

50524
83



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

PROGRAMA MULTIMEDIA INTERACTIVO SOBRE LA
DIGESTION, ABSORCION, DISTRIBUCION Y DESTINO DE
LOS LIPIDOS EN EL CUERPO HUMANO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A :
ROCIO RAMIREZ HERNANDEZ

DIRECTOR: I.B.Q. VICTOR A. CORVERA PILLADO
ASESOR: MTRA. ROSALINDA ESCALANTE PLIEGO

MEXICO D.F.

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

JEFATURA DE LA CARRERA DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO BIÓLOGO

ASUNTO: ASIGNACIÓN DE SINODALES

ESTIMADOS MAESTROS:

La Dirección de la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", ha nombrado a ustedes como Sinodales del Examen Profesional del (la) señor (ita):

RAMÍREZ HERNÁNDEZ ROCÍO

para obtener el Título de Químico Farmacéutico Biólogo.

Programa Multimedia Interactivo sobre la digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos en el cuerpo humano.

Y asistir en la fecha que después se les hará saber al Examen de Recepción Profesional.

PRESIDENTE	MTRA. ROSALINDA ESCALANTE PLIEGO
VOCAL	I.B.Q. VÍCTOR A. CORVERA PILLADO
SECRETARIO	Q.F.B. MA. DEL ROCÍO BRECEDA HERNÁNDEZ
SUPLENTE	M. en C. CARLOS BAUTISTA REYES
SUPLENTE	Q.F.B. GRACIELA ROJAS VÁZQUEZ

ATENTAMENTE.
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D.F. a 07 de marzo de 2003

Q.F.B. ROBERTO CRUZ GONZÁLEZ MELÉNDEZ
JEFE DE LA CARRERA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

B

DEDICATORIAS

A mis padres:

Ana María y Aristeo

Por su gran amor, apoyo, dedicación y enseñanzas que hicieron posible que concluyera una de mis más grandes metas.

A mis hermanos:

Ana Lidia y Jacobo

Por apoyarme incondicionalmente, por su ejemplo de fortaleza ante la vida y por todos los gratos momentos que hemos compartido.

A mi esposo:

Manuel

Porque con su amor y comprensión me motiva a seguir adelante y no flaquear en los momentos difíciles.

A mis sobrinos:

Margarita, Alejandra, Verónica y José Manuel

Deseando que este proyecto les sirva de estímulo para saber que si no abandonan sus sueños pueden lograr todo lo que se planteen en la vida.

A Ruth Elizabeth † :

Por ser el ángel que nos cuida, acompaña y por estar siempre en mi corazón.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

C

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad de ser universitaria y pertenecer a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

A la Mtra. Rosalinda Escalante Pliego y al I.B.Q. Victor A. Corvera Pillado por su colaboración, paciencia, dedicación y por la oportunidad de realizar este proyecto.

A Juan Manuel de Jesús Escalante por su colaboración y creatividad.

A Vicente, Elizabeth, Norma, Paty y Moisés por su valiosa amistad y apoyo.

A todas las personas que de alguna manera me apoyaron, en especial al Sr. Raúl Alarcón.

A los alumnos que colaboraron para la evaluación del programa.

A mis amigos Martha, Lulú, José Manuel y Abraham por la oportunidad de conocerlos y compartir bellos momentos.

*A DIOS POR DARMÉ LA VIDA Y POR TODAS SUS
BENDICIONES.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

D

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
PARTE UNO	
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. LÍPIDOS	3
1.1.1. FUNCIONES	4
1.1.2. FUENTES	6
1.1.3. REQUERIMIENTOS	7
1.2. CLASIFICACIÓN	8
1.2.1. ÁCIDOS GRASOS	9
1.2.1.1. GENERALIDADES	9
1.2.1.2. PROPIEDADES	9
1.2.1.3. FUNCIONES	13
1.2.1.4. ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES	13
1.2.1.5. ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	14
1.2.1.6. ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	16
1.2.1.7. NOMENCLATURA	18
1.2.2. LÍPIDOS SAPONIFICABLES	20
1.2.2.1. CERAS	20
1.2.2.1.1. FUNCIONES	20
1.2.2.1.2. EJEMPLOS	21
1.2.2.2. TRIGLICÉRIDOS	21
1.2.2.2.1. FUNCIONES	23
1.2.2.2.2. PROPIEDADES	24
1.2.2.3. GLICEROFOSFOLÍPIDOS	26
1.2.2.3.1. FUNCIONES	27
1.2.2.3.2. PROPIEDADES	27
1.2.2.3.3. EJEMPLOS	30

