vehiculiza en sangre?.

4) En la siguiente frase complete lo que corresponda:

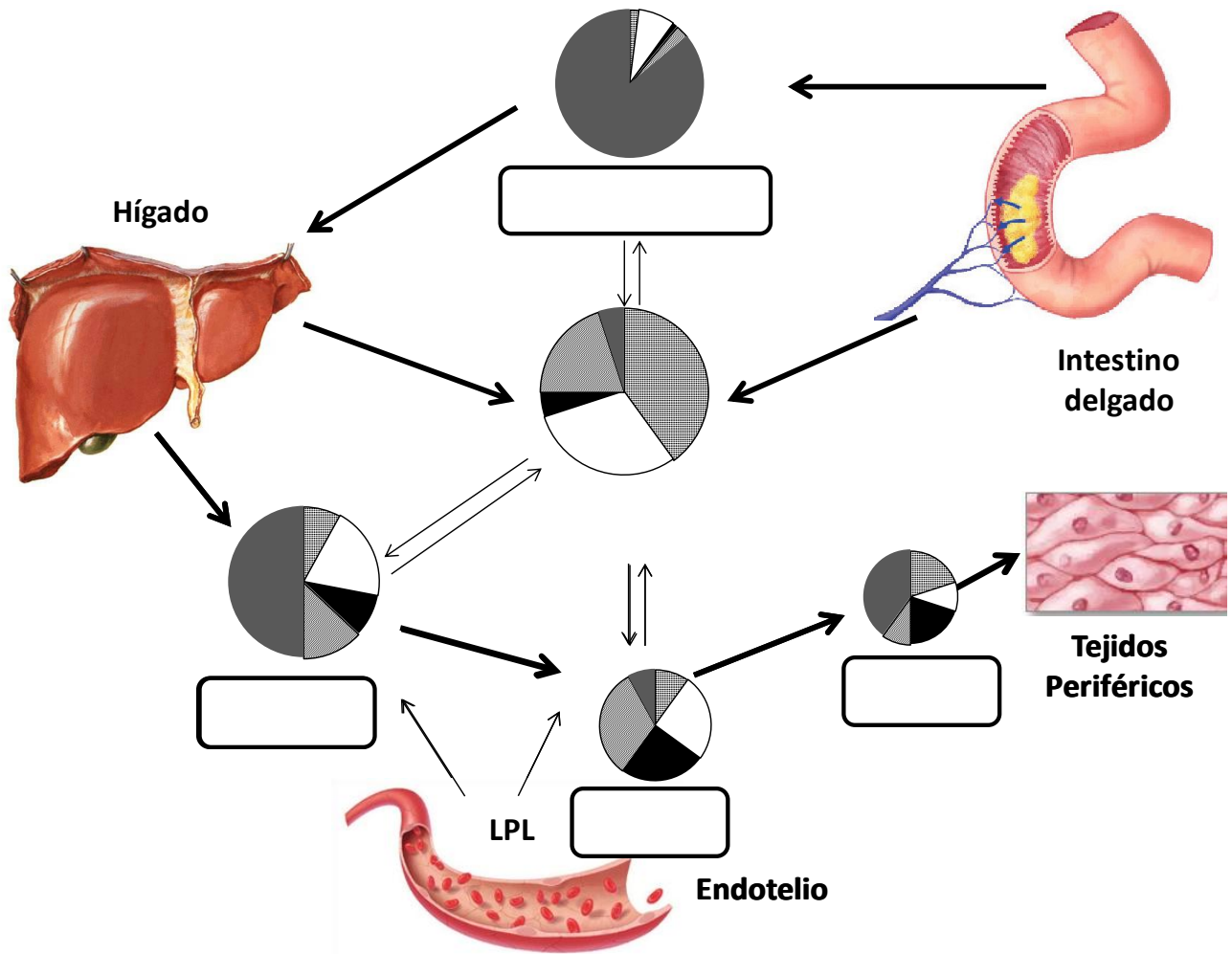
“Los triacilglicerol de los quilomicrones y las VLDL se hidrolizan por acción de la, enzima que se localiza en de tejido adiposo, muscular y hepático”.

- 5) Antes de realizar la actividad propuesta respecto a las lipoproteínas, puede visitar diferentes sitios en Internet para una mejor comprensión del tema.

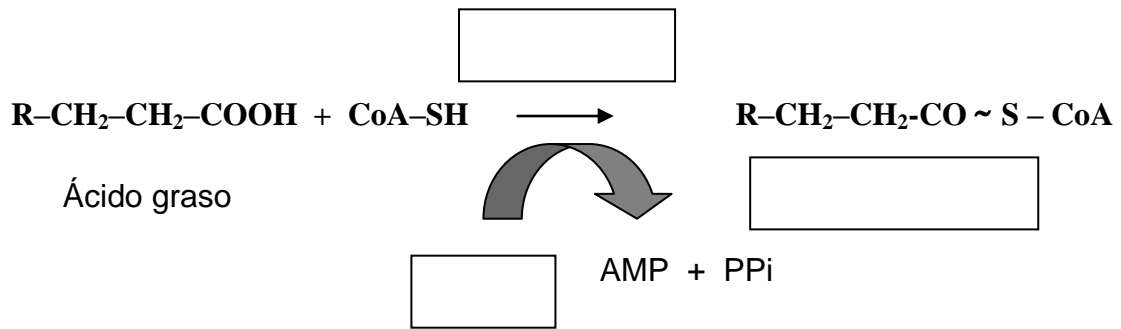
Complete el siguiente cuadro:

LIPOPROTEÍNAS	Origen	Lípido que transporta en mayor proporción
Quilomicrones		
VLDL		
IDL		
LDL		
HDL		

6) En la siguiente figura complete los espacios en blanco con la lipoproteína correspondiente y discuta con sus compañeros y docente el significado de la interconversión entre las diferentes lipoproteínas.

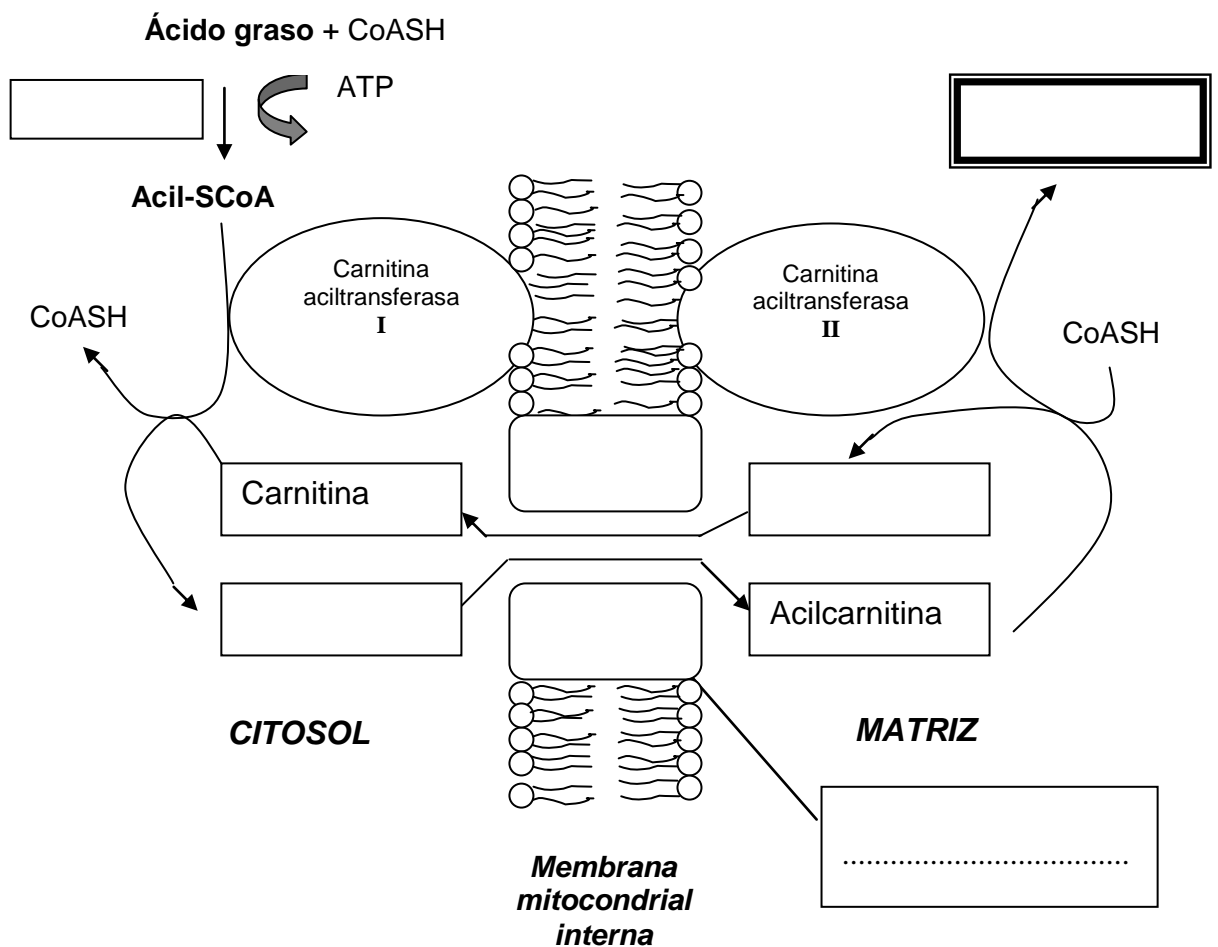


7) El ácido graso debe activarse antes de iniciar el proceso de oxidación como se indica en la reacción siguiente:



- Complete los espacios en blanco de esta reacción.
- Indique el tipo de producto que se forma.
- Mencione el sitio intracelular donde ocurre esta reacción.

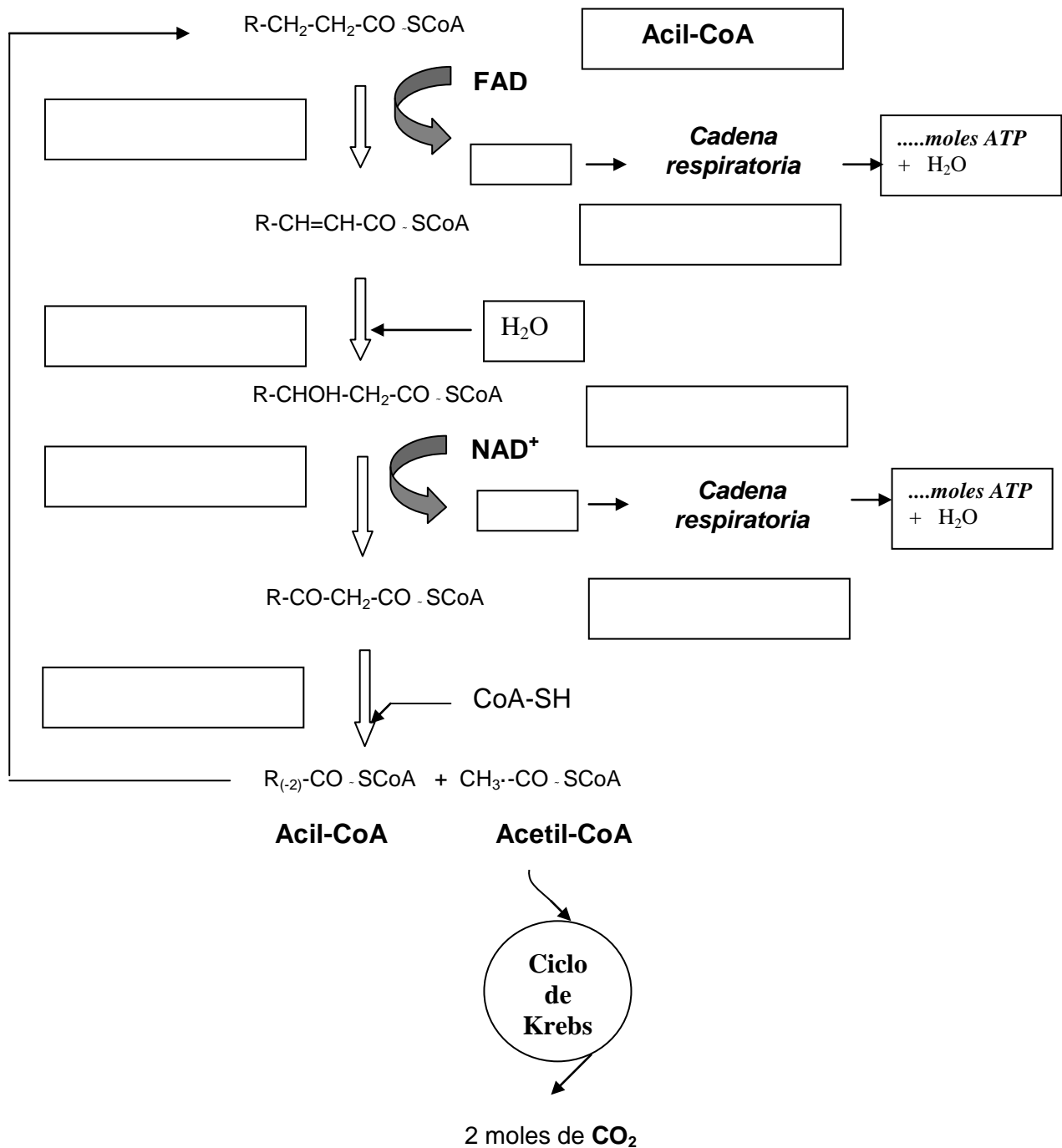
8) En el siguiente dibujo de transferencia de **acil-CoA** hacia el interior de la mitocondria :



- Escriba el nombre de los compuestos que faltan en los recuadros en blanco..
- Explique qué rol cumple la carnitina en este proceso, y qué consecuencias puede tener en un individuo la deficiencia de dicho compuesto.
- Discuta con sus compañeros el significado fisiológico de esta transferencia del acil CoA y escriba las conclusiones.

9) En las siguientes etapas de la **β -oxidación**:

- Complete el nombre de las enzimas y productos faltantes.
- Indique la localización subcelular en la ocurren estas reacciones.
- Explique cuál es la importancia de esta vía metabólica. Relaciónela con las necesidades energéticas de la célula.

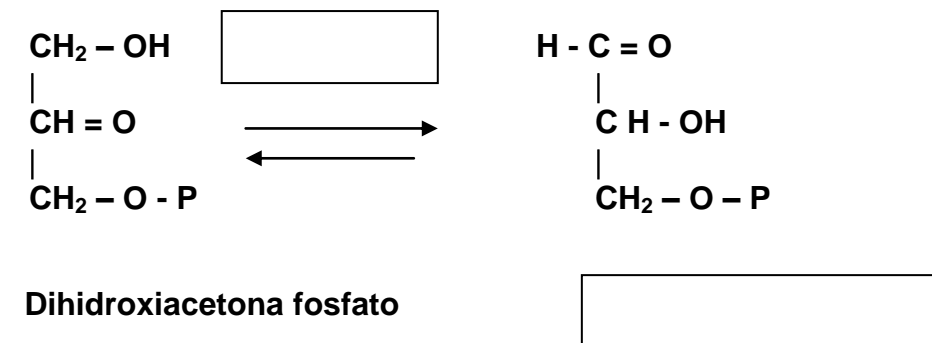
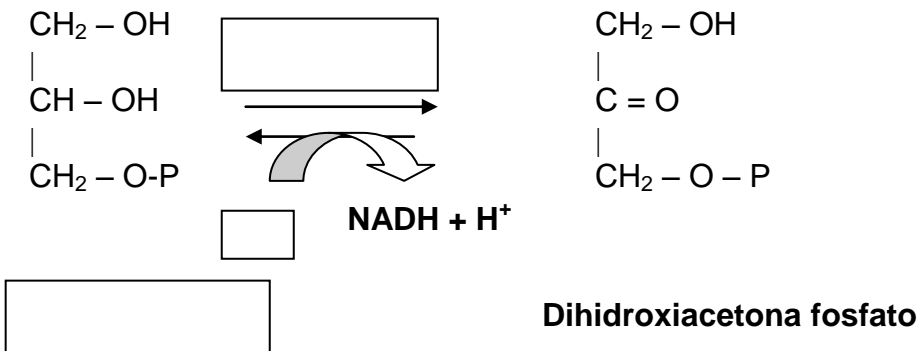
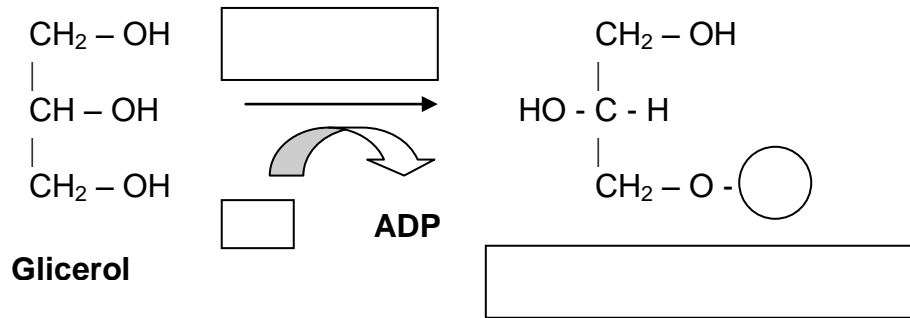


10) Calcule el balance energético de la **oxidación total** de 1 mol de ácido láurico (12 carbonos) y de 1 mol de ácido palmítico (16 carbonos). Exprese los resultados en moles de ATP y Kcal/mol.

11) Escriba las etapas de la **β -oxidación** y del **ciclo del ácido cítrico** en las que se producen reacciones similares. Luego, compare y discuta con sus compañeros lo realizado.

12) Describa el proceso de oxidación que sufrirán los ácidos grasos de cadena impar de carbonos. Indique cuál es la relación que tienen con el metabolismo de glúcidos.

13) Complete los espacios en blanco de las siguientes reacciones del metabolismo del glicerol.

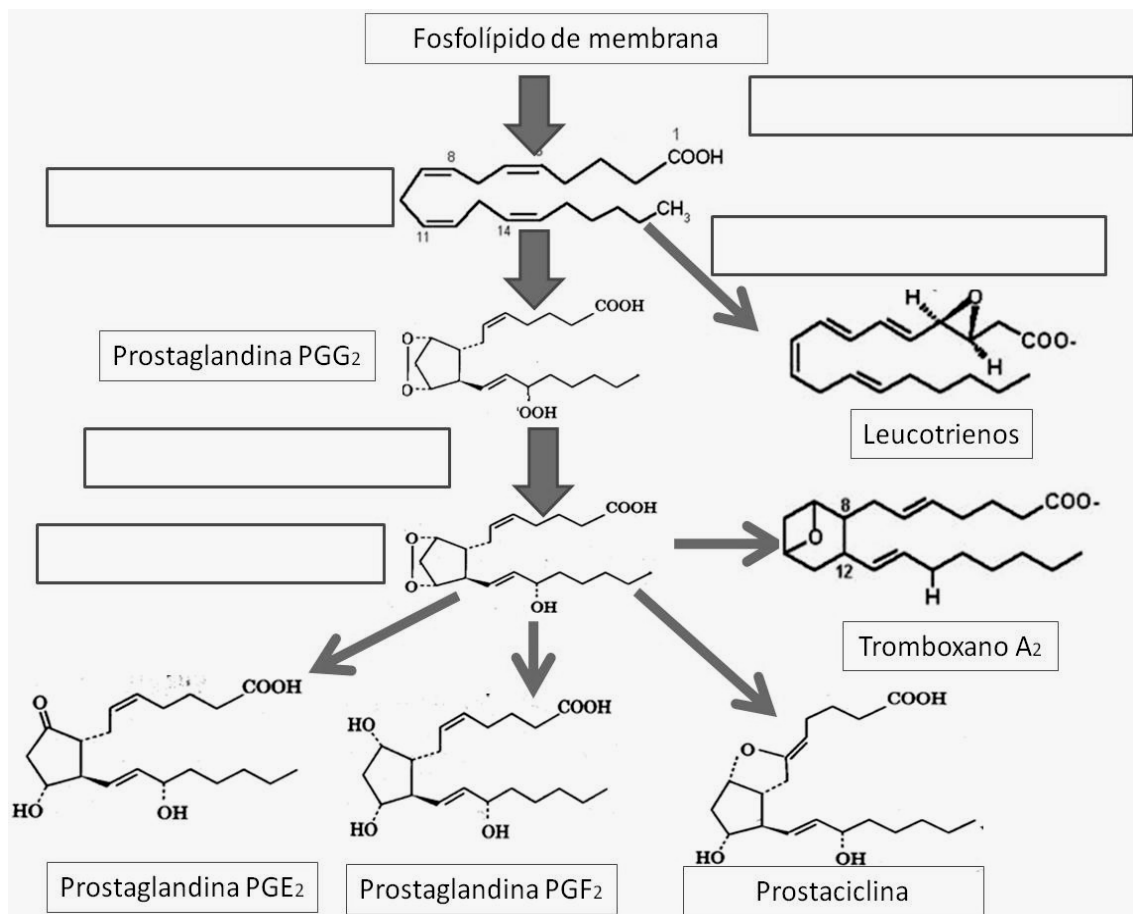


- En base a los productos formados discuta con sus compañeros las posibles vías metabólicas que tiene el glicerol para su total degradación.