1.2.2.3.3.1. ÁCIDO FOSFATIDICO	30
1.2.2.3.3.2. FOSFATIDILCOLINA (LECITINA)	31
1.2.2.3.3.3. FOSFATIDILETANOLAMINA (CEFALINA)	32
1.2.2.3.3.4. FOSFATIDILSERINA	32
1.2.2.3.3.5. LISOFOSFOLÍPIDOS	33
1.2.2.3.3.6. PLASMALÓGENOS	33
1.2.2.3.3.7. CARDIOLIPINAS	35
1.2.2.3.4. ESFINGOLÍPIDOS	35
1.2.3. LÍPIDOS INSAPONIFICABLES	38
1.2.3.1. TERPENOS	39
1.2.3.2. ESTERIODES	42
1.2.3.2.1. COLESTEROL	43
1.2.3.2.2. ÁCIDOS BILIARES	44
1.2.3.2.3. PROGESTERONA Y ESTEROIDES ADRENOCORTICALES	46
1.2.3.2.4. HORMONAS SEXUALES	48
1.2.3.2.5. PROSTAGLANDINAS	49
1.3. DIGESTIÓN	52
1.4. ABSORCIÓN	57
1.5. DISTRIBUCIÓN	61
1.6. DESTINO	73
2. USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN	74
3. APRENDIZAJE	80
4. MULTIMEDIA	85

F

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	103
6. HIPÓTESIS	104
7. OBJETIVOS	105

PARTE 2

8. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA	106
8.1 JUSTIFICACIÓN	107
8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	108
8.3 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA	130
8.4 EVALUACIÓN PILOTO	144

PARTE 3

9. USO DEL PROGRAMA	145
9.1 MÉTODO	146
9.2 ETAPAS	148
9.3 RESULTADOS	150
9.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	163
CONCLUSIONES	168
BIBLIOGRAFÍA	171

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de las computadoras se ha hecho común entre los estudiantes, observándose a su vez, que mediante el empleo de imágenes, movimiento, sonido, etc., se hace más comprensible el contenido de diversos temas y disminuye el tiempo de aprendizaje de la información recibida de esta forma. Así mismo, pueden comprenderse mejor diversos temas que involucran cambios difíciles de esquematizar mediante el empleo de medios comunes como son diapositivas, rotafolio y el pizarrón.

En la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza durante la formación académica en la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo son impartidas diversas asignaturas las cuales contienen temas que involucran procesos enzimáticos, hormonales, etc., que presentan cierta dificultad para que los alumnos puedan comprenderlos.

Multimedia es un medio que combina imágenes, sonidos, voz, texto, gráficos y movimiento, herramientas con las cuales se llevan a cabo programas interactivos que permiten explicar de forma clara procesos complicados de visualizar y comprender.

La importancia de este trabajo es permitir a los alumnos mediante el empleo de un programa multimedia interactivo comprender los procesos que se llevan a cabo a lo largo de la digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos en el cuerpo humano.

La primera parte del trabajo presenta el marco teórico que sustenta el proyecto, abarcando las siguientes temáticas: generalidades, clasificación, digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos. Además de contener el planteamiento del problema, hipótesis y objetivos del trabajo.

El diseño y desarrollo del programa que se describe en la parte dos incluye el objetivo, la justificación hasta el diseño de cada elemento que lo constituye.

La parte tres hace referencia a la evaluación a la que es sometido el programa después de su elaboración, en donde es manejado por los estudiantes con lo que es posible estudiar las reacciones que son provocadas, así como los resultados cuantitativos que en cuanto al aprendizaje ocasionan desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

También presenta un formato de CD-ROM con el objeto de que se pueda revisar el programa que fue elaborado.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. LÍPIDOS

Los lípidos (del griego lipos, grasa), constituyen un grupo de biomoléculas estructuralmente muy heterogéneo, con características comunes de solubilidad. Las grasas, aceites, ciertas vitaminas, hormonas y la mayor parte de los componentes no proteicos de las membranas son lípidos, (Maraculla, Goñi, 1993).

Son compuestos inorgánicos consistentes en carbono, hidrógeno y oxígeno (Tortora, Reynolds, 1996).

Tienen la propiedad común de ser: relativamente insolubles en agua y solubles en solventes no polares como éter, cloroformo y benceno.

Los lípidos son constituyentes importantes de la alimentación no solo por su elevado valor energético, sino también por las vitaminas liposolubles y los ácidos esenciales contenidos en la grasa de los alimentos naturales (Harper, 1994).

Pertencen a la clase de compuestos denominados "anfífilos" (del griego anfi: ambos, filis: afinidad).

Los anfífilos contienen grupos iónicos o polares que son hidrofílicos y tienen afinidad por el agua, así como grupos hidrocarbonados, no polares, que son hidrofóbicos y no tienen afinidad por el agua.

Los anfífilos, incluidos los lípidos, son compuestos alargados con las cadenas de hidrocarburos extendiéndose de los grupos polares.

El grupo polar o iónico del lípido se denomina cabeza y la cadena o cadenas de hidrocarburos, no polar, la cola (Fig. 1), (Mora, 1997).

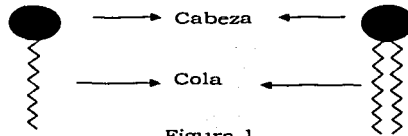


Figura 1

Son ésteres o sustancias capaces de formar un éster (Zarza, 1990). El factor común estructural de este grupo de moléculas es la presencia de cadenas relativamente largas de átomos de carbono con una composición en la que predominan el carbono y el hidrógeno (Peña, Arroyo, 1996).

1.1.1. FUNCIONES

En el cuerpo, los lípidos sirven como fuente eficiente de energía directa, y potencialmente cuando están almacenados en el tejido adiposo sirven como aislante térmico en tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos; los lípidos no polares actúan como aislantes eléctricos que permiten la propagación rápida de las ondas despolarizantes a lo largo de los nervios mielinizados. El contenido de lípidos en el tejido nervioso es particularmente alto (Harper, 1994).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los lípidos constituyen más del 10% del peso corporal de un individuo adulto normal.

Además sirven como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico y como componentes de la superficie celular relacionadas con el reconocimiento de células y la inmunidad de los tejidos (Lehninger, 1995).

Algunos lípidos complejos forman parte de las membranas biológicas, y de este modo participan activamente en muchos aspectos de la fisiología celular. Las membranas funcionan en la organización de los procesos biológicos compartimentalizándolos. La célula, unidad básica de la vida, queda definida, por supuesto por su membrana plasmática envolvente. Además, en las células eucariotas, muchos orgánulos subcelulares tales como el núcleo, las mitocondrias, los cloroplastos, el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi están igualmente delimitados por membranas.

Las membranas biológicas son conjuntos organizados de lípidos y proteínas con pequeñas cantidades de glúcidos. No obstante, no constituyen barreras impermeables al paso de materiales. Por el contrario, regulan la composición del medio intracelular controlando el flujo de nutrientes, excreción de productos de desecho, iones, etc., hacia dentro y hacia fuera de la célula. Todo esto lo consiguen mediante "bombas" y "puentes" incrustados en la membrana que transportan sustancias específicas contra un gradiente electroquímico o permitiendo su paso mediante este gradiente.

Muchos procesos bioquímicos fundamentales tienen lugar sobre el andamiaje membranoso o en su interior. El tratamiento de la información, tal como estímulos sensoriales o las comunicaciones intercelulares, es generalmente, un fenómeno que se realiza en las membranas.

Los impulsos nerviosos están mediados por las membranas celulares nerviosas y la presencia de ciertas sustancias tales como hormonas y nutrientes se detecta mediante receptores específicos ligados a las membranas (Voet y Voet, 1995).

1.1.2. FUENTES

Tanto la dieta como la biosíntesis suministran los ácidos grasos requeridos por el cuerpo humano para la obtención de energía y la construcción de partes hidrofóbicas de las biomoléculas. Las cantidades de proteína y glúcido ingeridos en exceso por la dieta se convierten fácilmente en ácidos grasos almacenándose en forma de triacilgliceroles.

Una gran proporción de los ácidos grasos utilizados por el hombre se obtienen de la dieta (Tabla 1). Diversos lípidos animales y vegetales son ingeridos, hidrolizados, al menos parcialmente por enzimas digestivas y absorbidos a través de la pared intestinal para ser distribuidos a través del cuerpo, primero en el sistema linfático y después en el torrente sanguíneo (Devlin, 1991).