14) “Las prostaglandinas (PG), tromboxanos (TX) y leucotrienos (LT) actúan como hormonas locales de vida breve (mediadores celulares). Cumplen importantes funciones: actúan como vasodilatadores aumentando la permeabilidad a los leucocitos y aumentan las terminaciones nerviosas del dolor. Los **antiinflamatorios no esteroideos (AINES)**, como la aspirina y el ibuprofeno, actúan inhibiendo la ciclooxygenasa y como consecuencia la producción de PG y TX. Además, las PG ayudan a mantener la integridad y proliferación de la mucosa gástrica, la cual forma

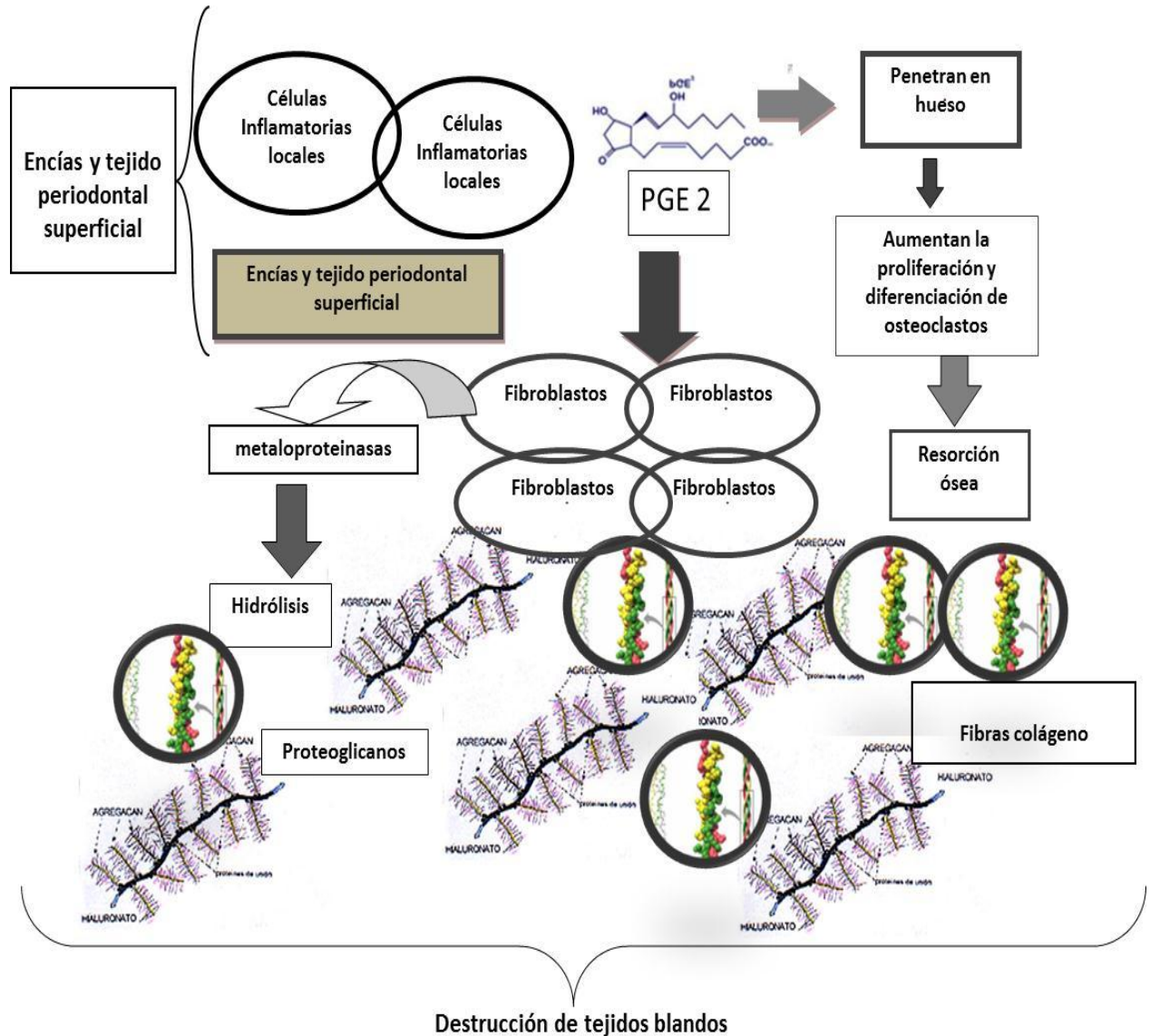
parte de un mecanismo de protección del estómago frente a los agentes agresivos como el ácido clorhídrico y la pepsina.”

- El siguiente esquema muestra las etapas de la síntesis de prostaglandinas:



- Complete los espacios en blanco con los nombres de las enzimas, sustratos y/o productos faltantes.
- Indique la localización subcelular donde se llevan a cabo estas reacciones.
- Describa el papel funcional y localización celular de las isoenzimas de la ciclooxigenasa (COX-1 y COX-2).
- Explique cuáles podrían ser los efectos adversos de los AINES.

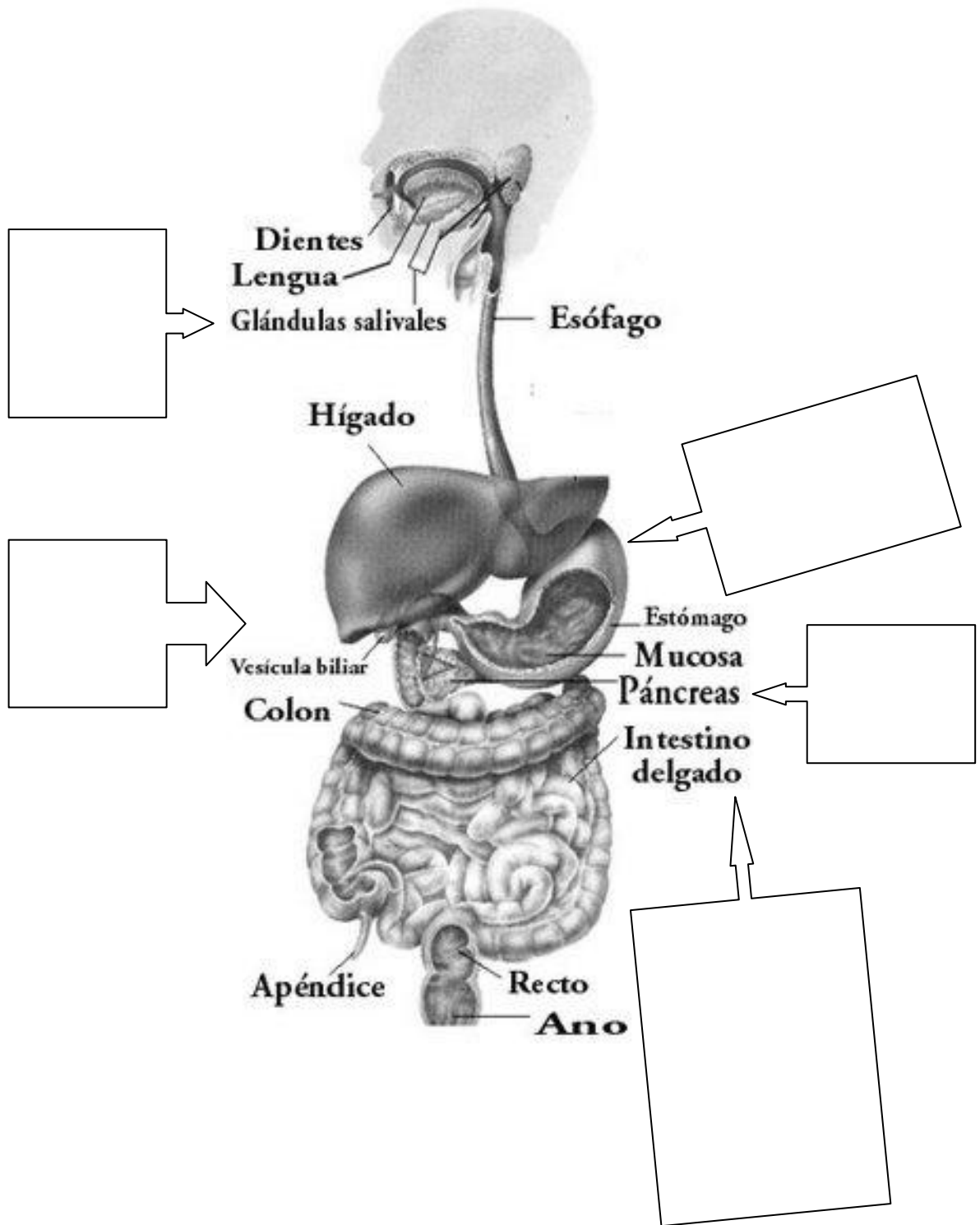
15) Conociendo el mecanismo de acción mencionado en el enunciado anterior acerca de las PG y teniendo en cuenta el siguiente esquema:



- Discuta con sus compañeros y escriba los efectos producidos por el aumento de la síntesis de PG en el tejido periodontal.
- Discuta con sus compañeros y explique cómo se relaciona el incremento de síntesis de PGE₂ con el daño tisular y el mecanismo de resorción ósea.

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) En la siguiente figura nombre y ubique las enzimas que degradan a los lípidos en cada porción del tubo digestivo.



- 2) De las siguientes afirmaciones, indique si son **verdaderas** o **falsas**:
- La hidrólisis total de las grasas es indispensable para la absorción.
 - La bilirrubina, el colesterol y el ácido glicocólico son componentes de la bilis.
 - Las sales biliares favorecen la absorción de las Vitaminas B y C.
 - La colipasa desplaza a las sales biliares de la superficie de las micelas y permite la acción de la lipasa.
 - Las sales biliares facilitan la digestión de los lípidos aumentando la superficie de ataque de lipasa favoreciendo su absorción en la mucosa intestinal.
- 3) ¿Cuáles son los lípidos que pueden atravesar la mucosa intestinal al estado de fina emulsión? Señale la opción **correcta**:
- Ácidos grasos.
 - Diacilgliceroles.
 - Triacilgliceroles.
 - Glicerofosfátidos.
 - Todas las opciones son correctas.
- 4) Los ácidos biliares, sustancias clave en el metabolismo de las grasas, ...
- Producen en la luz intestinal un efecto similar a un detergente.
 - Son sintetizados por el hígado y secretados a través de la bilis.
 - Se reabsorben y son devueltos al hígado para una nueva secreción.
 - Favorecen la absorción de vitaminas hidrosolubles.
 - Las opciones a, b, y c son correctas.
- 5) En el proceso digestivo, en el que se degradan los nutrientes en moléculas simples, se conoce que:
- La mayoría de las enzimas digestivas se secretan activas.
 - La amilasa pancreática no se secreta al estado de zimógeno.
 - La digestión de almidoproteína se realiza en el páncreas.
 - La pepsina se convierte en pepsinógeno a pH menor de 4.
 - La enteropeptidasa activa al quimotripsinógeno en tripsina.
- 6) Teniendo en cuenta la absorción intestinal de los principales componentes de la dieta podemos afirmar que:
- Los hidratos de carbono son absorbidos como mono, di o polisacáridos.
 - La glucosa ingresa a la célula intestinal por transporte activo dependiente de la bomba Na^+/K^+ ATPasa.
 - Los aminoácidos libres, dipéptidos y proteínas pueden ingresar a los enterocitos mediante un transportador específico.
 - La absorción de lípidos en las células epiteliales del intestino delgado ocurre por un mecanismo activo.
 - La acción de las sales biliares impiden la absorción de los triacilgliceroles.

- 7) La secreción exócrina del páncreas al duodeno contiene:
- Enzimas que digieren sólo dos tipos principales de nutrientes: glúcidos y proteínas.
 - La colesterolesterasa, enzima que libera ésteres de colesterol.
 - Amilasa que ataca las uniones α 1-6 de los polisacáridos.
 - Bicarbonato que neutraliza el ácido contenido en el alimento proveniente del estómago.
 - Enzimas que atacan proteínas como tripsina, quimotripsina, carboxipeptidasa y lipasa.
- 8) La vía de oxidación de los ácidos grasos de cadena larga requiere de varias enzimas a **excepción** de...
- Acil.CoA deshidrogenasa.
 - Tiolasa.
 - Beta hidroxiacil-CoA deshidrogenasa.
 - Enoil hidratasa.
 - Lipasa.
- 9) Complete el siguiente cuadro que se refiere a la vía de degradación total de ácidos grasos.

ENZIMA	UBICACIÓN CELULAR	REACCIÓN QUE CATALIZA	APORTE O GASTO ENERGÉTICO
		Activación del ácido graso	
Carnitina acil-transferasa I y II			
		Deshidrogenación de acil CoA	
	Mitocondrial		Aporte de 3 moles de ATP a través de la cadena respiratoria
Tiolasa			

- 10) La **beta oxidación** del ácido palmítico produce:
- 8 moles de Acetil-CoA
 - 7 moles de FADH₂
 - 35 moles de ATP
 - 7 moles de NADH₂
 - Todas las opciones son correctas.

- 11) El rendimiento energético de la **oxidación total** de 1 mol de ácido esteárico es de:
- 108 moles de ATP.
 - 40 moles de ATP.
 - 2 moles de ATP.
 - 146 moles de ATP.
 - Ninguna opción es correcta.
- 12) Al reaccionar 2 moles de Acil-CoA y 1 mol de glicerol-3-fosfato, ¿qué se obtiene?.
- Triacilglicerol.
 - Diacilglicerol.
 - Ácido fosfatídico.
 - Lecitina.
 - Ninguna de las opciones es correcta.
- 13) De las siguientes afirmaciones señale la que es **incorrecta**.
- El metabolismo del glicerol genera moléculas intermediarias de la glucólisis.
 - En la reacción desde Acil-CoA a (trans) Enoil-CoA en la beta oxidación se produce oxidación del FAD de manera similar a lo que se produce desde Succinato a Fumarato en el ciclo de Krebs.
 - En la beta oxidación de ácidos grasos se producen dos reacciones de oxidación y una de hidratación.
 - Los ciclos de degradación de ácidos grasos se repiten tantas veces como sea necesario para reducir toda la cadena a segmentos de dos carbonos, quedando un remanente de cuatro carbonos al final del ciclo.
 - Las triosas fosfato provenientes del metabolismo del glicerol pueden ser degradadas totalmente en la glicólisis y ciclo de Krebs o pueden remontar la vía gluconeogénica para formar glucosa o glucógeno.
- 14) La molécula precursora de todas las prostaglandinas es:
- Colesterol
 - Ácido Araquidónico
 - Acetil CoA
 - Esfingomielina
 - Triacilglicerol
- 15) Con respecto del metabolismo de los eicosanoides indique el enunciado **correcto**:
- La fuente más importante de ácido araquidónico para la síntesis de eicosanoides proviene de la degradación de triacilgliceroles del tejido adiposo.
 - La fosfolipasa D libera ácido araquidónico de fosfolípidos de membrana para la síntesis de prostaglandinas.
 - El ácido araquidónico es sustrato de la ciclo-oxigenasa para la síntesis de prostaglandinas y tromboxanos.
 - El colesterol es un mediador importante de los procesos asociados al dolor e inflamación.
 - La actividad de la ciclo-oxigenasa no se encuentra influenciada por procesos inflamatorios.



Ranwell Caputto

Nació en Buenos Aires el 1 de enero de 1914 y falleció en Córdoba el 19 abril de 1994.

Efectuó sus estudios en la Universidad Nacional de Córdoba donde se graduó como doctor en medicina. Luego de sus estudios de perfeccionamiento en la Universidad de Cambridge, Inglaterra, regresó a la Argentina e integró el equipo del Dr. Federico Leloir realizando importantes investigaciones que fueron decisivas en trabajos que dieron origen al Premio Nobel con el que fue honrado el Dr. Leloir.

En 1963 se incorporó a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba donde inició una activa área de investigación en Química Biológica. Su principal línea de investigación estuvo relacionada con los lípidos del cerebro, realizando también importantes contribuciones en otros temas.

TALLER Nº 11

EJE TEMÁTICO III

“MECANISMOS DE INTEGRACIÓN Y REGULACIÓN DEL METABOLISMO CELULAR”

UNIDAD Nº 13: HORMONAS

UNIDAD Nº 14: INTEGRACIÓN Y REGULACIÓN METABOLICA

EXPECTATIVAS DE LOGRO

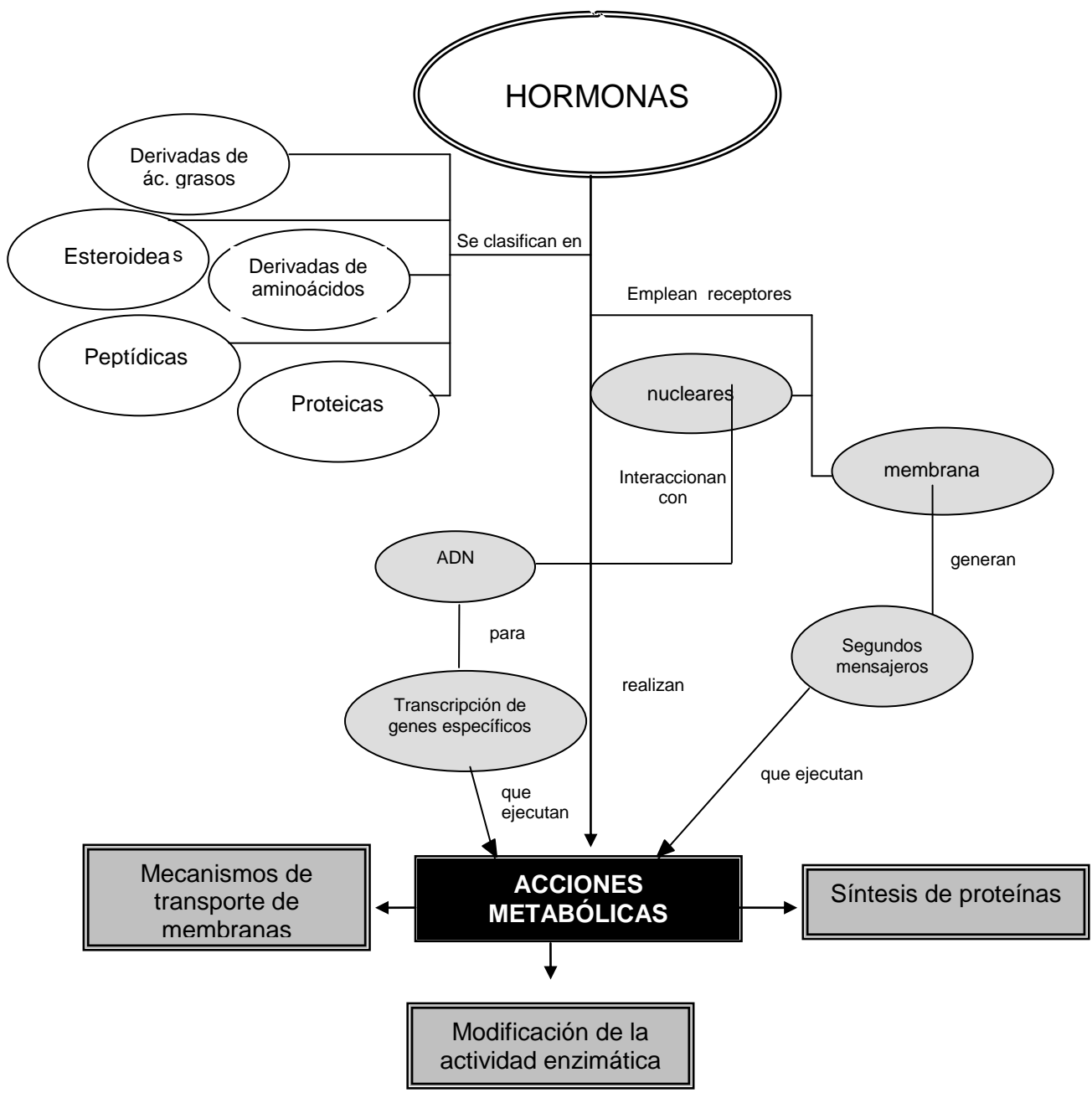
- Analizar los mecanismos de acción de las hormonas.
- Comprender la acción de las hormonas en la regulación de las rutas metabólicas centrales.
- Describir las interconexiones entre metabolitos provenientes de glúcidos, lípidos y aminoácidos.
- Analizar las encrucijadas metabólicas a fin de comprender la interrelación de las vías metabólicas.
- Interpretar la regulación de las distintas vías y ciclos metabólicos.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente y grupal.
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.

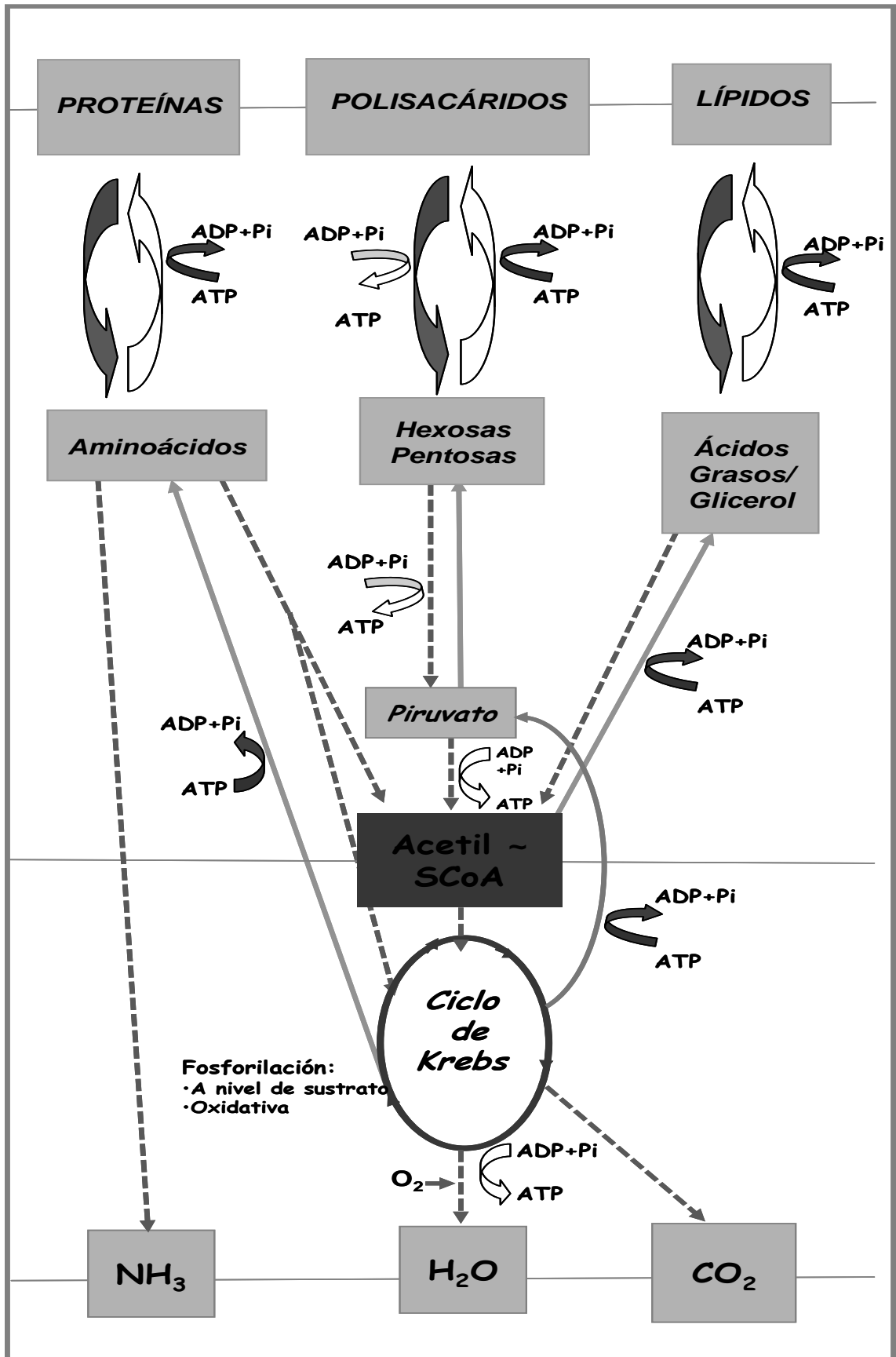
CONTENIDOS

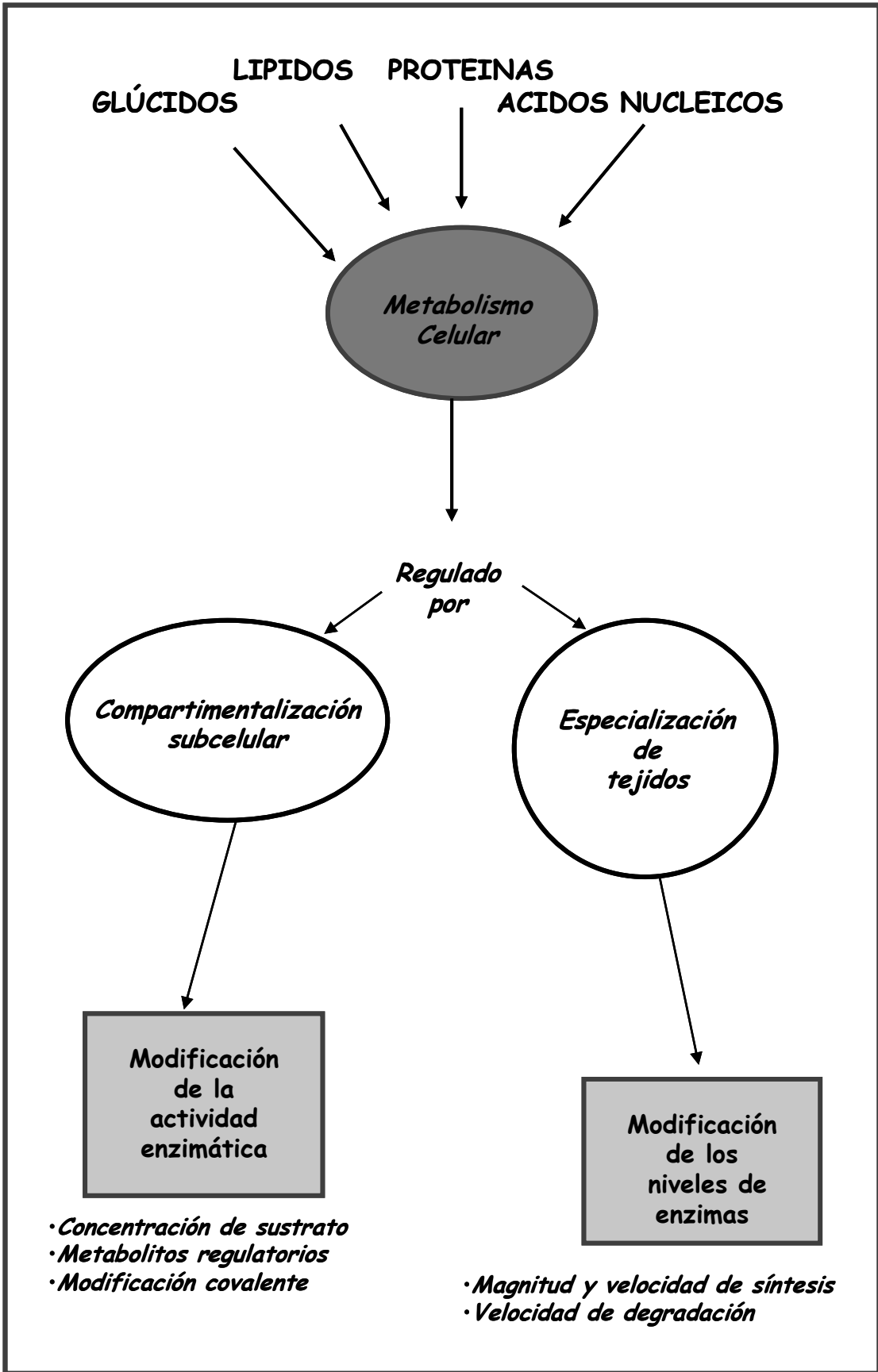
Hormonas: Clasificación. Consideraciones generales de la acción hormonal. Mecanismos de transmisión de información a nivel intracelular. El AMP cíclico. Adrenalina y Noradrenalina. Acción sobre la glucógenogénesis y la glucógenólisis hepáticas. Insulina. Acción de la insulina sobre el metabolismo de los glúcidos y la regulación de la glucemia. Diabetes. Principales modificaciones metabólicas en la diabetes.