Ácidos grasos insaturados	Vegetales y animales que viven en temperaturas bajas
Ácido Oleico	<p>Aceite de oliva</p> <p>Aceites vegetales vírgenes, aguacates, frutos secos, semillas de girasol.</p> <p>Aceite de maíz, aceitunas, maní.</p>
α -linolénico	Aceites de linaza, canola, soya, semillas de linaza, canola, calabaza.
Ácido linoleico	Aceites de girasol, maíz y diversas semillas.
Ácidos grasos saturados	Vegetales, se encuentran en los aceites de coco y de palma

TABLA 1. Fuentes de ácidos grasos.

1.1.3. REQUERIMIENTOS

Las grasas son una importante fuente energética porque generan más calorías por gramo que los hidratos de carbono o proteínas (Best y Taylor, 1993). Los lípidos constituyen más del 10 % del peso corporal de un individuo adulto normal (Orthen, Neuhaus, 1993).

Las grasas más abundantes de la dieta son las grasas neutras conocidas también como triglicéridos; componentes importantes de los alimentos de origen animal, y en mucha menor medida, de los de origen vegetal.

En la dieta habitual existen también pequeñas cantidades de fosfolípidos, colesterol y ésteres de colesterol. Los fosfolípidos y los ésteres de colesterol contienen ácidos grasos por lo que pueden ser considerados como grasas.

Sin embargo el colesterol es un compuesto esteroide que no contiene ácidos grasos, aunque sí posee alguna de las características físicas y químicas de las grasas (Guyton, Hall, 1997).

La ingesta diaria de lípidos, principalmente de grasas y aceites (mantequilla, aceite vegetal, margarina, leche, carne, huevos, etc.) varía considerablemente de un país a otro y de un individuo a otro (10-250 g / día), siendo por término medio de 60 a 100 g / día. La parte más importante de los lípidos en la dieta (90%) la constituyen un tipo de lípidos neutros conocidos como triglicéridos (correctamente triacilglicéridos). El resto está constituido por fosfolípidos, el colesterol, sus ésteres y las vitaminas liposolubles A, D, E y K (Agamemnon, Silbernagl, 1994).

Antes de que los lípidos de los alimentos puedan ser utilizados por el organismo, deben ser adecuadamente alterados (digeridos) en el tracto intestinal y absorbidos hacia el torrente sanguíneo para su distribución en las diversas células.

1.2. CLASIFICACIÓN

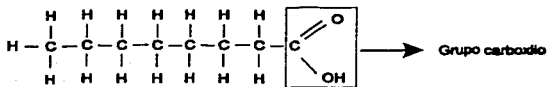
La mencionada heterogeneidad estructural de los lípidos dificultan cualquier clasificación sistemática. Aunque rara vez se hallan en estado libre, los llamados ácidos grasos -ácidos carboxílicos de cadena larga- forman parte de la inmensa mayoría de los lípidos. Por esta razón se procederá en primer lugar al estudio de los ácidos grasos, y luego al de los lípidos propiamente dichos (Maraculla, Goñi, 1993).

1.2.1. Ácidos Grasos

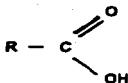
1.2.1.1. GENERALIDADES

Los ácidos grasos constan de una cadena alquílica con un grupo carboxílico terminal (Robinson, 1991). Son abundantes como componentes esenciales de los lípidos saponificables e insaponificables, pero se encuentran únicamente en pequeñas cantidades en forma libre en las células y en los tejidos (Zarza, 1990).

Son moléculas de este tipo:



La fórmula básica es:



R = representa una cadena de átomos de Carbono e Hidrógeno

1.2.1.2. PROPIEDADES

Raramente se encuentran libres en la naturaleza ya que más bien se hallan en forma esterificada como componentes mayoritarios de los diversos lípidos (Voet y Voet, 1995).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las largas cadenas hidrocarbonadas tienen pocas posibilidades para formación de puentes de hidrógeno (Devlin, 1999).

Dado que los ácidos grasos están formados por un componente hidrófobo, la cadena hidrocarbonada, y un componente hidrófilo, el grupo carboxilato, estas moléculas se denominan anfifílicas; en ellas el componente hidrófobo interacciona uno con otro y el componente hidrófilo interaccionan con el ambiente acuoso circundante. Una consecuencia de estas propiedades es que los ácidos grasos tienden a asociarse en una forma definida, formando micelas (Fig. 2), (Conn, Stumpf, 1996).

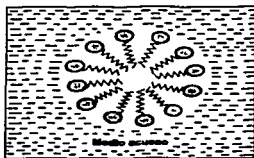


Figura 2

ÁCIDOS CON
FALLA DE ORIGEN

En la mayoría de los casos el número de átomos de carbono en la molécula es par, aunque se han encontrado ácidos grasos de número impar de átomos de carbono, en la naturaleza (White, 1983).

La solubilidad de estas moléculas está determinada por la longitud de la cadena hidrocarbonada del ácido graso, puesto que los ácidos grasos de cadena corta son algo solubles en agua, ejemplos en la tabla 2, (Bronk, 1973).

Símbolo	Estructura	Nombre común	Solubilidad A 30°C (mg/g solvente)	
			H ₂ O	
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Ácido láurico	0.063	
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Ácido mirístico	0.024	
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Ácido palmítico	0.0083	
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Ácido esteárico	0.0034	

TABLA 2. Valores de solubilidad en agua.

Según disminuye la solubilidad en agua, aumenta la solubilidad en los solventes orgánicos (Tabla 3), (Peña, Arroyo, 1996).

Símbolo	Estructura	Nombre común	Solubilidad A 30°C (mg/g solvente)	
			H ₂ O	Benceno
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Ácido láurico	0.063	2.600
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Ácido mirístico	0.024	874
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Ácido palmítico	0.0083	348
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Ácido esteárico	0.0034	124

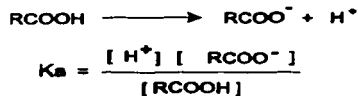
TABLA 3. Valores de solubilidad en agua y benceno.

Los puntos de ebullición y de fusión de los ácidos grasos aumentan a medida que crece la cadena y disminuye al incrementarse el número de dobles enlaces que contiene, como se observa en la tabla 4.

Símbolo	Estructura	Nombre común	Punto de fusión
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Ácido láurico	44.2
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Ácido mirístico	53.9
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Ácido palmítico	63.1
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Ácido esteárico	69.6
20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	Ácido araquídico	76.5
24:0	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	Ácido lignocérico	85.0
16:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	Ácido palmíticooleico	-0.5
18:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	Ácido oleico	13.4
18:2(Δ ^{9,12})	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH=CHCH ₂) ₂ (CH ₂) ₆ COOH	Ácido linoleico	-9
18:3(Δ ^{9,12,15})	CH ₃ CH ₂ (CH=CHCH ₂) ₃ (CH ₂) ₆ COOH	Ácido α-linolénico	-17
20:4(Δ ^{5,8,11,14})	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH=CHCH ₂) ₄ (CH ₂) ₂ COOH	Ácido araquidónico	-54

TABLA 4. Valores de punto de fusión.

Los ácidos grasos libres se disocian en presencia de agua, según se muestra en la siguiente reacción:



Puesto que $\text{pK}_a = -\log K_a$, la fuerza del ácido está determinada por el grado de disociación de éste. De esta manera, el pK_a de la mayoría de los ácidos grasos es de 4.76 a 5.0. Los ácidos más fuertes tienen valores de pK_a menores y los ácidos más débiles tienen valores de pK_a mayores.

Los enlaces éster son susceptibles de sufrir hidrólisis tanto ácida como alcalina. La hidrólisis ácida difiere de la hidrólisis alcalina en que la primera es reversible, mientras que la última es irreversible. La última etapa de la hidrólisis alcalina es irreversible debido a que en presencia de exceso de base, el ácido existe como el anión totalmente disociado que no muestra tendencia alguna por reaccionar con los alcoholes.

En la hidrólisis ácida el sistema es esencialmente reversible en todas sus etapas y alcanza el equilibrio en lugar de completarse. Es por esta razón que se utilizan bases fuertes y no ácidos fuertes para la hidrólisis de los enlaces éster en los lípidos (proceso denominado también saponificación), (Conn, Stumpf, 1996).

Pueden ser saturados o insaturados, con un doble enlace o varios (White, 1983).

1.2.1.3. FUNCIONES

Aunque los ácidos grasos sólo existen libremente en pequeñas cantidades, al participar como componentes de muchos de los lípidos, les confieren a estos sus propiedades aunque sea parcialmente (Peña, Arroyo, 1996).

Cumplen importantes roles:

*En el crecimiento normal.

*Conductos sanguíneos.

*Nervios.

*Para mantener la salud de la piel y otros tejidos especialmente en su lubricación.

*Cumplen importantes funciones en proteger a nuestras células contra microorganismos invasivos o de daños de agentes químicos (Robinson, 1991).

1.2.1.4. ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES

Los mamíferos pueden sintetizar ácidos grasos saturados y monoinsaturados a partir de otros precursores, pero son incapaces de fabricar ácido linoleico y ácido γ -linolénico.