Integración metabólica: Concepto. Interrelaciones entre las principales vías degradativas de glúcidos, lípidos y aminoácidos. Interconversiones de glúcidos, lípidos y aminoácidos. Gluconeogénesis.

Regulación metabólica: Concepto. Mecanismos generales de la regulación metabólica por modificación de la actividad de enzimas. Modificación de la concentración intracelular de sustratos. Efectores alostéricos. Fosforilación y desfosforilación de enzimas. Modificación de la biosíntesis de proteínas. Inducción y represión enzimática. Regulación de la glucógenogénesis y la glucógenólisis.







INTRODUCCIÓN

En capítulos anteriores se trataron las vías degradativas de glúcidos, lípidos y aminoácidos como si fueran procesos independientes. Sin embargo existen múltiples conexiones entre ellas a través de metabolitos comunes. Existe por lo tanto lo que se denomina una **integración metabólica** que asegura el funcionamiento unitario de todo el metabolismo. Por otra parte muchas vías metabólicas son reversibles. Así por ejemplo el piruvato que es el producto final de la glucólisis puede dar lugar a la glucosa-6-P y esta a su vez a glucosa y glucógeno.

En virtud de las conexiones entre las distintas vías metabólicas y a la reversibilidad de muchas de ellas pueden ocurrir interconversiones de glúcidos lípidos y aminoácidos. Además de operar en forma integrada las vías metabólicas están sujetas a **regulación**. La regulación metabólica implica que la velocidad con que transcurren las vías metabólicas puede ser modificada a los fines de adaptar los procesos metabólicos a las cambiantes necesidades del organismo. Las enzimas que hacen posible el metabolismo, son también las responsables de su regulación.

La regulación metabólica hace posible que el metabolismo de un órgano o tejido funcione en concordancia con el de otros órganos o tejidos siempre en atención a las necesidades del organismo. La regulación metabólica requiere por lo tanto de sistemas de comunicación intercelular. En el organismo existen dos sistemas de este tipo: el sistema nervioso y el endocrino. El sistema nervioso está representado por impulsos eléctricos que viajan por los nervios, mientras que el endocrino por sustancias (hormonas) que viajan por la sangre.

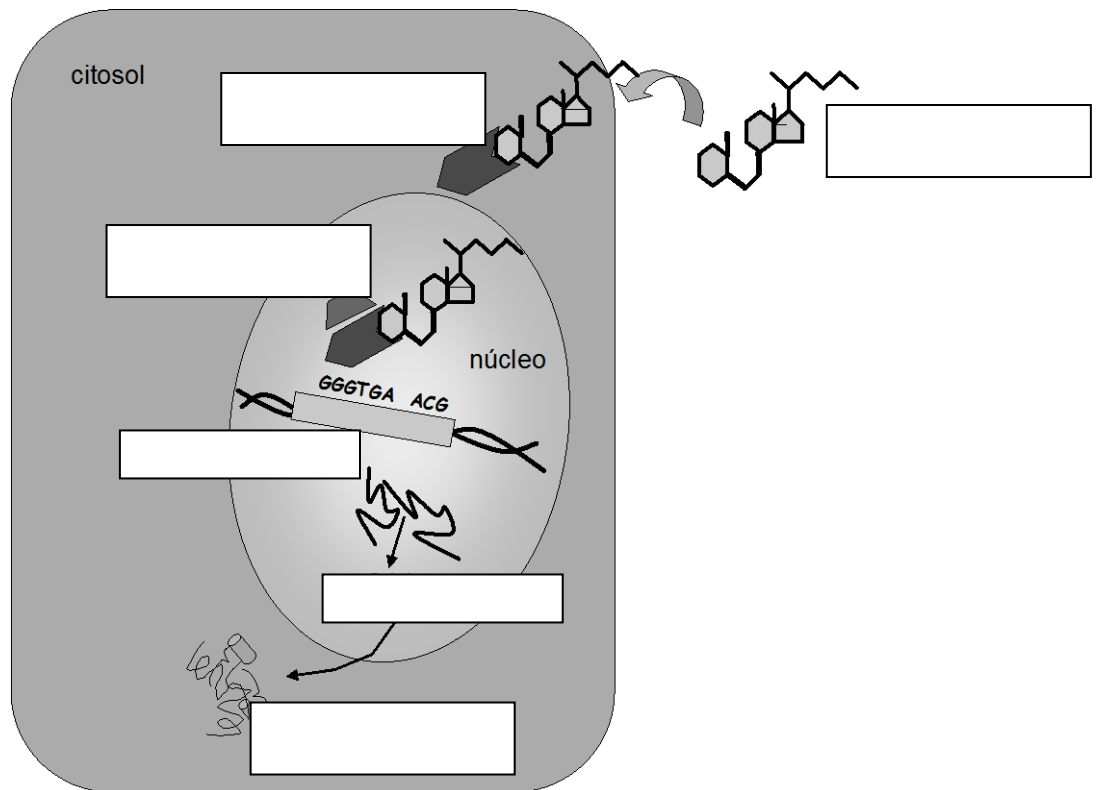
Las **hormonas** son sustancias de naturaleza química variada producidas por glándulas de secreción interna. Ante una determinada señal (estímulo) la glándula es inducida a sintetizar o secretar su hormona a la sangre. Esta se distribuye por todo el organismo y actúa específicamente sobre determinados órganos o tejidos los que representan sus "*células blanco*".

ACTIVIDADES ÁULICAS

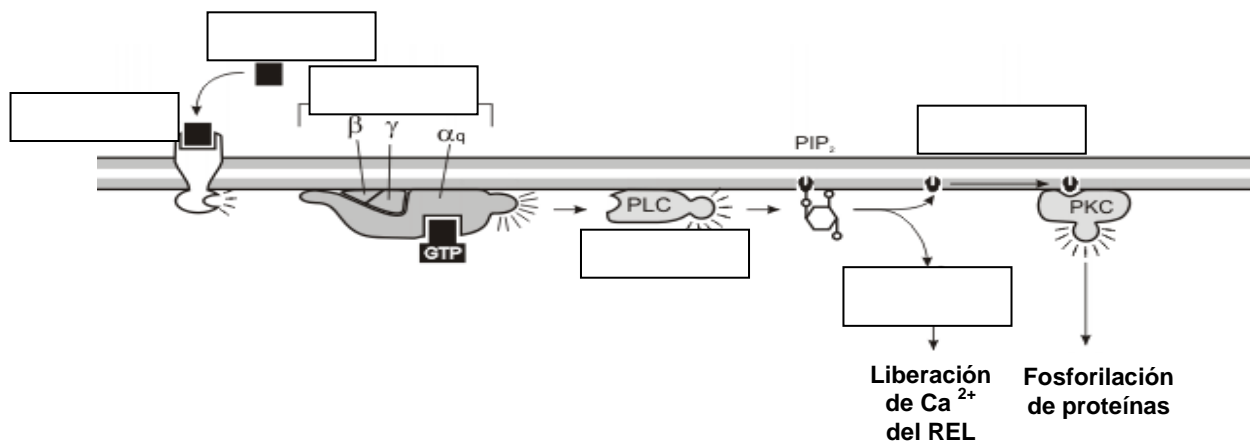
- 1) Las hormonas se clasifican según su naturaleza química en cinco categorías. En la siguiente tabla escriba el nombre de las hormonas que pertenecen a cada grupo e indique las glándulas que las secretan.

NATURALEZA QUÍMICA	HORMONA	GLÁNDULA SECRETORA
ESTEROIDES		
DERIVADOS DE AMINOÁCIDOS		
DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS		
PÉPTIDOS		
PROTEÍNAS		

- 2) Las señales externas suelen provocar un cambio en la actividad de las proteínas preexistentes o en las cantidades y tipos de proteínas que las células producen. Los receptores para algunas hormonas se localizan en el interior de las células, **no en su superficie**. Los complejos receptor-hormona activan la transcripción de genes blanco específicos, lo que resulta en el incremento de la producción de proteínas codificadas. Muchas señales que se unen a los receptores en la superficie celular también actúan, a través de vías más complejas, para modular la expresión de los genes.
- Complete los espacios en blanco del siguiente esquema que muestra el mecanismo de acción de hormonas a nivel nuclear. ¿Qué hormonas conoce que utilicen este mecanismo de acción? De ejemplos.
 - Señale qué son las proteínas “chaperonas” y cuál es su papel en el mecanismo de señalización hormonal.



3) En el siguiente esquema identifique las moléculas que participan en el mecanismo de acción hormonal que utilizan IP_3 y DAG como segundos mensajeros:

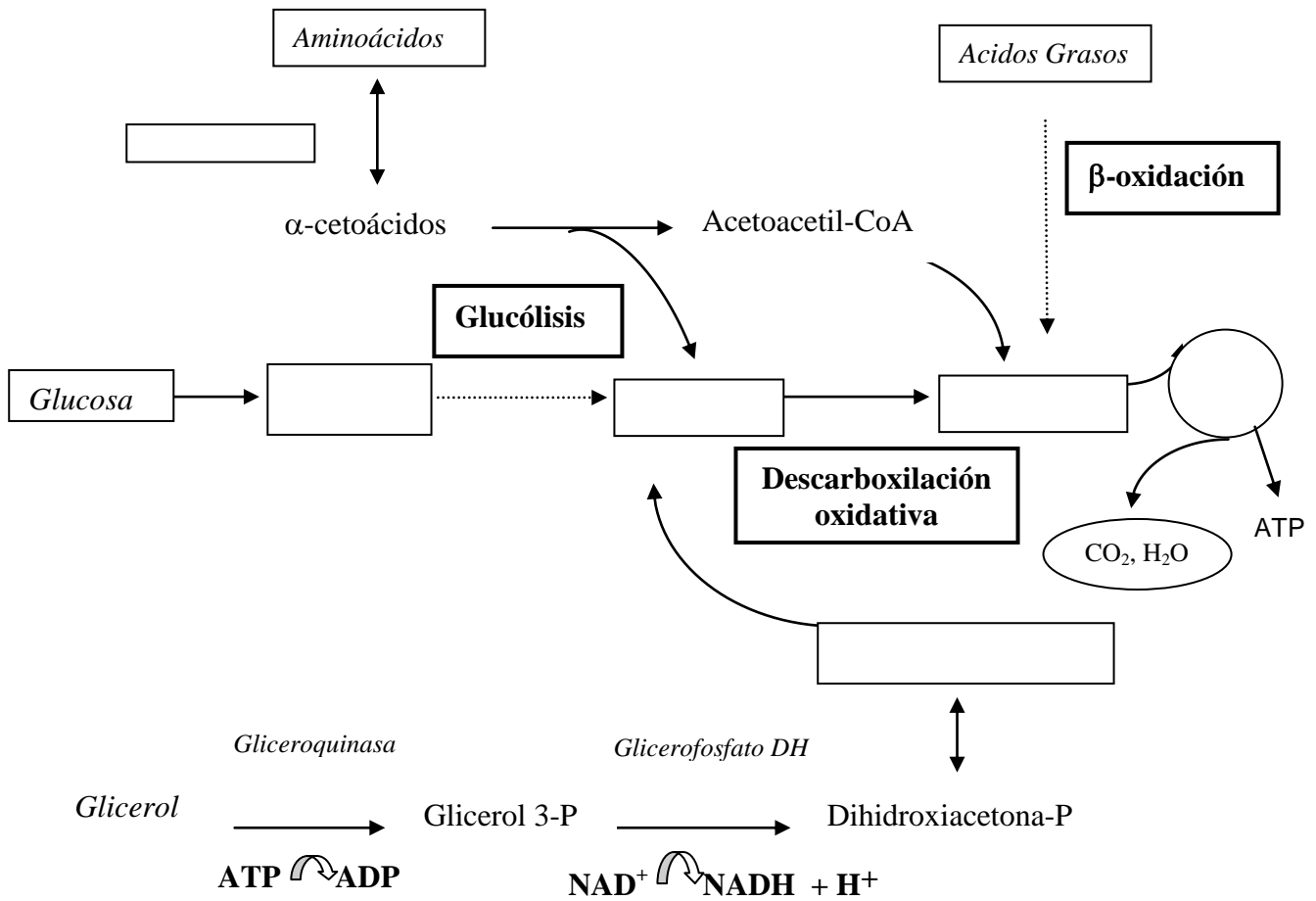


Luego, indique:

- Localización celular de cada uno de los componentes de la cascada de señalización.
- Ejemplos de hormonas que desencadenan este tipo de mecanismo de señalización.

c) ¿Qué consecuencia provoca el aumento de la concentración intracelular de Ca^{2+} ? ¿Cuál es la importancia fisiológica de tal efecto?.

4) Existen múltiples conexiones entre las vías degradativas de glúcidos, lípidos y aminoácidos, a través de metabolitos comunes. La **integración metabólica** asegura el funcionamiento unitario de todo el metabolismo, como se refleja en el siguiente esquema.



- Complete los cuadros en blanco.
- Señale las vías degradativas de glúcidos, lípidos y proteínas.
- Identifique los “metabolitos encrucijada”.
- Indique en qué metabolito convergen las vías metabólicas estudiadas.

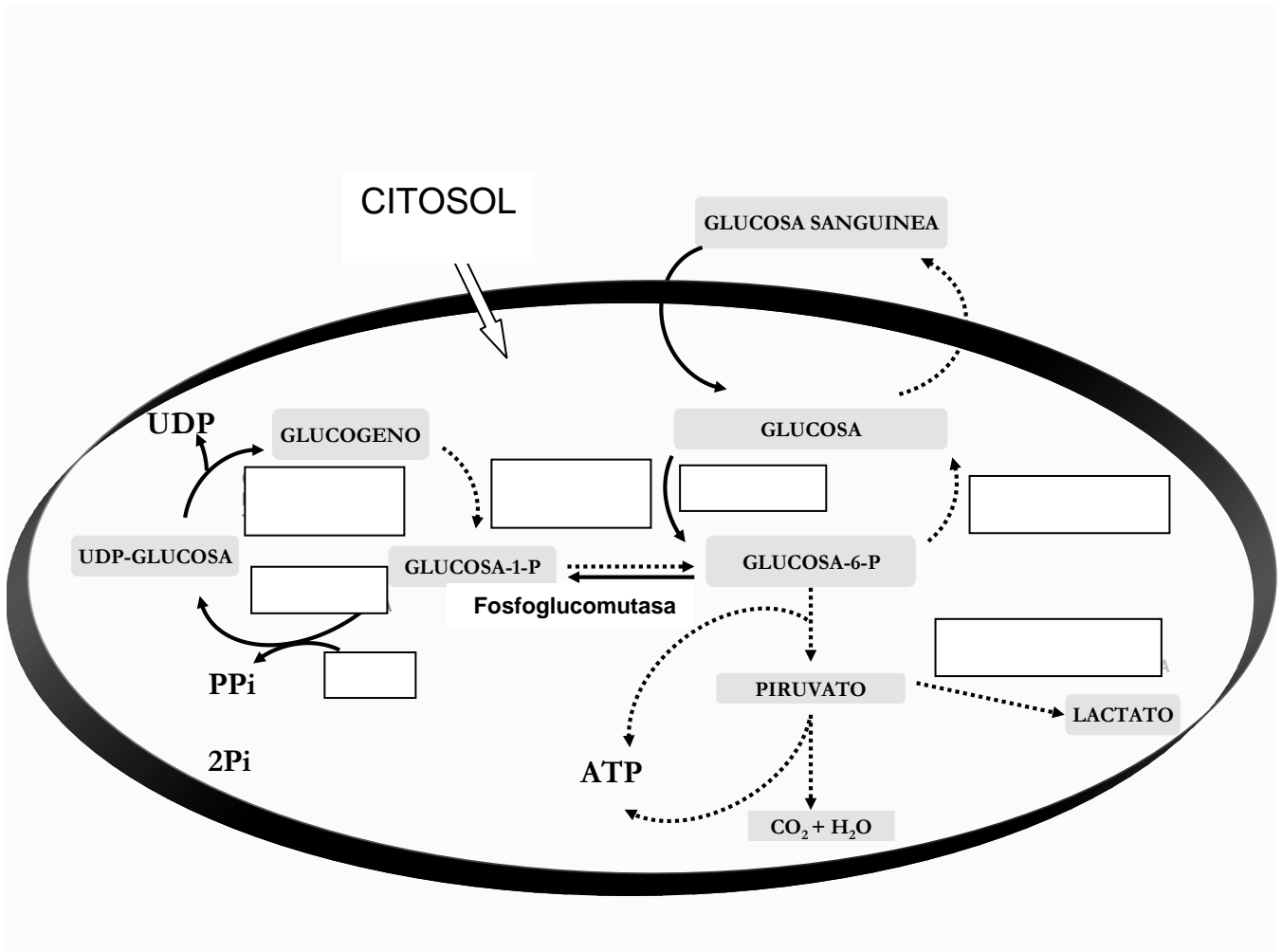
- 5) Cuando la dieta aporta un exceso de calorías en forma de glúcidos, éstos son convertidos y guardados como lípidos en la forma de triacilgliceroles.
- ❖ Mediante un esquema explique a través de qué vías ocurre esta transformación.
- 6) En las células, la modificación de la actividad enzimática es una de las formas de controlar el metabolismo celular.
- a) Enumere los distintos factores que modifican la actividad de las enzimas.

 - b) Explique el mecanismo por el cual estos factores modifican la actividad enzimática.
- 7) La síntesis y degradación de glucógeno puede ser regulada según las necesidades del organismo. Complete el siguiente esquema y luego responda:
- a) ¿Cuáles son las etapas de glucogenogénesis y de glucogenólisis?

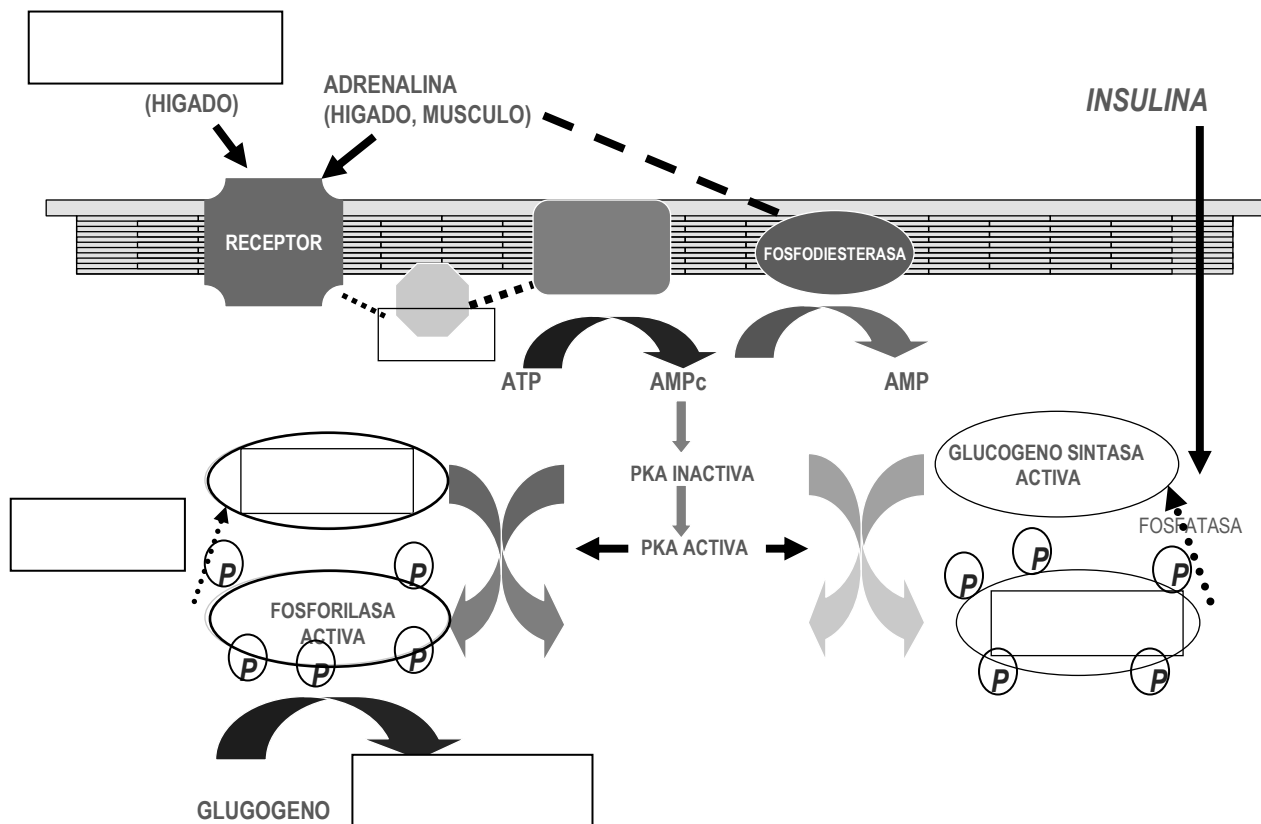
 - b) ¿En qué sitio subcelular ocurren estas vías metabólicas?

c) ¿Cuáles son las enzimas que regulan estos procesos?

d) ¿Qué mecanismo/s modifican la actividad de estas enzimas?



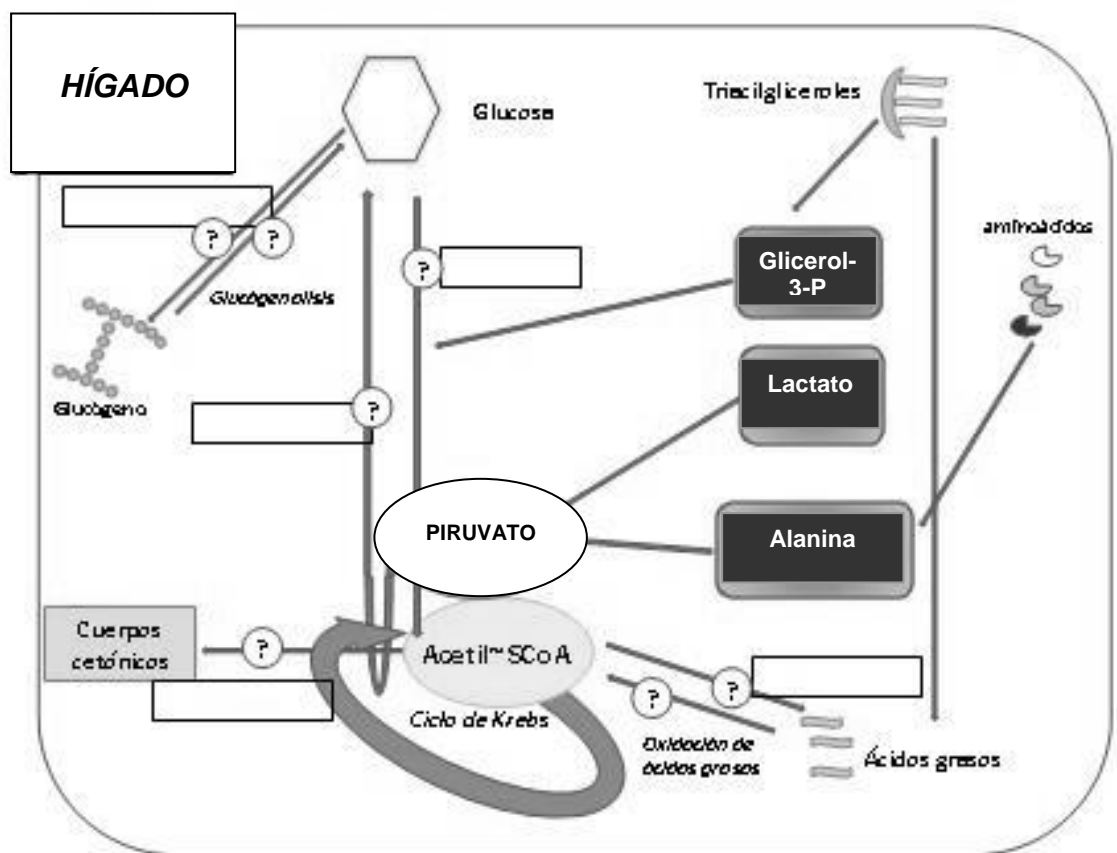
9) El esquema siguiente muestra algunos mecanismos de acción hormonal:



- Complete los espacios en blanco.
- Relacione el mecanismo de amplificación en cascada, para la activación/inactivación de las enzimas regulatorias, con el mecanismo de segundos mensajeros que desencadena el complejo **hormona-receptor** de membrana.
- Elabore conclusiones y escribalas.

10) Entre las patologías bucales relacionadas con la **Diabetes** podemos mencionar a la gingivitis y a la periodontitis. Para entender el significado de estas manifestaciones será necesario conocer previamente el mecanismo de acción de la **insulina**.

- ¿Qué tipo de receptor utiliza la insulina? Discuta con sus compañeros dicho mecanismo de acción y compárelo con el del **glucagón**.
- Observe con atención y complete el siguiente esquema con el nombre de los mecanismos señalados con el signo de interrogación.



- En el siguiente cuadro resuma las principales acciones metabólicas de ambas hormonas y relaciónelas con los tejidos en los que se producen principalmente.

Tejido	GLUCAGÓN	INSULINA
HEPÁTICO		
ADIPOSO		
MUSCULAR		

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) ¿Qué posibilita la integración metabólica? Señale la opción **correcta**.
 - a) La síntesis de sustancias diferentes a partir de un mismo metabolito.
 - b) La interconversión de glúcidos, lípidos y aminoácidos.
 - c) La formación de metabolitos a partir de compuestos diferentes.
 - d) La existencia de un destino metabólico común para muchos compuestos.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 2) ¿Qué sintetiza el organismo a partir de Acetil-CoA?.
 - a) Colesterol.
 - b) Ácidos grasos.
 - c) Citrato.
 - d) Vitamina D.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 3) ¿A partir de que sustancia se puede sintetizar el piruvato?.
 - a) Fructosa.
 - b) Alanina.
 - c) Lactato.
 - d) Triglicéridos.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 4) ¿Qué sucede cuando los glúcidos son convertidos en lípidos?.
 - a) Ocurre cuando los glúcidos de la dieta aportan un exceso en calorías.
 - b) Se requiere NADH + H⁺.
 - c) Se realiza a partir de dihidroxiacetona-P y de Acetil-CoA.
 - d) Se requiere ATP.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 5) ¿Cuál de los siguientes metabolitos puede ser utilizado para sintetizar glucosa?.
 - a) Oxaloacetato.
 - b) Succinil-CoA.
 - c) Fumarato.
 - d) Todas las opciones son correctas.
 - e) Ninguna opción es correcta.

- 6) ¿Qué fenómenos ocurren gracias a la regulación metabólica?.
 - a) Se evita la existencia de ciclos metabólicos inútiles.
 - b) Se coordina la actividad metabólica de diferentes órganos y tejidos.
 - c) Se controla la concentración intracelular de metabolitos.
 - d) Se evita el gasto innecesario de metabolitos.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 7) Respecto a la regulación metabólica, marque la afirmación **correcta**.
- a) Las distintas vías metabólicas poseen intermediarios comunes.
 - b) Los glúcidos y aminoácidos pueden transformarse en lípidos.
 - c) Existen vías metabólicas antagónicas.
 - d) La velocidad con que transcurren las reacciones químicas en el organismo puede ser modificada.
 - e) Ninguna afirmación es correcta.
- 8) Marque la respuesta **incorrecta** con respecto a los mecanismos de regulación metabólica.
- a) Modificación de la actividad enzimática por efectores alostéricos.
 - b) Cambios en la estructura química de enzimas.
 - c) Activación de enzimas por aumento de la concentración intracelular de sustratos.
 - d) Modificación en la velocidad de síntesis de enzimas.
 - e) Relación por medio de intermediarios comunes entre las vías metabólicas.
- 9) Respecto al mecanismo molecular de acción de un efector alostérico positivo, indique la afirmación **correcta**.
- a) Disminuye la velocidad de la reacción enzimática.
 - b) Disminuye la afinidad de la enzima por el sustrato.
 - c) Produce un cambio en la conformación favorable del sitio activo de la enzima.
 - d) Desplaza a la molécula de sustrato de su unión con el sitio activo.
 - e) Todas las opciones son correctas.
- 10) La activación o inhibición de las enzimas por cambios estructurales, ¿por qué fenómeno se produce?.
- a) Por fosforilación.
 - b) Por acción de quinasas específicas.
 - c) Por acción de fosfatasas específicas.
 - d) Por hidrólisis de los enlaces entre los grupos fosforilo y serina.
 - e) Todas las opciones son correctas.
- 11) Respecto al proceso de glucogenogénesis marque la opción **incorrecta**.
- a) La glucógeno sintasa cataliza la reacción de transferencia de glucosas en unión α 1-4 al glucógeno preexistente.
 - b) La incorporación de glucosa a glucógeno no requiere suministro de energía.
 - c) La glucosa debe ser incorporada a un nucleótido azúcar para dotarla de la reactividad necesaria para participar en la síntesis de glucógeno.
 - d) La formación de ramificaciones mediante uniones glucosídicas α 1-6 sobre otra cadena vecina requiere de la amilo- α (1,4)- α (1,6) glucantransferasa.
 - e) La glucogenogénesis es estimulada por unión de Adrenalina o Glucagón a receptores específicos de la membrana de células musculares y hepáticas.

- 12) ¿Qué ocurre en la glucogenólisis?. Señale la afirmación **correcta**.
- a) Se hidrolizan las uniones α 1-4 del glucógeno.
 - b) Se consume ATP.
 - c) Se introduce fosfato al carbono 1 de las uniones α 1-6 por acción de la fosforilasa.
 - d) Interviene la UDP-glucosa-pirofosforilasa.
 - e) Ninguna opción es correcta.
- 13) Respecto a las hormonas marque la opción **correcta**.
- a) Son todas de naturaleza proteica.
 - b) Actúan sobre todos los órganos y tejidos del organismo.
 - c) Son sintetizadas por células especializadas presentes en todos los tejidos.
 - d) Todas activan a la adenilato ciclasa.
 - e) Poseen receptores específicos ubicados en su célula blanco.
- 14) Con respecto a las acciones que produce la adrenalina, marque la respuesta **incorrecta**.
- a) Activa la glucogenólisis hepática.
 - b) Aumenta la glucemia.
 - c) Activa la lipólisis en tejido adiposo.
 - d) Promueve la síntesis de AMP cíclico.
 - e) Inhibe la gluconeogénesis
- 15) Con respecto a las acciones que produce la Insulina, marque la respuesta **incorrecta**.
- a) Promueve la entrada de glucosa a las células.
 - b) Disminuye la glucemia.
 - c) Activa la glucogenogénesis.
 - d) Deprime la lipólisis.
 - e) Disminuye la glucólisis.



Premio Nobel en Fisiología y Medicina 1947

“Por el descubrimiento de la función de la hormona del lóbulo pituitario anterior en la regulación de la cantidad de azúcar en sangre”



Bernardo Alberto Houssay

Nació en el 10 de abril de 1887 y murió el 21 de septiembre de 1971. Fue el primer argentino y latinoamericano premiado en el área de las ciencias. Gracias a su trabajo, la fisiología cobró impulso en la Argentina.



Premio Nobel de Química 1970

"Por el descubrimiento de los nucleótidos de azúcar y su función en la síntesis de los carbohidratos"



Luis F. Leloir

1906- 1987

Instituto de Investigaciones Bioquímicas
Buenos Aires, Argentina

Luis Federico Leloir fue un médico argentino que dedicó toda su vida profesional a la investigación bioquímica.

Fue uno de esos personajes que marcan un "antes" y un "después" en la historia con su vida y hechos. De su talla como científico poco se puede añadir a la obtención de un Premio Nobel y el reconocimiento de la comunidad científica internacional mediante numerosos premios y doctorados "*honoris causa*". Aunque no sólo destacó por estas cualidades. Su calidad humana puesta de manifiesto por todos aquellos que le conocieron, se plasma en un sinfín de anécdotas, unas veces tiernas y otras realmente asombrosas.

El mérito profesional lo es doblemente, no sólo por sus descubrimientos, sino también por las condiciones de precariedad en las que se llevaron a cabo. Sencillo, tenaz, enormemente trabajador, perseverante, callado, enemigo de la notoriedad, Leloir ha dejado tras de sí un importante legado científico y un modelo de conducta a seguir en todos los ámbitos de la vida.

Extraído de: <http://www.hispanobel.com/>

TALLER Nº 12

EJE TEMÁTICO IV: “BIOQUÍMICA DE LOS TEJIDOS MINERALIZADOS”

UNIDAD Nº 16: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS TEJIDOS CALCIFICADOS DEL DIENTE.

UNIDAD Nº 17: METABOLISMO DE ELEMENTOS RELACIONADOS CON HUESOS Y DIENTES. ASPECTOS MOLECULARES.

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Distinguir las características morfológicas y bioquímicas de los componentes de la pieza dentaria a fin comprender sus funciones.
- Conocer la estructura microcristalina de los tejidos calcificados.
- Describir y analizar los mecanismos de regulación del metabolismo del calcio y el fósforo.
- Describir y analizar los mecanismos de calcificación de huesos y dientes y las sustancias que participan.
- Comprender la influencia del flúor en la formación de los tejidos mineralizados.
- Conocer los aspectos generales de la bioquímica del complejo dentino-pulpar.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente.
- Promover el desarrollo de actitudes investigativas y la elaboración de propuestas.

CONTENIDOS

Composición química de los tejidos calcificados del diente: Esmalte. Dentina. Contenido de agua, sustancia orgánica y sustancia mineral. Composición elemental. Contenidos de Ca, P, Mg, F, etc. Carbonatos. Variaciones del contenido mineral con la profundidad del esmalte. Relación del contenido de carbonatos y fluoruros con la caries dental. Sustancia Orgánica. Estructura microcristalina de los tejidos calcificados: Sólidos cristalinos. Conceptos de red cristalográfica y de celda unidad. Sistemas cristalinos. Sólidos iónicos. Hidroxiapatita. Composición elemental. Fórmula mínima. Relación Ca/P. Organización microcristalina del esmalte y la dentina.

Funciones de la Vitamina D: Metabolismo, metabolitos activos, avitaminosis (raquitismo, osteomalacia).

Metabolismo del calcio y del fósforo: Concentraciones en la sangre y líquido extracelular. Regulación de la calcemia y la fosfatemia. Hormona paratiroidea. Calcitonina. Acción de los metabolitos activos de la vitamina D.

Mineralización de Huesos y Dientes: Mecanismos de calcificación. Teorías de nucleación: homogénea y heterogénea. Papel del colágeno y proteínas no colágenas, mucopolisacáridos y lípidos. Calcificación de la dentina y esmalte.

Flúor: Distribución en el organismo y metabolismo. Mecanismo de la acción preventiva del fluoruro sobre la caries dental. Fluorosis dental.

Bioquímica del complejo dentino-pulpar: Aspectos bioquímicos del tejido conectivo. Matriz extracelular.: Clasificación y características funcionales del colágeno y los glicosaminoglicanos. Composición química de la matriz extracelular de la dentina. Papel funcional en la mineralización dentinaria de las proteínas no colágenas. Bioquímica de la respuesta pulpar: dentina de reparación.

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza existen organismos con tejidos mineralizados o duros, formados por una fase inorgánica mineral y ciertos componentes orgánicos. Los más evidentes son los que tienen exoesqueleto como los moluscos y artrópodos. Aunque algunos animales marinos utilizan silicio o estroncio, la **mineralización** se produce casi siempre con participación de calcio, por lo que se denomina **calcificación**. Este es el caso de los vertebrados en los que existen dos tejidos calcificados principales: el *hueso* y el *diente*.

Los *huesos* forman el esqueleto, soporte mecánico y articulado del cuerpo que permite la fijación de los músculos y capacita el movimiento de las extremidades o mandíbulas.

Los elementos dentarios poseen tres tipos de tejidos mineralizados, el esmalte, la dentina y el cemento. El cemento y la dentina están compuestos por un 70% de minerales al igual que el hueso, mientras que el esmalte es el tejido más mineralizado del cuerpo y está formado por un 99% de sustancia inorgánica. El esmalte cubre las coronas dentarias y forma las cúpides en los molares y los bordes incisales en incisivos, que son las superficies cortantes que permiten la masticación. La dentina sirve de soporte del esmalte, ya que posee mayor proporción de sustancia orgánica lo cual aporta elasticidad al tejido. El cemento recubre las raíces dentarias permitiendo el anclaje del diente al hueso alveolar a través de las fibras periodontales.

De los iones que participan en la formación de los tejidos minerales los principales son el **calcio** y el **fósforo**. En el cuerpo humano estos elementos le siguen en abundancia al carbono, al oxígeno, al hidrógeno y al nitrógeno. Una persona de 70 Kg tiene alrededor de 1150 g de calcio y 700 g de fósforo. Aunque su mayor parte se encuentra asociada a los tejidos duros, los dos elementos en fase soluble son esenciales en el metabolismo.

El nivel de **calcio** en plasma sanguíneo es de 10 mg/100 ml y constituye una constante durante toda la vida; sólo se observan valores mayores en sangre del cordón umbilical. El 99% del calcio se encuentra en los huesos y dientes, pero el 1% restante (que es soluble en agua) regula gran cantidad de procesos enzimáticos, metabólicos y fisiológicos como son la contracción muscular, la neurotransmisión, la coagulación sanguínea, la actividad enzimática, etc. Todos ellos dependen de variaciones rápidas en la concentración intracelular de calcio, lo que requiere un control riguroso de la calcemia. Las fluctuaciones diarias normales en la concentración de este ión son menores del 3%, aún cuando la ingesta de calcio registre grandes variaciones.

El nivel de **fósforo** en plasma sanguíneo es de 2,5 a 4,8 mg/100 ml en el adulto y de 4,0 a 7,0 mg/100 ml en el niño durante el primer año de vida. Se encuentra casi exclusivamente como ión fosfato en el 85% de los tejidos duros y el resto casi por completo en el medio intracelular. Forma parte de enlaces de reserva energética (ATP), ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas, etc. Regula gran cantidad de procesos metabólicos al formar parte del AMP cíclico e intervenir en la fosforilación de proteínas. Debido a que el fosfato participa en un gran número de reacciones químicas, su deficiencia afecta a casi todas las células del cuerpo humano.

ACTIVIDADES ÁULICAS

- 1) *“La mayor parte del calcio soluble es extracelular y se encuentra en el plasma en tres formas interconvertibles que están en equilibrio”.*

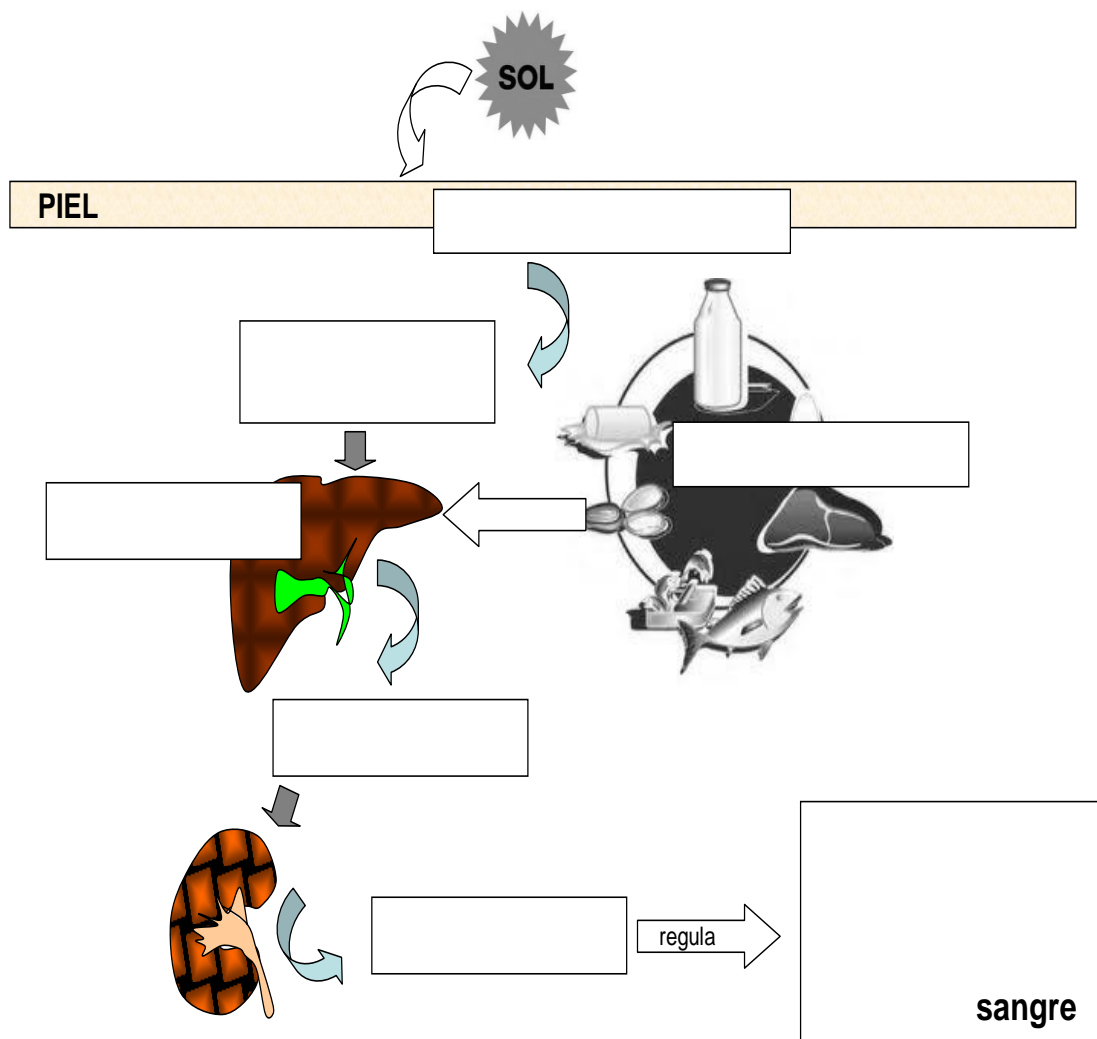
Teniendo en cuenta la afirmación anterior responda las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuáles son esas formas y qué características presenta cada una de ellas?.
- b) ¿Cuál es la forma molecular fisiológicamente activa?
- 2) El **fósforo** es un componente de gran importancia tanto desde el punto de vista estructural como metabólico.
- Mencione las formas en las que se puede encontrar este elemento en el organismo y ubíquelas en los compartimentos intra o extracelular, según corresponda.
- 3) Teniendo en cuenta la importancia funcional del **calcio** y el **fósforo**, y su presencia relativamente abundante en el organismo humano:
- a) Mencione los alimentos de una dieta normal, ricos en estos elementos.
- b) Analice y escriba los mecanismos por los cuales el calcio y el fósforo se absorben en intestino.
- c) Comente cuáles son las vías de excreción de ambos elementos.
- d) Mencione algunas sustancias que puedan tener participación tanto en la absorción como en la excreción de calcio y fósforo.

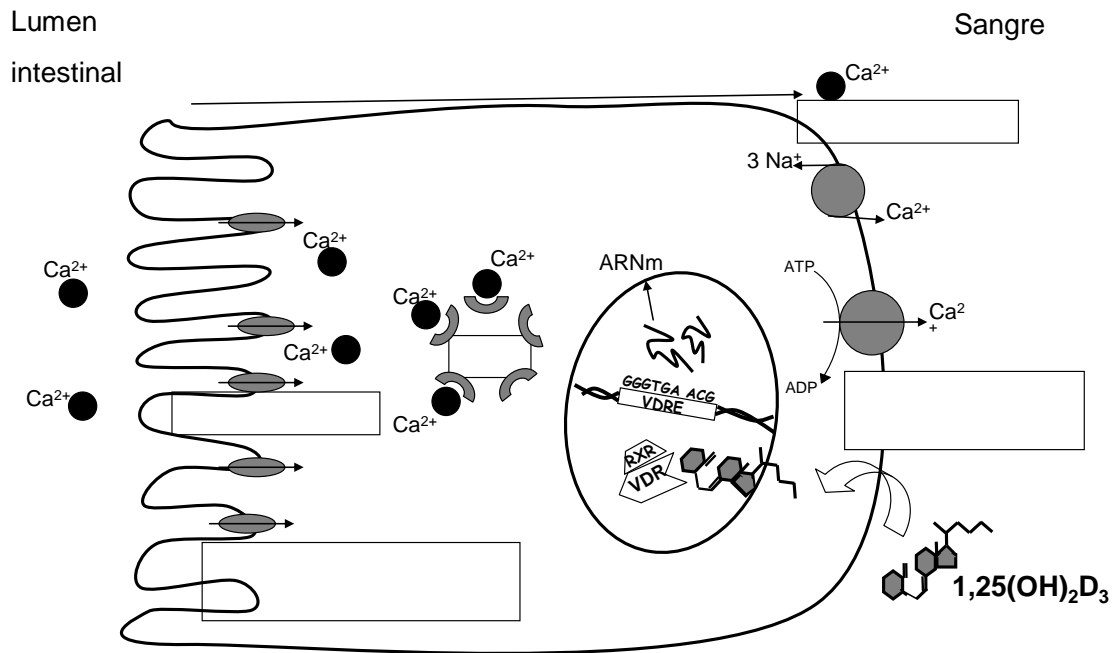
4) Explique la función biológica del colesterol en los procesos de calcificación ósea.

5) La **vitamina D** estimula la absorción intestinal de Ca^{2+} . Esta acción estimulante no es ejercida directamente por la vitamina D sino por metabolitos derivados de ella. Su deficiencia causa raquitismo, enfermedad caracterizada por la deformación ósea e hipocalcificación.

a) Complete en el siguiente esquema los sustratos/productos y enzimas para la formación del $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ a partir de 7-deshidrocolesterol.



- b) Indique cuál es la enzima que hidroxila al intermediario 25-hidroxicolecalciferol en situaciones normales y de hipercalcemia.
- c) ¿Cómo regula la enzima mencionada en el punto anterior los niveles de calcio en casos de hipocalcemia?
- 6) El **1,25-dihidroxicolecalciferol** o **calcitriol** activa la transcripción de diferentes genes involucrados en la síntesis de proteínas, muchas de ellas responsables del transporte de calcio. En relación con esto, responda las siguientes preguntas:
- a) ¿En qué tejidos se realiza esta activación?
- b) ¿Qué efecto producen las proteínas mencionadas sobre los niveles de calcio?
- c) El pasaje de calcio transcelular es el principal mecanismo de transporte regulado por el calcitriol en las células del epitelio intestinal. En el siguiente esquema complete los espacios en blanco y describa cómo ocurre el proceso completo:



- 7) La constancia de la concentración de calcio en el **líquido extracelular (LEC)** indica la existencia de un mecanismo homeostático notablemente eficiente. Para ello existen mecanismos de regulación hormonal muy precisos. El tejido óseo representa un extenso reservorio de calcio que lo almacena o libera al **LEC** según las necesidades. La movilización de calcio en este tejido se realiza mediante células especializadas, llamadas *osteoclastos* y *osteoblastos*, según que activen la reabsorción o el depósito, respectivamente.

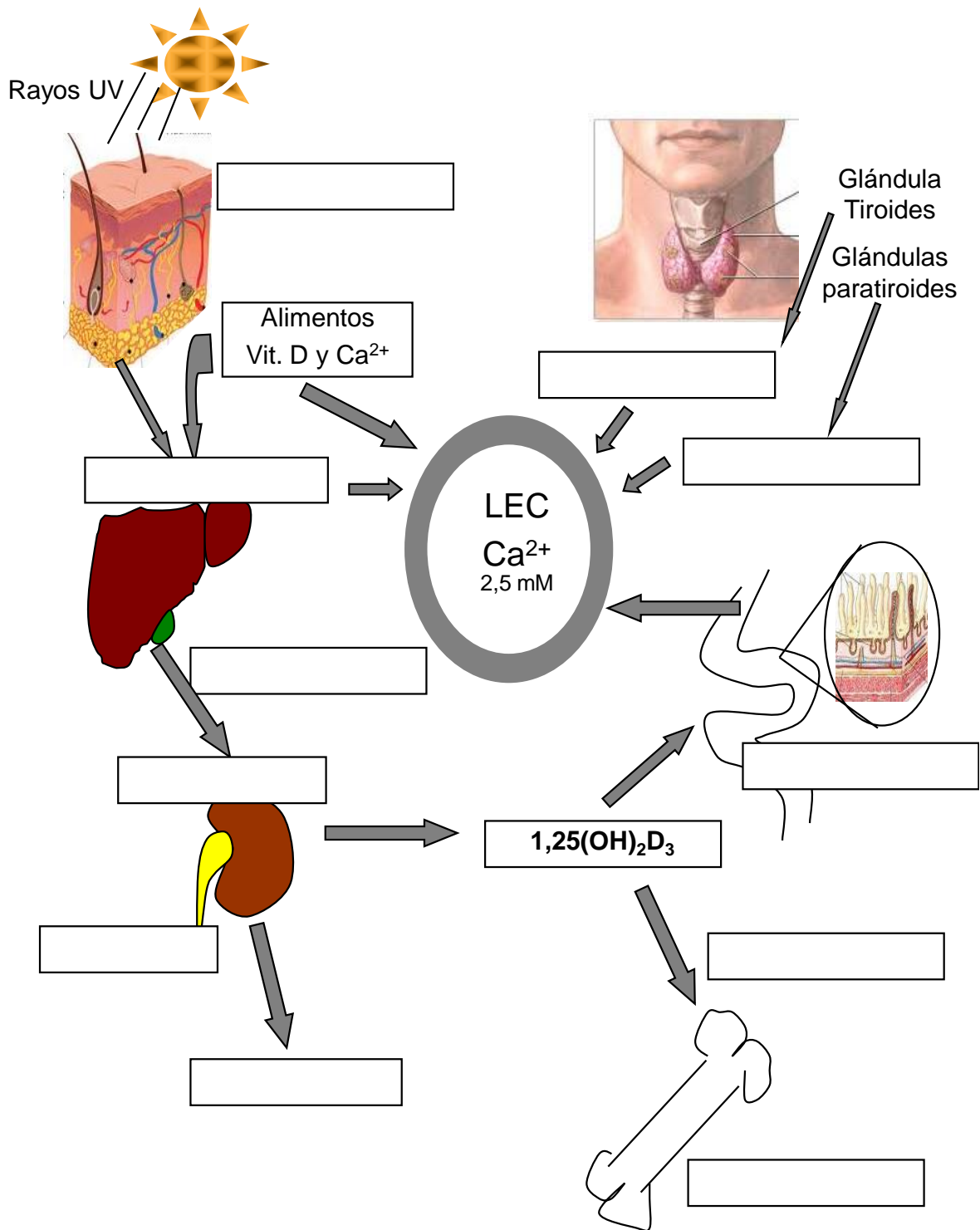
Existen dos hormonas reguladoras: la *parathormona* y la *calcitonina*. Sus efectos son casi opuestos y su secreción está regulada por el nivel de calcio plasmático.

- a) Investigue acerca de las características principales de estas hormonas y la función que desempeñan en colaboración con el 1,25-dihidroxicolecalciferol en la regulación de la calcemia.

b) Complete el siguiente cuadro, indicando mediante cruces (x, xx ó xxx) el mayor o menor efecto de dichas sustancias a distintos niveles de regulación:

	Absorción intestinal	Reabsorción renal	Actividad osteoclástica	Síntesis estimulada por los niveles de Ca^{+2}
Hormona				
Parathormona				
Calcitonina				
1,25-(OH) ₂ -D ₃				

8) La figura siguiente resume las acciones de los distintos factores que intervienen en el mantenimiento de la homeostasis de calcio y fosfato en el espacio extracelular.



a) Investigue y escriba el significado de los términos absorción, resorción y reabsorción, y establezca sus diferencias. Con estos conceptos, fundamente los efectos de la acción de los diferentes factores sobre la calcemia.

- b) Complete los cuadrados en blanco lo que corresponda.
- c) Discuta con su grupo de trabajo los mecanismos de homeostasis de calcio y fósforo representados en la figura.

9) El complejo dentino- pulpar está formado por dos tipos de tejidos conectivos que se mantienen en estrecha relación. A continuación complete los espacios en blanco del cuadro comparativo entre los componentes más abundantes de la matriz extracelular de la pulpa y la dentina.

	DENTINA	PULPA
Colágeno		
Proteínas No Colágenas		
Glicosaminoglicanos (GAGs)		

9) Los componentes principales de la fase mineral y la orgánica de los tejidos calcificados son respectivamente hidroxapatita y proteínas (colágeno y amelinas). Las proporciones relativas varían ligeramente de unos tejidos a otros, así como con la edad y la dieta. (*Bioquímica y Biología Molecular para Ciencias de la Salud. Lozano Teruel, J.A y colaboradores. Mc Graw-Hill. Interamericana. Año 2000*).

Comparación de la composición del hueso, la dentina y el esmalte (valores expresados en %)			
Componentes	Hueso	Dentina	Esmalte
Densidad	2,03	2,15	3,05
Agua	8	5	4
Material mineral	70	75	95,40
Material orgánico			
Colágeno	22	20	0,60
Otras Proteínas	18,60	18	0,35
Otras Biomoléculas	1,00	0,20	0,20
	2,40	1,80	0,05

Teniendo en cuenta los datos que se muestran en la tabla anterior, responda las siguientes preguntas:

- a) ¿De qué manera se relaciona la dureza del diente con la composición química del mismo?.
 - b) ¿Qué escala puede usarse para medir la dureza de una pieza dentaria? ¿Qué dureza le asignaría al esmalte?.
 - c) ¿Por qué a pesar de su dureza el esmalte no sufre deterioro significativo con los sucesivos impactos de los dientes opuestos?.
 - d) ¿Cómo se distribuyen los iones de la red cristalina, con la edad?
- 10) La **apatita** es una forma compleja de fosfato de calcio. Los iones fosfato y calcio pueden formar varias sales, algunas cristalinas y otras amorfas. Desde el punto de vista microscópico la apatita está constituida por pequeños cristales con dimensiones aproximadas de 5 nm x 10 nm x 25 nm, excepto en el esmalte donde los cristales son 10 veces más anchos y gruesos y mucho más largos.

Además de calcio y fosfato, los cristales biológicos contienen hidroxilo y fluoruro, por lo cual reciben el nombre de hidroxiapatita, fluohidroxiapatita y fluoroapatita. Las apatitas biológicas tienen más hidroxilos que fluoruros y su estructura es más compleja debido a la incorporación de pequeñas cantidades de otros iones al cristal. Las apatitas son poco reactivas, siendo sus principales características las de disolución en medio ácido y de intercambio de iones.

a) Investigue acerca de los efectos positivos y negativos sobre las estructuras mineralizadas que tienen las reacciones de la apatita. Tenga en cuenta la intervención del pH, de la parathormona y de la calcitonina. Escriba sobre lo encontrado.

b) Investigue y luego escriba acerca del efecto que se ejerce sobre la estabilidad de la apatita al incorporar iones fluoruro al cristal.

11) El **colágeno** constituye aproximadamente el 90% de la proteína total de los tejidos calcificados. El 10% restante que completa la matriz orgánica de estos tejidos es variable, aunque en su mayor parte es similar y pertenece a los grupos de proteoglicanos, sialoproteínas y proteínas ácidas.

Investigue y luego comente:

a) ¿Cuáles son las proteínas que forman parte de la dentina y el esmalte de las piezas dentarias?.

b) ¿Cuál es la importancia de esas sustancias en el mecanismo de calcificación de huesos y dientes?.

c) Describa las características más importantes de las SIBLINGS.

12) La sialofosfoproteína de la dentina es un precursor proteico secretado por los odontoblastos, que da origen a dos proteínas involucradas en la mineralización dentinaria.

a) ¿Cuáles son las características químicas de esta proteína? .

b) Realice un esquema de sialofosfoproteína de la dentina y señale el sitio de hidrólisis.

c) ¿Cuál es la función de la sialoproteína de la dentina y de la fosfoproteína de la dentina?

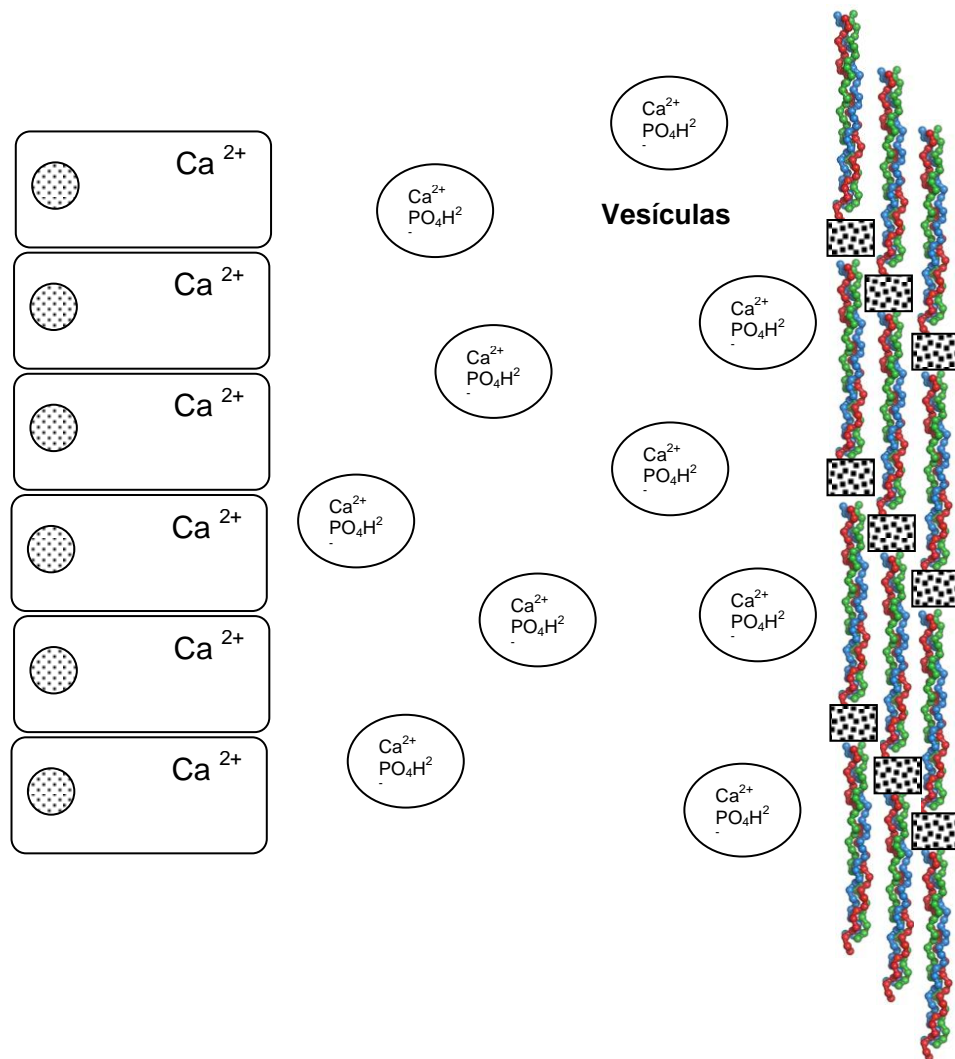
13) ¿Qué enfermedad hereditaria se manifiesta cuando el gen que codifica para la sialofosfoproteína de la dentina se encuentra mutado? Investigue sobre dicha enfermedad y comente brevemente sus características generales.

14) El proceso de formación de cristales de apatita en los tejidos destinados a calcificarse indica la existencia de un proceso regulador del fenómeno. La clave debe encontrarse en la matriz orgánica. Existe gran dificultad para la nucleación o formación de un cristal de hidroxiapatita debido a la escasa probabilidad de que se produzca la formación de un entramado cristalino. La presencia de un cristal núcleo, ya formado, orienta y facilita el proceso: **nucleación homogénea**. Esta, a su vez, no puede explicar la formación de los primeros cristales en el desarrollo embrionario óseo o dental. Para ello es

necesaria la **nucleación heterogénea**, en la cual un material puede facilitar la cristalización de otro distinto si tiene un espaciado similar en su red.

En la figura siguiente, que se refiere al proceso de mineralización de huesos y dientes, ubique los siguientes elementos en el lugar que corresponda:

- Capa de células con función calcificadora (osteoblastos, odontoblastos, ameloblastos).
- Zona de matriz orgánica no calcificada llamada osteoide en el hueso o predentina en la dentina.
- Frente de calcificación en donde ocurre la precipitación de la hidroxiapatita.
- Zona de tejido en donde la calcificación de la matriz ha sido completada.



15) **“Mientras que el proceso de calcificación de la dentina es semejante al óseo, el esmalte presenta características propias”.**

Teniendo en cuenta la afirmación anterior:

a) Mencione dos características que expliquen la mayor resistencia del esmalte con respecto a la del resto de los tejidos minerales.

b) Indique cuáles son los iones que se incorporan durante la maduración de la dentina y el esmalte.

c) Comente qué efecto ejerce el pH del medio sobre la solubilidad del esmalte

16) Comente brevemente la teoría del mecanismo de caries dental actualmente aceptada

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACION

- 1) Respecto al calcio sanguíneo indique la afirmación **correcta**.
 - a) Oscila entre 10 y 12 mg x 100 ml.
 - b) Está representado en un 25 % por calcio al estado iónico.
 - c) Intercambia libremente con el calcio del líquido extracelular sistémico.
 - d) El calcio no difusible es el que se encuentra en estado iónico.
 - e) a y c son correctas.

- 2) ¿Cuál de las siguientes hormonas interviene en la regulación de la calcemia y de la fosfatemia?.
 - a) Calcitonina.
 - b) Paratorhormona.
 - c) 1, 25 dihidroxicolecalciferol.
 - d) Todas las opciones.
 - e) Ninguna de las opciones.

- 3) ¿Cuál es la función de la Paratohormona?. Señale la opción **correcta**.
 - a) Aumentar la calcemia.
 - b) Incrementar la fijación de calcio en el hueso.
 - c) Disminuir la eliminación urinaria de fosfatos.
 - d) Inhibir la síntesis renal de 1,25 dehidroxicolecalciferol.
 - e) Inhibir la absorción de calcio y fósforo a nivel de la célula intestinal.

- 4) Respecto al requerimiento diario de vitamina D señale la opción **correcta**.
 - a) Se calcula en 10 µg.
 - b) No varía durante el embarazo y la lactancia.
 - c) Es menor cuando el número de horas de luminosidad solar es elevado.
 - d) Aumenta en los individuos de piel oscura.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 5) Respecto a la transformación del 25 (OH) D₃ en 1, 25 (OH)₂ D₃ indique lo que corresponda.
 - a) Ocurre en el hígado.
 - b) Ocurre en el riñón.
 - c) Disminuye con la hipofosfatemia.
 - d) Es promovida en forma directa por una disminución en la calcemia.
 - e) Es inhibida por la paratohormona.

- 6) Marque lo que ocurre en la avitaminosis D.
 - a) Aumenta la absorción intestinal de calcio y fosfatos.
 - b) El contenido mineral de los huesos es menor.
 - c) Existe hipercalcemia e hiperfosfatemia.
 - d) Aumenta la calcificación ósea.
 - e) Todas las opciones son correctas.

- 7) ¿Quién regula la absorción intestinal de calcio y fosfatos?.
- Hormona paratiroidea
 - $24, 25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$
 - Calcitonina
 - $1, 25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$
 - Todas las opciones.
- 8) Respecto al $1, 25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$ marque la opción **incorrecta**.
- Es sintetizado por el riñón a partir del $25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$.
 - Aumenta la absorción intestinal del calcio y del fosfato.
 - Promueve la eliminación de calcio a nivel renal.
 - Aumenta la calcemia.
 - Promueve la salida de calcio del líquido extracelular óseo al líquido extracelular sistémico.
- 9) ¿Qué se requiere para que en una solución sobresaturada de hidroxiapatita ocurra precipitación por nucleación homogénea?. Señale la opción **correcta**.
- La presencia de una fase sólida en el sistema.
 - Un aumento en la concentración de iones calcio.
 - Un aumento en la concentración de iones fosfatos.
 - Un aumento en la temperatura.
 - b y c son correctas.
- 10) Respecto a las concentraciones de calcio y fosfatos e plasma sanguíneo marque la opción **correcta**.
- Son más elevadas que en una solución de hidroxiapatita.
 - Están reguladas por la paratohomona y la calcitonina.
 - Son semejantes a las del líquido extracelular sistémico.
 - Cambian de manera dinámica.
 - Todas las opciones son correctas.
- 11) Uno de los siguientes compuestos podría estar implicado en la precipitación de la hidroxiapatita por nucleación homogénea. Señale la opción **correcta**.
- Fosfolípidos.
 - Colágeno.
 - Mucopolisacáridos.
 - Fosfatasa alcalina.
 - Todas las opciones son correctas.
- 12) ¿Cuál es la razón por la cual en los tejidos calcificados la relación Ca/P es inferior a la de la hidroxiapatita?.
- La sustitución de iones calcio por otros iones divalentes.
 - La adsorción de iones PO_4H^- a la superficie de los cristales de hidroxiapatita..
 - La presencia en los cristales de los tejidos de algunos iones PO_4H^- en lugar de $\text{PO}_4^{=}$.
 - La ausencia (vacantes) en los cristales del tejido de algunos iones calcio.
 - Todas.

- 13) Respecto a la sustancia orgánica de la dentina marque la opción **correcta**.
- a) Es sintetizada por el ameloblasto.
 - b) Representa el 50% del peso del tejido.
 - c) Esta constituida en su mayor parte por colágeno.
 - d) Por sus cualidades sirve de soporte al esmalte.
 - e) c y d son correctas.
- 14) ¿Cuál de los siguientes cambios con la edad en el esmalte se incluye dentro del proceso de maduración post-eruptiva?. Señale la opción **correcta**.
- a) Aumento en el contenido de Ca y P.
 - b) Aumento en el contenido de F.
 - c) Disminución en la solubilidad y permeabilidad.
 - d) Aumento en la resistencia a la caries.
 - e) Todas.
- 15) Para la teoría quimioparasitaria de la caries dental indique el proceso inicial más importante.
- a) Hidrólisis enzimática de las proteínas de la matriz del esmalte.
 - b) Disolución ácida del componente mineral.
 - c) Producción de sustancias con acción quelante.
 - d) Invasión bacteriana de las laminillas del esmalte.
 - e) Todos.
- 16) Respecto a la teoría proteolítica de la caries dental identifique la opción **correcta**.
- a) El proceso inicial y de mayor importancia es la proteólisis enzimática de la matriz orgánica.
 - b) Las bacterias invaden y degradan las laminillas del esmalte.
 - c) Los ácidos formados dificultan el avance de la caries al promover la formación del esmalte transparente.
 - d) Los iones fluoruros promueven la calcificación de las laminillas del esmalte.
 - e) Todas son correctas.
- 17) Después de una comida el pH de la placa desciende a valores por debajo de 5,4 y además se mantiene por tiempos que a veces superan los 30 a 45 minutos. Estos datos experimentales apoyan a alguna de las siguientes teorías de la caries dental:
- a) Proteolítica.
 - b) Proteólisis-quelación.
 - c) Quimioparasitaria
 - d) Todas.
 - e) Ninguna.

TALLER N° 13

DISCUSIÓN DE TRABAJO CIENTÍFICO

EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Identificar los objetivos a alcanzar en un estudio de investigación.
- Describir los métodos y materiales utilizados en el estudio.
- Interpretar los resultados obtenidos en el estudio.
- Reconocer las conclusiones obtenidas por los autores del estudio y su confrontación con otros estudios relacionados.
- Favorecer en el alumno el trabajo intelectual independiente
- Promover la elaboración de propuestas y el desarrollo de actitudes investigativas.
- Analizar en forma crítica un artículo científico.

CONTENIDOS

Los correspondientes a las Unidades de la asignatura.

ACTIVIDAD A REALIZAR

En esta actividad se trabajará con la modalidad de **Taller** para reflexionar, con espíritu crítico y creativo, un artículo científico con orientación odontológica que aborde una temática relacionada con la asignatura.

Antes de asistir a esta instancia se deberá leer el artículo para su posterior reflexión y discusión en la instancia del Taller, en grupos constituidos por no más de 5 personas. Esta tarea es de fundamental importancia para la participación activa durante la actividad áulica.

En fascículo separado de este libro se encuentran las preguntas que pretenden orientar la lectura del artículo científico seleccionado.

GLOSARIO

Absceso: cavidad de neoformación con un contenido purulento.

Antígeno: sustancia que desencadena la formación de anticuerpos y puede causar una respuesta inmunitaria.

Cefalea: dolor de cabeza tenaz y violenta como la jaqueca.

Diapédisis: paso de los leucocitos a través de las paredes de los vasos.

Edema: acumulación de líquido en cualquier tejido, cavidad u órgano corporal (excepto el hueso).

Embriopatía: afección que lesiona al embrión y que se manifiesta en el momento del nacimiento o más tarde, con malformaciones más o menos evidentes.

Eritema: enrojecimiento persistente de la piel o las mucosas, generalizada o localizada, debido a vasodilatación y congestión capilar.

Estudios epidemiológicos: son los estudios en los que se basa la investigación en salud, permiten establecer las causas que determinan la enfermedad, o los factores de riesgo que hacen más probable que una persona se enferme, así como también usa estos estudios para determinar los factores protectores o terapéuticos (como los fármacos) que permiten sanar a la persona o prevenir la enfermedad.

Glucosuria: presencia de glucosa en orina.

Hemiparesia: parálisis de una mitad del cuerpo.

Hidramnios: síndrome clínico que se caracteriza por aumento exagerado de líquido amniótico.

Hidropesía: acumulación anormal de fluidos en tejidos fetales (eritroblastosis fetal).

Hiperplasia: aumento en el tamaño de un tejido u órgano por aumento en el número de sus células.

Hipertensión arterial: aumento del tono o tensión, especialmente de la presión vascular o sanguínea.

Hipertrofia: aumento en el tamaño de un tejido u órgano por un aumento en el volumen de sus células.

Inmunocompetente: es la capacidad del organismo para producir una respuesta inmune normal (inmunoglobulinas) después exposición a un antígeno. Inmunocompetencia es lo contrario de la inmunodeficiencia o inmunodeprimido.

Ligamento periodontal: son fibras que se fijan en el hueso alveolar por un extremo y en el cemento del diente por el otro. Forman una especie de red que sostiene el diente dentro del hueso a la vez que lo aísla del mismo.

Mácula: cambio circunscrito de color, sin elevación.

Micosis: afecciones producidas por hongos.

Mucocutáneo: relativo a mucosa y piel.

Neuropatía: trastorno de los nervios por cualquier causa.

Obesidad mórbida: obesidad en estado o condición de enfermedad.

Organización Mundial de la Salud (OMS): es una agencia especializada de las naciones Unidas que actúa como autoridad coordinadora en asuntos relacionados con la salud pública de todo el mundo. Fue fundada el 7 de abril de 1948 y su sede central reside en Ginebra, Suiza.

Organización Panamericana de la Salud (OPS): es un organismo internacional de salud pública con 100 años de experiencia dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas. Goza de reconocimiento internacional como parte

del Sistema de las Naciones Unidas y actúa como Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. Dentro del Sistema Interamericano es el organismo especializado en salud.

Organogénesis: desarrollo o crecimiento de los órganos.

Orodinia: dolor de la faringe al tragar.

Poliuria: aumento del volumen de orina (diuresis).

Preeclampsia: complicación del embarazo caracterizada por hipertensión arterial a partir de las 24 semanas de gestación, proteinuria mayor de 0,3 g por litro en 24 horas, o edema después de 12 horas de reposo en cama.

Queilitis: inflamación de los labios.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): Procedimiento que se utiliza para amplificar un segmento de ADN a través de varios ciclos repetidos de replicación del fragmento flanqueado por los iniciadores que hibridaron con los dos extremos del segmento de ADN de interés.

Signo de Bell: hemiparesia facial con edema por afectación del séptimo par craneal de causa desconocida.

Sorbitol: polialcohol de fórmula empírica $C_6H_8(OH)_6$ que se obtiene por reducción del monosacárido más corriente, la glucosa.

Xerostomía: sequedad de la boca por defecto de las secreciones; boca seca.

ANEXOS

METABOLISMO ENERGÉTICO Y NUTRICIÓN

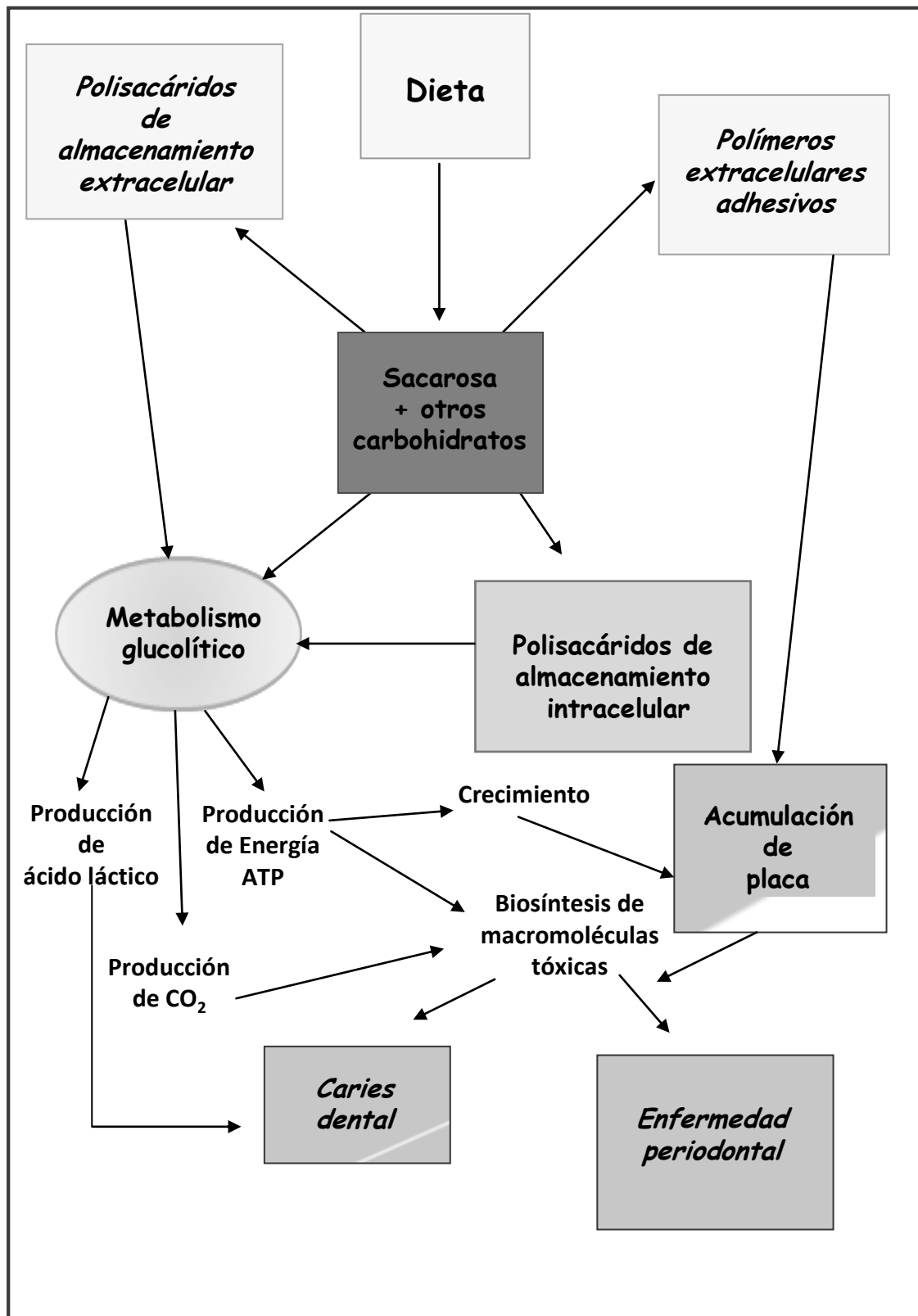
EXPECTATIVAS DE LOGRO

- Comprender la importancia de una correcta alimentación para conservar el estado de salud.
- Describir los principales nutrientes de los alimentos.
- Describir las principales vitaminas, la naturaleza de sus efectos biológicos y las coenzimas en las cuales las vitaminas son componentes esenciales.
- Reconocer la importancia de la pirámide nutricional como guía para una alimentación adecuada y variada en nutrientes.
- Calcular las necesidades energéticas diarias acorde al tipo de actividades que el individuo desarrolla.
- Valorar la importancia de la dieta en relación a la salud bucal e integral del individuo.
- Reconocer la importancia de la consistencia física de los nutrientes de la dieta y su relación con la caries dental.
- Valorar la acción del fluoruro en la prevención de la caries dental.

CONTENIDOS

Consideraciones generales de Vitaminas. Clasificación: vitaminas liposolubles (A, D, E y K), vitaminas hidrosolubles (B y C). Papel funcional de las vitaminas. Avitaminosis: importancia odontológica.

Consideraciones generales de metabolismo energético y nutrición. Cálculo del metabolismo basal y gasto calórico total. Necesidades diarias de glúcidos, lípidos y proteínas. Valor calórico de los alimentos. Cálculo de dietas. Nutrición, dieta y caries dental. Aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Concentración de fluoruro en el agua de bebida. Fluorosis dental. Mecanismo de la acción preventiva del fluoruro sobre la caries dental. Metabolismo del Fluoruro.



INTRODUCCIÓN

La ciencia de la nutrición estudia los requerimientos cualitativos y cuantitativos de la dieta, necesarios para conservar la salud. Es una premisa básica considerar al ser humano como **un ser integral, con una salud integral** considerando que cualquier causa que la altere podrá quebrar este equilibrio. Las causas (etiología) de numerosas enfermedades comunes en esta sociedad contemporánea, tales como caries dental, enfermedades cardíacas, diabetes, hipertensión y obesidad, están ligadas por lo menos en su mayoría a factores nutricionales.

Los alimentos son ingeridos por el hombre con el propósito de satisfacer sus demandas energéticas, proveer los principios materiales indispensables y mantener el funcionamiento corporal en óptimas condiciones. Los alimentos están compuestos químicamente por **nutrientes** que desempeñan funciones energéticas y plásticas necesarias para la vida. Hay 50 nutrientes específicos que se dividen en 6 categorías principales: hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas, minerales y agua.

METABOLISMO ENERGÉTICO

El organismo transforma y almacena la energía química contenida en los nutrientes de la dieta, principalmente en forma de **ATP**, que luego será utilizada para el mantenimiento de los procesos vitales.

Se denominan **requerimientos energéticos** a la cantidad de calorías que un organismo necesita para cubrir sus funciones específicas y mantenerse en estado de **salud**. La capacidad de cada nutriente para generar energía se denomina **valor calórico** y se expresa como la cantidad de kilocalorías (Kcal o Cal) que produce 1 gramo de sustancia orgánica cuando es degradada totalmente en el organismo. Este valor varía para los distintos nutrientes (Tabla 1).

Tabla1. Valor calórico de los principales nutrientes.

Glúcidos	4.1 Kcal/g
Proteínas	4.1 Kcal/g
Lípidos	9.3 Kcal/g

Las necesidades energéticas para cada ser humano responden a varios procesos de consumo los cuales se mencionan a continuación:

- **Consumo por Metabolismo Basal**

Es el gasto energético mínimo necesario para mantener las funciones fisiológicas básicas: funcionamiento cardíaco, tono muscular, transmisión de impulsos nerviosos, respiración, etc.

El valor del metabolismo basal es proporcional a la superficie corporal de la persona, varía con el sexo (mayor en varones) y la edad (disminuye con la edad), y se modifica en situaciones de enfermedad. Se expresa en Kcal/hora/m².

Tabla 2. Valores de Metabolismo Basal según edad y sexo (Kcal/m²/hora).

EDAD	VARON	MUJER	EDAD	VARON	MUJER
5	53,0	51,60	20-24	41,0	36,9
6	52,7	50,7	25-29	40,3	36,6
7	52,0	49,3	30-34	39,8	36,2
8	51,2	48,1	35-39	39,2	35,8
9	50,5	46,9	40-44	38,3	35,3
10	49,5	45,8	45-49	37,8	35,0
11	48,6	44,6	50-54	37,2	34,5
12	47,8	43,4	55-59	36,6	34,1
13	47,1	42,0	60-64	36,0	33,8
14	46,2	41,0	65-69	35,3	33,4
15	45,3	39,6	70-74	34,8	32,8
16	44,7	38,5	75-79	34,2	32,3
17	43,7	37,4			
18	42,9	37,3			
19	42,1	37,2			

- **Consumo por actividad física**

Es la energía que consume un individuo en condiciones de actividad física (muscular). Para su correcta estimación puede ser dividido en: *Actividad habitual* y *Actividad profesional*.

- Actividad habitual:** comprende las diferentes actividades comunes a todas las personas (vestirse, bañarse, comer, limpiar, etc.).
- Actividad profesional:** corresponde a la profesión del individuo y otras actividades dentro de las que se incluyen los deportes. De acuerdo a la intensidad se distinguen varias categorías.

Tabla 3. Gasto calórico según la actividad que realiza el individuo.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	ACTIVIDADES	GASTO CALÓRICO
Liviano	Sentado, poco movimiento de brazos y en ambientes templados	Dibujantes, porteros, estudiantes	30-70 Kcal/h promedio:50 Kcal/h
Mediano	Bajo techo, en ambientes templados, generalmente de pie.	Profesionales de la salud, ama de casa, docentes, oficinistas	70-150 Kcal/h promedio: 110Kcal/h.
Intenso	Al aire libre, con cierto vigor en los movimientos	Albañiles, carpinteros, ciclistas	150-300 Kcal/h promedio: 225Kcal/h.
Extenuante	A la intemperie y con mucho desgaste físico.	Hacheros, mineros, futbolistas	Más de 300Kcal/h. promedio: 500Kcal/h

- **Consumo por acción dinámica específica**

Es el gasto energético adicional producido como consecuencia de los diversos procesos metabólicos a los que son sometidos los nutrientes (digestión, absorción, degradación, etc.). Con una dieta mixta, compuesta por glúcidos, lípidos y proteínas, el desaprovechamiento de energía derivado de la acción dinámica específica es aproximadamente del 10% del total.

NUTRIENTES FUNDAMENTALES PARA LA VIDA HUMANA

El organismo requiere de los principios esenciales a fin de asegurar su mantenimiento y desarrollo normal. Los **nutrientes** o **principios alimenticios** son sustancias cuya ausencia o disminución por debajo de ciertos límites ocasionan la aparición de enfermedades carenciales.

1) Glúcidos

Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía química para el hombre, por su abundancia en la naturaleza y predominio sobre los demás nutrientes de la dieta habitual. En el cuerpo humano funcionan principalmente en la forma de glucosa, y unos cuantos tienen importancia estructural. Cada gramo produce 4 kcal, sin importar la fuente.

Los hidratos de carbono contienen **fibras** representadas por los componentes de la pared celular de los vegetales, que el organismo humano no puede digerir, y que son muy importantes para el normal funcionamiento intestinal. Algunas fuentes naturales de

hidratos de carbono son: granos de cereales, pan, pasta, arroz, legumbres, avena, verduras (guisantes, zanahorias, nabos), frutas (uvas, cerezas, bananas), azúcar de mesa, lactosa, miel, golosinas, etc.

2) Lípidos

Los lípidos y en especial las grasas, bajo la forma de triacilgliceroles, proveen energía química al organismo, protegen a los órganos vitales contra los traumatismos, mantienen a las membranas celulares funcionando apropiadamente, actúan como aislantes térmicos, sirven como vehículo de vitaminas liposolubles y mantienen la salud de la piel y el cabello, entre otras funciones. Hay dos tipos de grasas en los alimentos:

Visibles, tales como las contenidas en manteca, margarina, grasas y aceites.

Ocultas, que son las que se encuentran en carnes, leche y huevos.

Las grasas contribuyen a la sensación de saciedad y las más efectivas están en los alimentos que contienen grasas visibles.

El organismo no sintetiza ciertos ácidos grasos, lo llamados ácidos grasos esenciales, por lo que la dieta deber ser suplementada con ellos. Tres ácidos grasos poliinsaturados por lo menos son recomendados como esenciales: linoleico, linolénico y araquidónico, que en proporciones adecuadas disminuyen la tasa de patologías coronarias. Los lípidos aportan 9 kcal por gramo, que es alto contenido de energía. Evidentemente las fuentes principales las constituyen los alimentos de origen animal: carne con grasas, manteca, embutidos, crema de leche y de origen vegetal: aceites de maíz, soja y oliva. También aportan lípidos las nueces, maní, almendras, castañas, semillas de lino, chía y sésamo.

3) Proteínas

Las proteínas de la dieta proporcionan al organismo aminoácidos necesarios para sintetizar proteínas específicas para construir y mantener los tejidos corporales, como así también formar enzimas, hormonas, inmunoglobulinas y compuestos que contienen nitrógeno como purinas y pirimidinas, entre otras funciones. Los aminoácidos desde el punto de vista nutricional se clasifican en **esenciales** (aquellos que el organismo no puede sintetizar o lo hace a velocidades muy lentas) y **no esenciales** (son sintetizados por el organismo); el aporte exógeno es indispensable para reponer continuamente estas sustancias. La cantidad adecuada de proteínas en la dieta depende de tres factores:

- **Calidad de la proteína**: la síntesis de proteínas en el organismo se rige por la “ley del todo o nada”, por lo tanto es necesario que todos los aminoácidos que constituyen una proteína se encuentren en cantidades adecuadas. La calidad o **valor biológico** de las proteínas que se ingieren con la dieta depende de la cantidad de aminoácidos esenciales que aportan al organismo. Por ejemplo, las proteínas de la leche, huevo y carnes son de **alto valor biológico**, en tanto que las proteínas vegetales son deficientes en algunos aminoácidos esenciales y se las considera de **bajo valor biológico**. En una alimentación mixta la deficiencia de un aminoácido en una proteína se compensa con su abundancia en otra proteína.

- **Ingestión de energéticos:** para que las proteínas de los alimentos no sean degradadas para obtener energía y reducir al mínimo sus requerimientos, se debe asegurar un adecuado aporte de nutrientes energéticos como por ejemplo, hidratos de carbono y lípidos. La proteínas proveen 4 kcal por gramo.
- **Actividad física:** el requerimiento diario de proteínas (cuando el aporte de hidratos de carbono y lípidos es adecuado) necesario para desarrollar una actividad física normal en un adulto sano es de 0,8 gramos/Kg de peso/ día. Estos requerimientos son mayores para las mujeres embarazadas, durante la lactancia y en los niños.

Las fuentes principales de proteínas las constituyen algunos alimentos de origen animal: huevos, aves, pescados, carnes y productos lácteos, y de origen vegetal: soja, frutos secos, champiñones, legumbres y cereales. La soja es una legumbre muy nutritiva, rica en proteínas, con un elevado porcentaje de proteínas de alta calidad (37 gramos de proteínas por cada 100 gramos de soja).

16) **Minerales**

Los elementos minerales presentes en el cuerpo animal pueden clasificarse en dos grupos:

Macrominerales: son aquellos cuyos requerimientos corresponden a cantidades mayores a 100mg por día.

Oligoelementos: sus requerimientos son inferiores a 100mg diarios.

Entre las diversas funciones que cumplen los minerales en el organismo se pueden mencionar como ejemplos, los siguientes:

- Sodio, potasio y cloro: son factores importantes en el mantenimiento del equilibrio ácido-base y en el control osmótico del metabolismo del agua.
- Calcio, fósforo, flúor y magnesio: están presentes en los tejidos calcificados.
- Zinc y magnesio: participan en los sistemas enzimáticos.
- Azufre: forma parte de los aminoácidos y está presente en algunos cofactores enzimáticos.
- Hierro: es constituyente de la hemoglobina y cofactor en la hidroxilación durante la síntesis de colágeno.

Tabla 4. Requerimientos diarios de sustancias macrominerales y microminerales.

ELEMENTO	FUENTES NATURALES	REQUERIMIENTOS DIARIOS
CALCIO	Leche, productos lácteos, pescado	800mg
FÓSFORO	Leche, productos lácteos, pescado, yemas de huevo, legumbres, nueces	800mg
SODIO	Sal de mesa, bicarbonato de sodio, alimentos animales.	1,1-1,3 g
POTASIO	Frutas, verduras, granos enteros, carne, leche, legumbres	1,9-5,6 g
MAGNESIO	Verduras de hojas verdes, nueces, legumbres, granos enteros.	350 mg (varón) 300 mg (mujer)
COLORO	Sal de mesa, alimentos animales.	1,7-5,1 g
HIERRO	Hígado, carnes, yema de huevo, verduras de hoja, granos enteros	10 mg (varón) 18 mg (mujer)
COBRE	Hígado, riñón, yema de huevo, granos enteros.	2-3 mg
YODO	Pescados, mariscos, sal yodada	150 ug
FLÚOR	Pescado, mariscos, algunas aguas potables, té.	1,5-4,0 mg
MANGANESO	Hígado, riñón, germen de trigo, té	2,5-5,0 mg
CINC	Hígado, mariscos, germen de trigo, legumbres.	15 mg
CROMO	Hígado	0,05-0,2 mg
COBALTO	Hígado	No establecido

5) Vitaminas

Las vitaminas son un conjunto de sustancias orgánicas que el hombre no puede sintetizar. No cumplen funciones materiales o energéticas, pero son esenciales para mantener la salud y el crecimiento normal. Las vitaminas difieren en su composición química, función biológica y distribución en los alimentos. En relación a otros nutrientes, las necesidades diarias son muy pequeñas en el orden de los miligramos.

La mayoría de los alimentos contiene una o más vitaminas, pero ninguno contiene a todas en cantidades apropiadas. Una dieta variada es aconsejable para satisfacer las necesidades diarias humanas. La carencia de las mismas produce cuadros patológicos específicos (avitaminosis). Algunas de las vitaminas son incorporadas por la dieta en forma de precursores y en el organismo son metabolizadas dando lugar a la vitamina correspondiente.

Las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos:

- a) **Vitaminas liposolubles** (A, D, E y K).
- b) **Vitaminas hidrosolubles** (C y complejo B).

En la tabla 5 podemos observar las funciones de las distintas vitaminas y las fuentes naturales en que se las puede encontrar.

Tabla 5. Principales funciones y fuentes naturales de las vitaminas.

VITAMINA	FUNCIÓN	FUENTES
Vitamina A Retinol	Mantiene la integridad de piel y mucosas. Es esencial para la reproducción y crecimiento. Participa en el desarrollo de huesos y dientes. Es constituyente de los pigmentos visuales.	Vegetales pigmentados, hígado, leche, manteca, huevos y pescados.
Vitamina D	Promueve la absorción de calcio y fósforo. Es fundamental para la formación de huesos y dientes.	Manteca, yema de huevo, leche, pescado y aceites de hígado de peces.
Vitamina E Tocoferol	Es antioxidante.	Aceites de maíz, algodón y soja. Germen de trigo.
Vitamina K Antihemorrágica	Es indispensable para la síntesis de proteínas que participan en la coagulación sanguínea.	Repollo, coliflor, espinaca y otros vegetales verdes.
Vitamina C Acido ascórbico	Interviene en la síntesis de colágeno y catecolaminas. Favorece la absorción intestinal de hierro.	Repollo, hígado, riñón, cítricos y levadura de cerveza.
Vitamina B₁ Tiamina	Es constituyente de sistemas enzimáticos que catalizan la descarboxilación oxidativa de alfa-cetoácidos.	Granos enteros, carne de cerdo, hígado, legumbres y levadura de cerveza.
Vitamina B₂ Riboflavina	Es integrante de las coenzimas FAD y FMN.	Hígado, riñón, carnes, pescados y yema de huevo.
Vitamina B₃ Ácido pantoténico	Es constituyente de la coenzima A y de la proteína transportadora de acilos.	Hígado, riñón, yema de huevo, carne, leche, repollo, maní, batata y levadura de cerveza.
Vitamina B₅ Ac. Nicotínico	Es integrante de las coenzimas NAD y NADP	Hígado, carnes, huevos, granos de cereales enteros y maní.
Vitamina B₆ Piridoxina	Es integrante de la coenzima piridoxal fosfato que interviene en reacciones de transaminación. Participa en la biosíntesis del Hem.	Cereales enteros, repollo, legumbres, carne de cerdo, pescado y huevos.
Vitamina B₇ Biotina	Actúa como coenzima en reacciones de carboxilación y descarboxilación.	Hígado, paltas, bananas, carnes, verduras y huevo.
Vitamina B₉ Ácido fólico	Participa en la síntesis de purinas y timinas y en la hematopoyesis.	Legumbres, repollo, hígado, riñón y levadura de cerveza.
Vitamina B₁₂ Cobalamina	Interviene en la maduración de eritrocitos, en el metabolismo de metionina y en la transmetilación.	Hígado, carne, leche, mariscos, pescados y huevos.

6) Agua

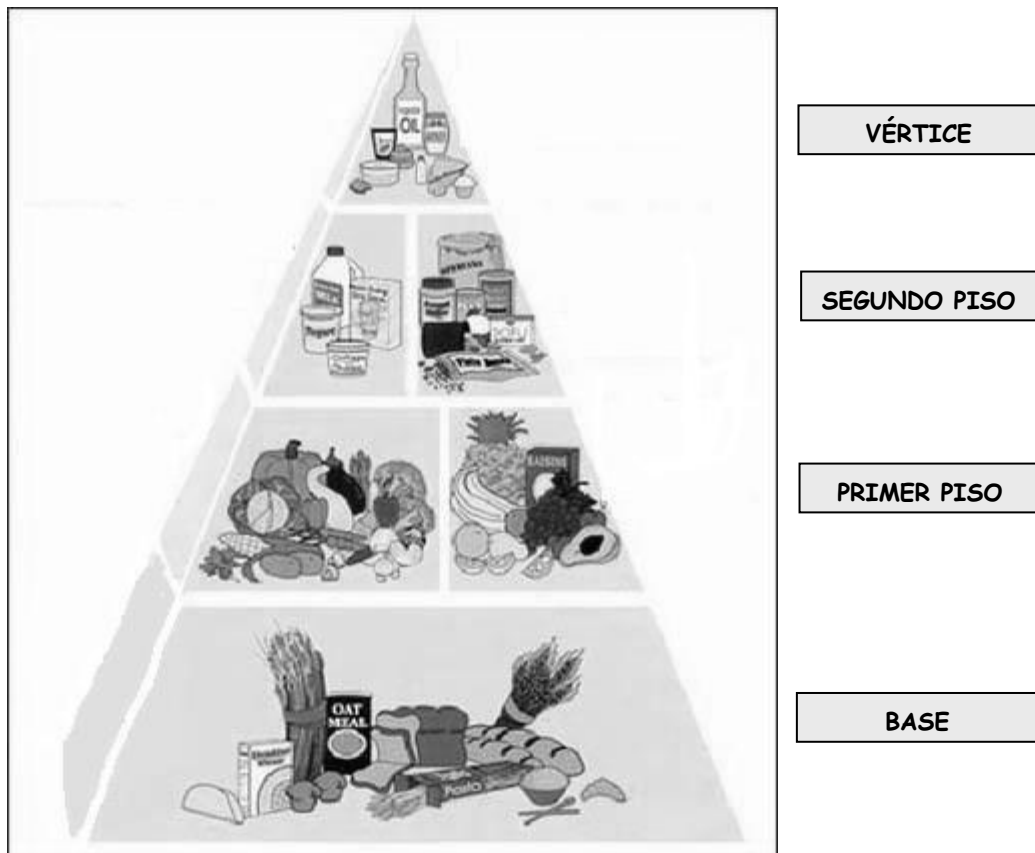
Es el constituyente más abundante del organismo. Los requerimientos diarios varían acorde a la temperatura y humedad ambiente, temperatura corporal y actividad que desarrolla el individuo. Un adulto sano debe ingerir 2,5 litros para restituir el líquido eliminado diariamente y mantener el balance hídrico en condiciones normales. La eliminación de agua se realiza por la piel (sudor, perspiración), pulmón (vapor de agua), intestino (heces) y riñón (orina). El equilibrio hídrico entre ingestión y excreción se mantiene gracias a los mecanismos de regulación que dispone el organismo.

Existen en el mercado farmacológico actual suplementos nutricionales balanceados que contienen glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas, minerales y fibra alimentaria.

GUÍA PARA UNA CORRECTA ALIMENTACIÓN

Es importante tener en cuenta que una dieta balanceada requiere aproximadamente un **60%** de **glúcidos**, **25%** de **lípidos** y **15%** de **proteínas**.

La pirámide nutricional ha constituido una guía práctica para lograr una alimentación equilibrada. Aunque en la actualidad se recomienda el uso del óvalo nutricional, en la primera parte se explicará el significado de la pirámide nutricional para que usted pueda luego compararla con el óvalo nutricional.



Base: está formada por el grupo de pan integral, cereal, pastas y arroz. Estos alimentos aportan los nutrientes para la obtención de la energía necesaria para el mantenimiento y funcionamiento de órganos y sistemas. Se recomiendan 6 a 11 porciones de productos de grano entero, cereales fortificados o enriquecidos.

Primer piso: constituido por el grupo de vegetales y frutas que aportan vitaminas A, B, D, E, K y minerales como hierro, magnesio, cloro y potasio; son nutrientes que aportan vitalidad. Se aconsejan 3 a 5 porciones de verduras de todos los colores y 2 a 4 porciones de fruta 3 o 4 días en la semana.

Segundo piso: formado por los grupos alternativos de:

- lácteos (leche, yogurt y queso fresco, semi-descremado o descremado y fortificado),
- carnes (rojas y blancas), huevos, frutas secas y legumbres

Actúan principalmente en el funcionamiento y renovación de los tejidos; proveen calcio, proteínas, vitaminas A y D, fósforo, niacina y hierro. Se recomiendan 2 a 3 porciones semanales. Las proteínas de los cereales con leche pueden reemplazar una porción de carnes.

Vértice: aquí se encuentran los dulces y grasas y aceites vegetales. Proveen al organismo de hidratos de carbono y grasas, con un gran aporte calórico y energético. Este grupo no reemplaza a los anteriores. Las cantidades deben ser determinadas de acuerdo a los requerimientos de cada persona. Para obtener una alimentación completa deben incluirse diariamente alimentos variados, tratando de reemplazarlos en forma continua e intercalando los grupos.

Se ha descubierto que un alto consumo de azúcares refinados tales como el arroz sin cáscara y el pan blanco puede resultar perjudicial para los niveles de glucosa y de insulina. Así, al reemplazar estos hidratos de carbono por grasas monoinsaturadas o poliinsaturadas disminuye el riesgo de enfermedades cardíacas.

Los especialistas en nutrición proponen en la actualidad una nueva pirámide de la alimentación que recomienda el consumo de lípidos beneficiosos y cereales integrales para evitar el consumo de azúcares refinados, manteca y carnes rojas.

El Óvalo Nutricional

El óvalo nutricional muestra la variedad de los alimentos diarios y de las proporciones del consumo de alimentos necesarias para lograr una alimentación saludable.



* Longo, E. Lema, S., Lopresti, A. Guías alimentarias para la población argentina. Manual de Multiplicadores. Buenos Aires, Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas-dietistas, 2002.

Este óvalo es una representación gráfica para lograr una alimentación saludable, propuesta por la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas (AADYND).

La forma en que se realiza la lectura del óvalo es en sentido inverso a las agujas del reloj. Al comienzo se encuentra el agua, después sigue el consumo de hidratos de carbono complejos. Luego, sugiere alimentos que contienen menor cantidad de hidratos de carbono, pero se incorporan las proteínas, las grasas y un gran contenido de vitaminas. Siguiendo el recorrido del óvalo, los alimentos contienen proteínas y grasas. En la parte final se ubican mayormente las grasas e hidratos de carbono simples.

El óvalo nutricional sugiere la variedad de los alimentos cotidianos y de las proporciones del consumo de alimentos necesarias para lograr una alimentación rica en nutrientes.

En el esquema, los alimentos se encuentran agrupados de acuerdo con las sustancias nutritivas que poseen, es decir, de acuerdo con el grupo de alimentos del que forman parte. De abajo hacia arriba, es decir de mayor a menor, se refleja la proporción de cada grupo de alimentos que es conveniente comer. Por ejemplo, a lo largo del día es conveniente consumir mayor proporción de cereales que de carnes. Así se garantiza un aporte adecuado y equilibrado de la energía de los cereales y de las proteínas y del hierro de las carnes. De igual modo, es necesario que las hortalizas y las frutas estén presentes

en mayor cantidad que los azúcares y dulces, pues estos últimos favorecen el desarrollo de sobrepeso y caries dental. En cambio, las frutas y hortalizas contienen fibras, vitaminas y minerales, todos indispensables para el buen funcionamiento del organismo.

LEYES DE LA ALIMENTACIÓN

La selección de los alimentos de la dieta debe responder a las necesidades plásticas y energéticas de cada organismo. El profesor Pedro Escudero enunció en 1937 cuatro leyes para una correcta alimentación que aún hoy se encuentran vigentes.

- 1) **Ley de cantidad:** la cantidad de alimentos ingeridos debe ser suficiente para cubrir todas las necesidades corporales, de lo contrario el organismo recurre a sus propias reservas (tejido adiposo).
- 2) **Ley de calidad:** el régimen alimentario debe ser completo en su composición, a los fines de asegurar al organismo todos y cada uno de los nutrientes que requiere para la función estructural y/o energética.
- 3) **Ley de armonía:** las cantidades de los nutrientes deben guardar entre sí una adecuada relación de proporción.
- 4) **Ley de adecuación:** la dieta debe ser adaptada a cada situación en particular (embarazo, lactancia, crecimiento), tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo.

NUTRICIÓN Y SALUD BUCAL

Numerosos estudios han demostrado que el tipo de alimentación afecta a los dientes y las estructuras de soporte óseo durante el desarrollo, mantenimiento y recambio de las piezas dentarias. Las deficiencias en la nutrición pueden:

- producir alteraciones en los huesos maxilares, estructuras craneofaciales, dientes, labios y paladar.
- producir cambios en la morfología y patrones de erupción de los dientes
- alterar la función de las glándulas salivales, disminuyendo la secreción de saliva y consecuentemente aumentando el riesgo de formación de caries dentales.
- ocasionar patrones inadecuados de crecimiento de los maxilares y, como consecuencia, mal alineación de los elementos dentarios.
- provocar labio leporino y paladares hundidos.

Las personas con dietas deficientes en vitaminas B, C y E presentan inconvenientes en la reparación de heridas producidas por cirugías y traumatismos bucales. El odontólogo debe aconsejar a sus pacientes sobre la importancia de una correcta nutrición para el mantenimiento de la salud bucal y sistémica, en especial:

- pacientes que presentan caries nuevas al visitar al odontólogo.
- pacientes embarazadas.
- pacientes con caries en lugares inusuales como por ejemplo: entre dos dientes o cuellos dentarios.
- niños y adolescentes.
- adultos mayores de 60 años.
- pacientes portadores de prótesis.
- pacientes portadores de aparatos de ortodoncia fijos.

ALIMENTACIÓN Y CARIES

La dieta del hombre primitivo consistía en alimentos de gran tamaño que necesitaban una masticación vigorosa con la que se ejercía un apreciable efecto de limpieza. El cambio del estilo de vida y el incremento en el consumo de alimentos blandos que contienen azúcares refinados produjeron un aumento de las enfermedades bucodentales.

- **Factores que establecen el potencial cariogénico de los alimentos.**

La cantidad de azúcar que se ingiere no es el principal determinante del efecto cariogénico de la dieta; existen otros tales como:

- a) **La consistencia física de los alimentos (adhesividad):** una gaseosa es menos cariogénica que un caramelo masticable.
- b) **El tipo de azúcar consumido:** sacarosa es el azúcar mas cariogénico.
- c) **El momento de la ingesta:** es más nociva la ingesta de azúcares entre comidas que junto a las comidas principales.
- d) **La frecuencia de la ingesta.**
- e) **La frecuencia de cepillado dental:** se inactiva el proceso destructivo de la placa bacteriana en dientes y encías.

- **Potencialidad cariogénica de los alimentos (ordenados de mayor a menor).**

- 1) Caramelos.
- 2) Pan + manteca + miel
- 3) Miel
- 4) Galletitas dulces
- 5) Pan + manteca + mermeladas
- 6) Helados
- 7) Pan blanco + mermeladas
- 8) Leche
- 9) Manzanas

FLÚOR

Generalidades:

El flúor es un elemento químico del grupo de los halógenos, de PA= 19, que en estado puro tiene el aspecto de un gas débilmente amarillo. Su principal característica es la gran electronegatividad que lo redispone a combinarse químicamente con otros elementos, razón por la cual es muy difícil encontrarlo puro en la naturaleza. Es muy soluble en agua y la forma combinada que más se encuentra en la naturaleza es el fluoruro de calcio o fluorita (CaF).

El flúor en los alimentos:

La ingesta alimentaria de fluoruros procede de diferentes vías: agua, alimentos, uso de compuestos fluorados, etc. Los que aportan mayor contenido de fluoruro son las infusiones (té), bebidas, pescado de mar, y en menor proporción las carnes, frutas, huevos y cereales. El aporte de flúor en la leche materna es muy pobre. Cuando se prepara leche en polvo disuelta en agua fluorada la concentración de flúor es 150 veces superior a la que ingiere el niño con lactancia materna.

El agua de consumo habitual es la principal fuente de este elemento y la concentración es variable dependiendo del origen de las mismas. Los organismos gubernamentales suelen fluorar las aguas de bebida artificialmente a fin de alcanzar la concentración de 1 parte por millón (1ppm= 1mg/l) que es óptima para la prevención de la caries dental. Las aguas minerales envasadas contienen cantidades variables del ión, a veces elevada, por lo tanto es aconsejable leer atentamente la etiqueta antes de consumirla.

Metabolismo del flúor:

La principal vía de incorporación del flúor en el organismo humano es la digestiva. La absorción se realiza principalmente en el estómago y primera porción del duodeno por difusión simple como ácido fluorhídrico (HF). El flúor del agua se absorbe casi totalmente (95-97%) y en menor proporción el unido a los alimentos; el de la leche no supera el 60%. Entre el 80 y 90% de la cantidad ingerida se absorbe y el resto se elimina con las heces y orina. El tiempo medio de absorción es de 30 minutos. La velocidad de absorción gástrica está directamente relacionada con la acidez estomacal. Cuanto más ácido sea el contenido estomacal, mayor será el pico de flúor plasmático y más temprana será su aparición. Concentraciones elevadas de calcio en la dieta disminuyen la absorción debido a la formación de fluoruro de calcio insoluble.

Distribución en el organismo:

Una vez absorbido, el flúor pasa a la sangre y difunde a los tejidos, fijándose específicamente en los tejidos calcificados con los que tiene gran afinidad, como son los huesos y los dientes.

- ❖ **Fluoruro en plasma (fluoremia):** El fluoruro circula en plasma sin unirse a proteínas. En general las concentraciones plasmáticas en adultos sanos y en ayuno depende de las concentraciones en el agua de bebida, por lo que se deduce que las concentraciones plasmáticas de este ión no están sujetas a procesos de regulación.
- ❖ **Tejidos blandos:** A partir del plasma el fluoruro se incorpora a los tejidos blandos en una concentración entre 10 a 50% menores que el plasma; no obstante la concentración tisular está directamente influida por la concentración plasmática.
- ❖ **Líquidos especializados del cuerpo:** En saliva parotídea la concentración de fluoruro es levemente inferior a la del plasma y cambia simultáneamente y en la misma proporción con la concentración plasmática por lo que la relación de concentración de fluoruro entre ambos líquidos se mantienen constantes.
- ❖ **Tejidos calcificados:** Aproximadamente el 50% del fluoruro absorbido por día en adultos jóvenes y sanos es retenido por el tejido óseo. Durante las etapas del crecimiento y desarrollo la retención de fluoruro por el hueso es mayor que en otras etapas de la vida. Esto puede deberse a que el hueso en desarrollo posee una circulación sanguínea abundante y los cristales de hidroxiapatita son mas numerosos, pequeños y laxamente organizados que en el hueso maduro, razón por la cual ofrecen una mayor superficie que favorece la captación de fluoruro. El contenido de este mineral en hueso incrementa con la edad. En los tejidos calcificados del diente los valores de fluoruro en dentina son semejantes a los de hueso, mientras que los de esmalte son menores. En este último tejido los valores de fluoruro reflejan principalmente los niveles de exposición a este mineral durante el crecimiento y desarrollo de los dientes, en tanto que los niveles en hueso y dentina son una expresión directa de los niveles de ingestión durante toda la vida.
- ❖ **Excreción:** Cuando el 50% de la dosis ingerida de fluoruro se encuentran en plasma se inicia una rápida disminución por eliminación de fluoruro con la orina y distribución en tejidos.

Efecto cariostático del flúor sobre la estructura del diente:

El fluoruro reduce la disolución ácida del esmalte provocada por la placa bacteriana y con esto la disminución de caries dental. La reducción en la desmineralización se puede dar por varias vías:

1) Disminuye la solubilidad de los cristales de hidroxiapatita:

- a) Modifica la carga electrostática de la superficie del esmalte, alterando la estructura de la película adquirida ya que modifica la adsorción de las proteínas salivales.
- b) El fluoruro ocasiona cambios radicales en la trama de la hidroxiapatita; aumenta las uniones puente hidrógeno y la carga electrostática dentro del cristal formando una trama de hidroxiapatita mas estable y menos soluble por acción de ácidos.

2) Inhibe la pérdida mineral y aumenta la recristalización:

Al metabolizar los hidratos de carbono la placa bacteriana produce ácidos que difunden hacia el esmalte disolviendo sus componentes minerales (desmineralización). Si el proceso es revertido por neutralización de los ácidos, los minerales vuelven al diente restituyendo los cristales disueltos (remineralización o recristalización). Es importante que la cantidad de fluoruro para generar la recristalización se encuentre en bajas concentración y en forma continua para difundir al interior del esmalte y precipitar como fluorapatita.

Efecto cariostático del flúor sobre la placa bacteriana:

El flúor ejerce una importante acción inhibitoria del crecimiento de las bacterias de la placa; actúa inhibiendo enzimas que participan en el control del metabolismo bacteriano. Podemos mencionar la acción cariostática del flúor sobre la placa como una reducción de la producción ácida bacteriana porque:

- a) Modifica el metabolismo de carbohidratos puesto que inhibe la enzima enolasa que actúa en la reacción de 2-fosfoglicerato a fosfoenolpirúvico en la vía de la glicólisis.
- b) Disminuye la gluconeogénesis al disminuir la disponibilidad de glucosa 6-fosfato.
- c) Inhibe la adherencia bacteriana.
- d) Inhibe la formación de la pared celular de los microorganismos.

Estrategias de administración de fluoruros:

1) Vía sistémica.

Se puede administrar de varias formas:

- Fluoración de las aguas de bebida pública.
- Aguas de mesa con flúor.
- Fluoración de agua en las escuelas.
- Fluoración de los alimentos como sal, leche, harina, cereales o leche
- Suplementos dietéticos fluorados que se administran como gotas y tabletas.

2) Vía tópica.

Se puede administrar como:

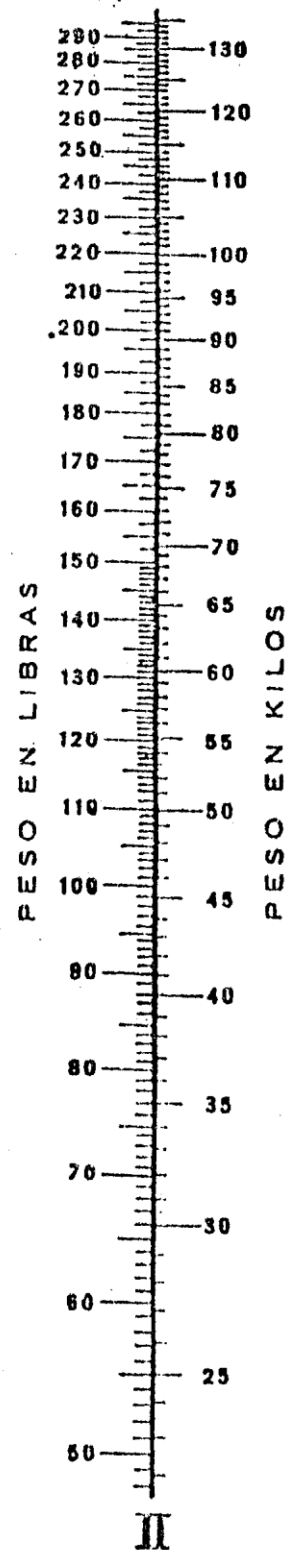
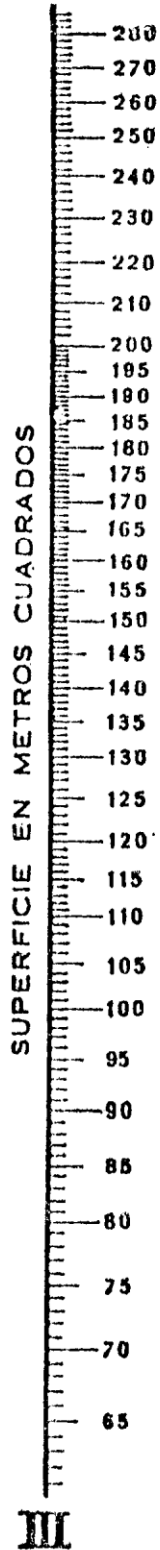
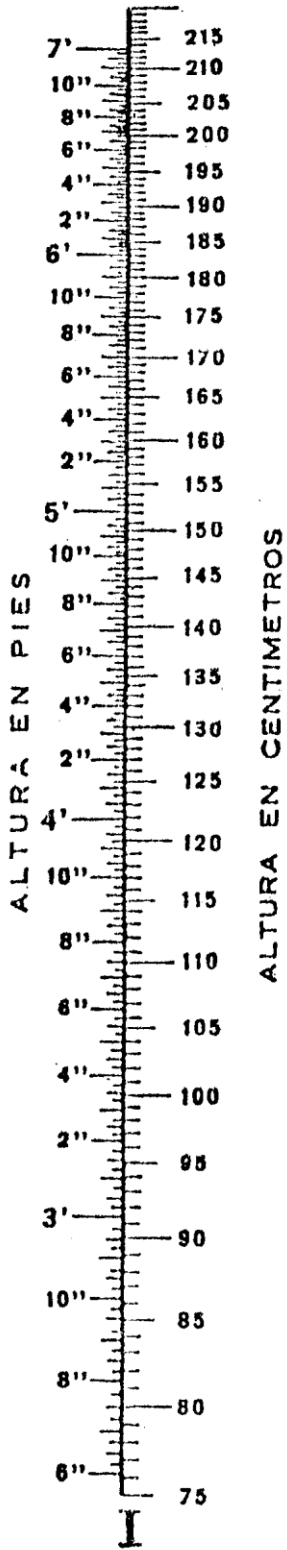
- Colutorios.
- Geles.
- Pastas dentales.

Limitaciones en el uso del flúor:

Un consumo excesivo de fluoruro por encima de 1,5 ppm (1,5 mg/L) y por períodos prolongados origina en el esmalte manchas blancas, opacas, sin brillo, de variadas formas y tamaños. Esta alteración se conoce como **fluorosis dental** o esmalte veteadado. El riesgo y severidad de esta alteración se correlaciona con los niveles plasmáticos elevados de flúor en el período de formación de los dientes desde la gestación hasta los 8 años de edad.

El flúor ingerido por vía sistémica en altas concentraciones y de forma constante a lo largo del período de formación y calcificación del diente, cuando aún éste no ha erupcionado, altera el metabolismo del ameloblasto creando una matriz defectuosa que se manifiesta clínicamente como una hipoplasia o defecto del esmalte dental. Por esta razón nunca aparecerá fluorosis dental una vez que el esmalte esté formado.

TABLA DUBOIS DE LA SUPERFICIE DEL CUERPO
 preparada por Boothby y Sandiford de la Clínica Mayo



ACTIVIDADES A REALIZAR

Como actividad complementaria puede desarrollar las siguientes actividades, utilizando las tablas correspondientes.

- 1) Calcule el gasto calórico total diario (en Kcal/día) de su organismo de acuerdo a las actividades que Ud. realiza.

SEXO	TALLA	PESO	EDAD	SUPERFICIE CORPORAL*	PROFESIÓN	METABOLISMO BASAL

*: Para calcular la superficie corporal utilice los datos de talla y peso del normograma de Dubois

- 2) Complete el siguiente cuadro de acuerdo a las actividades que usted realiza durante las 24 horas del día.

TIEMPO (horas)	ACTIVIDAD	Kcal/día
	Metabolismo basal.	
	Acción dinámica específica (10%)	
		Total:

- 3) A partir del gasto calórico total diario calculado en el punto anterior determine la cantidad (en gramos) de glúcidos, lípidos y proteínas que Ud. debe ingerir diariamente.

	Kcal/día	Gramos/día
Glúcidos		
Lípidos		
Proteínas		

ELABOREMOS UNA MONOGRAFÍA

La **monografía** es un trabajo de investigación escrito, de manera individual o grupal, en el cual se expone el estado actual de un determinado tema.

Para cumplir con eficiencia esta labor es necesario realizar una investigación bibliográfica exhaustiva, seleccionar la información específica encontrada y organizarla, para luego redactar un informe final. La tarea a realizar para la elaboración de una monografía no es cuestión de pocos días, sino que requiere de un tiempo prudencial para llegar a una conclusión final.

Para realizar un trabajo monográfico se debe tener en cuenta algunas consideraciones que se describen a continuación.

1. **Delimitación del tema**

Una vez establecido el tema a estudiar, la primera etapa de la monografía es delimitarlo.

Por ejemplo: Nos han solicitado investigar como tema la célula. Nos preguntamos: ¿de qué célula se trata? ¿procariota o eucariota?. El tema es muy amplio.

Además, ¿se quiere conocer la estructura o sus funciones?. Debe delimitarse aún más. Si se refiere a la estructura: ¿se quiere conocer la de las membranas o la de cada organela?. Si se trata de las funciones: ¿se refiere al transporte de sustancias o al metabolismo de las diferentes moléculas?

2. **Búsqueda de información**

Una vez delimitado el tema es importante la búsqueda de información en fuentes confiables. Se pueden hacer entrevistas, encuestas y la bibliográfica obtenerla a partir de búsqueda en la biblioteca o por Internet. La información obtenida se debe almacenar en fichas, de manera resumida o textualmente, la que servirá para organizar las ideas y elaborar el esquema o plan de trabajo. Es posible que se encuentre abundante información sobre el tema propuesto o tal vez sólo información para llenar una sola página. No hay que desanimarse y la propuesta es continuar indagando.

La información encontrada en las distintas fuentes debe ser leída minuciosamente y en forma paralela armar un *glosario* con aquellas palabras que resulten desconocidas. Este procedimiento ayudará a comprender los textos y a seleccionar las ideas principales.

3. El plan de trabajo

El paso siguiente es planificar las acciones a seguir: redactar el plan de trabajo que oriente la confección de la monografía. El plan de trabajo constituye una guía del contenido o tema. La organización del trabajo debe seguir un orden lógico que evidencie un hilo conductor.

Las partes de la monografía son las siguientes:

- **TÍTULO:** debe ser corto y expresar la *intención* y el *contenido* de la monografía.
- **INTRODUCCIÓN:** contiene los fundamentos teóricos sobre el tema, y explicita el método utilizado, la forma en que se obtuvieron los datos, etc.
- **OBJETIVOS:** explicitan la meta a alcanzar en el trabajo.
- **DESARROLLO:** comprende la exposición sucesiva y lógica del tema. Puede dividirse en capítulos, temas y subtemas.
- **CONCLUSIÓN:** presenta las ideas principales explicadas en el desarrollo del tema, con un enfoque personal, logrando así la unidad del trabajo.
- **BIBLIOGRAFÍA:** se presentan todas las citas bibliográficas de libros y otras publicaciones en los que se investigó el tema, ordenándolas alfabéticamente según el apellido del autor.

4. Redacción de la monografía

El primer párrafo de un apartado contiene la idea general y plantea el desarrollo del contenido en los próximos. Cada párrafo debe contener el desarrollo de cada una de las ideas. Si se introduce una idea nueva se debe desarrollar en otro párrafo.

Para escribir correctamente la bibliografía se sugiere consultar las siguientes fuentes:

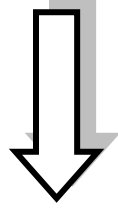
<http://medusa.unimet.edu.ve/procesos/referencias.html>

<http://biblioteca.unirioja.es/biblio/bdg/bdgcitas.pdf>

En síntesis...

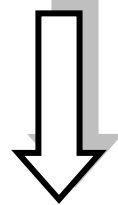
MONOGRAFÍA

Consiste en un trabajo de investigación en el que se exponen las ideas en torno a un tema.



PASOS A SEGUIR

1. Delimitación del tema.
2. Búsqueda de la información.
3. Elaboración del plan de trabajo



PARTES DE LA MONOGRAFÍA

- I. Título
- II. Introducción
- III. Objetivos
- IV. Desarrollo
- V. Conclusión

EL CARTEL O POSTER COMO MODALIDAD DE PRESENTACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICOS

Los investigadores (científicos o tecnológicos) se reúnen para formular hipótesis en un área determinada, trazando un plan estratégico de largo o mediano alcance y produciendo resultados de conocimiento sobre la temática en cuestión. Una manera de contribuir a que la ciencia no se comporte como una actividad oculta de nuestra cultura contemporánea es hacerla conocer.

La propagación de los resultados de una investigación se conoce como **difusión**. Así la presentación de trabajos en un **evento científico** es una actividad de difusión de la ciencia. La transmisión de la ciencia al público general se denomina **divulgación**. Por lo tanto, las conferencias de acceso libre organizadas por las sociedades científicas para dar a conocer los resultados de la situación actual en un campo científico son actividades de divulgación de la ciencia, permitiendo además que unos especialistas conozcan lo que sucede en el campo de otra especialidad. La difusión como la divulgación de saberes y experiencias son actividades de **comunicación**, aún cuando uno de los interlocutores actúe de manera pasiva.

Una **Jornada Científica** (congreso, jornada de actualización, simposio) es una oportunidad para intercambiar experiencias, conocimientos, éxitos en el campo de la ciencia, así como también para discutir las dificultades que se presentan para su producción. Los temas de discusión en un evento se pueden presentar de diferentes formas:

- ✓ mesas redondas,
- ✓ conferencias,
- ✓ temas libres,
- ✓ talleres,
- ✓ paneles,
- ✓ carteles o pósteres, entre otras.

El **Póster o Cartel** es una de las modalidades más importantes y modernas de la comunicación en ciencias de la salud.

El *póster* es un resumen gráfico del trabajo científico realizado en donde se deben señalar los aspectos más importantes. Esta forma de presentación es de utilidad para favorecer la comunicación cuando se realizan Jornadas Científicas con gran participación de expositores.

La confección del cartel o *póster* tiene como objetivos:

- ✓ favorecer la presentación de un elevado número de trabajos
- ✓ enriquecer la belleza estética del evento y
- ✓ agilizar la jornada de trabajo

Características generales del póster

El cartel tiene las siguientes cualidades:

- ❖ Permite una comunicación inmediata.
- ❖ Combina los atributos de las presentaciones orales y escritas.
- ❖ Facilita la reproducción ilimitada para la presentación de los hallazgos científicos.
- ❖ Permite una mayor comprensión conceptual por la factibilidad de relectura.
- ❖ Transmite mejor el mensaje cuando su diseño posibilita el dinamismo en su explicación.

Elaboración del póster

Para la confección de un póster se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ❖ Los textos deben ser concisos y precisos, no debiendo omitir información.
- ❖ El material informativo debe ser lo más simple posible.
- ❖ Su diseño debe ser atractivo, enfatizando los elementos visuales en colores, sin abusar de ellos. Recordar que la parte superior y central del cartel atraen más la atención. Se recomienda aceptar las sugerencias de un diseñador gráfico.
- ❖ Las palabras del texto deben tener un tamaño adecuado que posibilite su lectura desde una distancia de 1 m o más.
- ❖ Las letras y los números en los textos e ilustraciones deben ser de 0,50 a 0,75 cm. de altura y con trazos gruesos y negros. Las letras del título deben ser de 2,5 a 3 centímetros de altura.

Para su presentación es importante:

- ❖ Seleccionar un expositor del trabajo para la sesión de discusión de *póster*.
- ❖ Ajustarse al horario de presentación establecido.

En resumen, para la elaboración de un póster no hay una normativa específica, sino que simplemente se brindan orientaciones generales. Todo depende de la creatividad de los autores, la calidad del trabajo y la habilidad para su presentación.

Estructura del póster

El mismo debe contener las siguientes partes:

- ❖ Título
- ❖ Autores.
- ❖ Lugar donde se realiza la investigación y el *e-mail* del expositor.
- ❖ Introducción.
- ❖ Objetivos.
- ❖ Materiales y métodos.
- ❖ Resultados (gráficos, tablas y fotos).
- ❖ Discusión.
- ❖ Conclusiones.

En la parte superior del *póster* deben estar ubicados el **título** del trabajo y nombres de los **autores**. A continuación, se debe escribir el nombre y la dirección de la dependencia donde se realizó el trabajo, es decir, el hospital, instituto de investigación, cátedra, universidad, etc. señalando ciudad, provincia y país.

En la **introducción** se deben redactar los fundamentos teóricos sobre el tema estudiado y explicitar la hipótesis de trabajo.

Los **objetivos** deben ser concisos, reflejando claramente los propósitos de la investigación.

En **materiales y métodos** se debe especificar la población estudiada, selección de la muestra, métodos de análisis detallados a fin de permitir su reproducción por otros investigadores.

Los **resultados** se presentan en forma de gráficos, tablas y fotos, que reflejen con claridad los hallazgos obtenidos.

La **discusión** debe mostrar el análisis exhaustivo de los resultados hallados comparándolos con los de otros autores y fundamentando su acuerdo o desacuerdo. También se deberá fundamentar un hallazgo inédito para la literatura científica.

Al final y en lugar bien visible se deben escribir las **conclusiones** que sintetizen los aportes realizados en la investigación que se desarrolló.

Orientaciones generales para la presentación de póster

En los eventos científicos donde se realiza la exposición de trabajos a través de un póster se sigue una serie de pautas:

- ❖ El trabajo aparece en el programa del evento y habitualmente se especifica el día y hora de su presentación.
- ❖ Por sus contenidos se agrupan en áreas temáticas y se enumeran.
- ❖ El área disponible para montar *el póster* generalmente es de 1,50 m de alto por 1 m de ancho (Figuras 1 y 2). Sin embargo, existe la tendencia a que sean más anchos que altos: 1,50 m de ancho por 1,10 m de alto (Figura 3), ya que facilita la lectura con el inconveniente de ocupar más espacio.
- ❖ El *póster* debe ser montado por los autores en el sitio que se le asigne, una hora antes de la sesión y deberá mantenerlo expuesto durante todo el tiempo señalado. Para fijar el *póster* se necesitan tachuelas u otro material (*cinta engomada*) que deben ser previamente planificados por los autores.
- ❖ El *póster* debe ser retirado después de haber concluido la sesión o jornada.

Fig. 1. Modelo de póster.

El diagrama muestra un modelo de póster con las siguientes características:

- Dimensiones: 1,30 metros de alto y 1 metro de ancho.
- Secciones designadas:
 - Título: (caja rectangular)
 - Hospital o Instituto: (caja rectangular)
 - Autores: (caja rectangular)
 - Introducción: (caja rectangular)
 - Gráficos: (caja rectangular)
 - Fotos: (caja rectangular)
 - Tablas: (caja rectangular)
 - Gráficos: (caja rectangular)
 - Conclusiones: (caja rectangular)

Fig. 2 Modelo de póster.

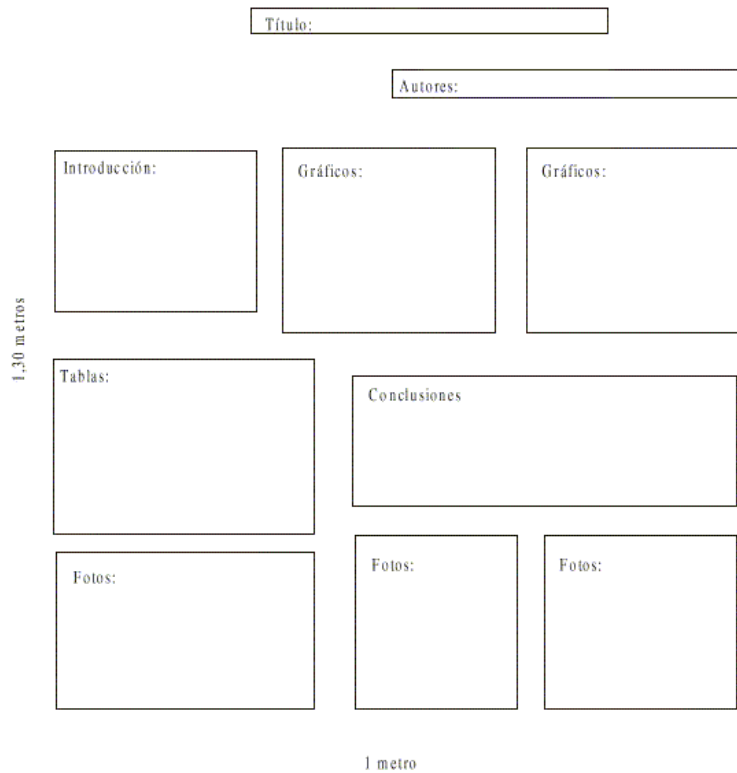
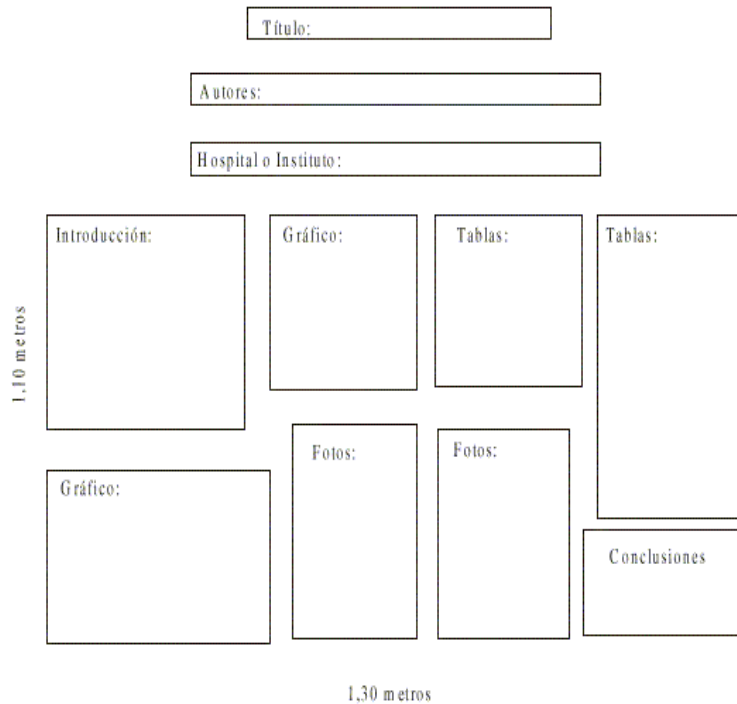


Fig. 3. Modelo de póster.



La comisión organizadora del evento debe informar con antelación el tamaño que se admitirá para los trabajos en cartel.

BIBLIOGRAFÍA

- Jara Casco E. *Póster* o trabajo en cartel. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba. 1987.
- Cabrera López L., Hernández Cabrera G. V., Valdés Leiva L., Pérez Clemente F. El cartel como modalidad de presentación de trabajos científicos en medicina familiar. Nuestra experiencia. Rev Cubana Med Gen Integr 2000; 16(2):204-208.

SOLUCIONES

PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN

TEÓRICO PRÁCTICO N° 1: PROTEÍNAS

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) e | 11) a |
| 2) A desarrollar | 12) e |
| 3) a | 13) e |
| 4) e | 14) e |
| 5) e | 15) d |
| 6) A desarrollar. | 16) d |
| 7) d | 17) A desarrollar |
| 8) b | 18) A desarrollar. |
| 9) d | 19) A desarrollar. |
| 10) d | |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 2: ENZIMAS

- 1) d
- 2) e
- 3) e
- 4) e
- 5) a: V; b: V; c: V; d: V; e: F.
- 6) b

TEÓRICO PRÁCTICO N° 3: GLÚCIDOS

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1) a | 8) e |
| 2) e | 9) A desarrollar. |
| 3) e | 10) e |
| 4) e | 11) a: V; b: F; c: V; d: F |
| 5) e | 12) A completar. |
| 6) b | 13) A completar. |
| 7) A desarrollar. | 14) A completar. |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 4: LÍPIDOS

- 1) d
- 2) e
- 3) d
- 4) e
- 5) b
- 6) e
- 7) e
- 8) Completar la tabla.

TEÓRICO PRÁCTICO N° 5: ÁCIDOS NUCLEICOS. BIOSÍNTESIS DE PROTEÍNAS. INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA MOLECULAR

- 1) a
- 2) d
- 3) b
- 4) a
- 5) c
- 6) c
- 7) a

TEÓRICO PRÁCTICO N° 6: OXIDACIONES BIOLÓGICAS. BIOENERGÉTICA

- | | |
|-------|-------|
| 1) e | 11) e |
| 2) e | 12) e |
| 3) e | 13) d |
| 4) d | 14) c |
| 5) d | 15) c |
| 6) e | 16) c |
| 7) e | 17) e |
| 8) d | 18) e |
| 9) e | 19) e |
| 10) b | 20) e |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 8: METABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) A desarrollar | 15) A desarrollar. |
| 2) e | 16) b |
| 3) A desarrollar. | 17) e |
| 4) A desarrollar. | 18) e |
| 5) e | 19) d |
| 6) e | 20) e |
| 7) e | 21) e |
| 8) e | 22) b |
| 9) e | 23) e |
| 10) e | 24) e |
| 11) d | 25) a |
| 12) e | 26) A desarrollar. |
| 13) e | |
| 14) A desarrollar. | |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 9: METABOLISMO DE LOS AMINOÁCIDOS

- | | |
|-------------------|-------|
| 1) A desarrollar. | 8) e |
| 2) c | 9) d |
| 3) e | 10) a |
| 4) e | 11) d |
| 5) e | 12) e |
| 6) b | |
| 7) e | |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 10: METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1) A desarrollar. | 9) Completar el cuadro. |
| 2) a: F; b: V; c: F, d: V; e: V | 10) e |
| 3) a | 11) d |
| 4) e | 12) c |
| 5) b | 13) b |
| 6) b | 14) b |
| 7) d | 15) c |
| 8) e | |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 11: HORMONAS – INTEGRACIÓN Y REGULACIÓN DEL METABOLISMO CELULAR

- | | |
|------|-------|
| 1) e | 9) c |
| 2) e | 10) e |
| 3) e | 11) b |
| 4) e | 12) a |
| 5) d | 13) e |
| 6) e | 14) e |
| 7) d | 15) e |
| 8) e | |

TEÓRICO PRÁCTICO N° 12: BIOQUÍMICA DE LOS TEJIDOS MINERALIZADOS

- | | |
|------|-------|
| 1) e | 10) e |
| 2) d | 11) e |
| 3) a | 12) e |
| 4) e | 13) e |
| 5) b | 14) e |
| 6) b | 15) b |
| 7) d | 16) a |
| 8) c | 17) c |
| 9) e | |