Los ácidos grasos que se precisan en la dieta de los mamíferos se llaman ácidos grasos esenciales (Fig. 3).

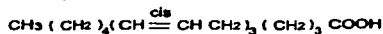
El ácido linoleico integra del 10 al 20 % de los ácidos grasos totales de sus triglicéridos y fosfoglicéridos en los mamíferos. Los ácidos linoleico

y γ -linolénico, al ser esenciales y no poder ser sintetizados tienen que obtenerse de fuentes vegetales donde son muy abundantes.

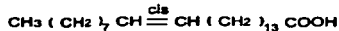
El ácido linoleico es un precursor necesario en los mamíferos para la biosíntesis del ácido araquidónico, que no se encuentra en las plantas.

Los ácidos grasos esenciales son precursores necesarios en la biosíntesis de un grupo de derivados de los ácidos grasos llamados prostaglandinas, compuestos de función análoga a la de las hormonas que, en cantidades mínimas, o trazas, ejercen profundos efectos sobre cierto número de actividades fisiológicas importantes (Lehninger, 1995).

Ácido γ -linolénico



Ácido nervónico



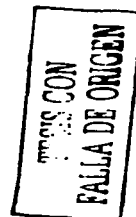
Ácido α -linolénico



Ácido linoleico



Figura 3



1.2.1.5. ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

Los ácidos grasos saturados tienen la fórmula general:



Los ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono son mucho más comunes que aquellos con un número par, y hasta hace poco se creía que eran los únicos ácidos grasos importantes en los organismos vivos.

Los ácidos grasos saturados no contienen dobles ligaduras (Murray, 1997). Ejemplos de estos se muestran a continuación:

Estructura	Nombre común	Nombre sistémico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Ácido láurico	Ácido dodecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Ácido mirístico	Ácido tetradecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Ácido palmítico	Ácido hexadecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Ácido esteárico	Ácido octadecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Ácido araquídico	Ácido eicosanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	Ácido behénico	Ácido docosanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	Ácido lignocérico	Ácido tetracosanoico

El punto de fusión desciende mucho y la solubilidad aumenta en disolventes no polares.

Algunas de sus propiedades pueden considerarse como el resultado de la contribución de un grupo carboxilo polar hidrófilo y de un resto parafínico hidrófobo.

Los ácidos grasos con átomos de carbono impares saturados que contienen menos de 10 átomos de carbono son líquidos a temperatura ambiente en tanto que los miembros de cadena larga son sólidos.

La cadena hidrocarbonada de un ácido graso saturado se dispone en zig-zag, es decir, con los enlaces carbono-carbono formando un ángulo de 109° (Fig. 4), (Conn, Stumpf, 1996).

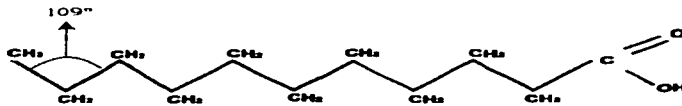


Figura 4

1.2.1.6. ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

Cuando en la cadena hidrocarbonada que constituye un ácido graso hay una doble ligadura entre dos carbonos es que no existen los suficientes hidrógenos para saturar el compuesto, es decir, se crea una situación de insaturación (Zarza, 1990).

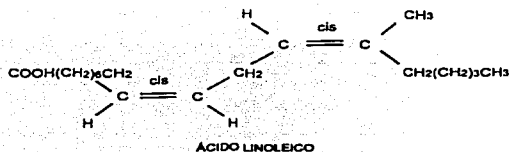
Los ácidos grasos que tienen una o más dobles ligaduras se llaman ácidos grasos insaturados y son más abundantes que los ácidos grasos saturados en los organismos vivos (Tabla. 5).

Estructura	Nombre común	Nombre sistémico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido palmíticoico	Ácido 9-hexadecenoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido oleico	Ácido 9-octadecenoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Ácido linoleico**	Ácido 9,12-octadecadienoico
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Ácido α -linolénico**	Ácido 9,12,15-octadecatrienoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Ácido γ -linolénico**	Ácido 6,9,12-octadecatrienoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Ácido araquidónico**	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenoico
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	EPA	Ácido 5,8,11,14,17-eicosapentenoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	Ácido nervónico**	Ácido 15-tetracosenoico

TABLA 5. Ácidos grasos insaturados.

Tienen un punto de fusión mucho menor que los ácidos grasos saturados de igual longitud (Bronk, 1973).

La mayoría de los ácidos grasos no saturados se encuentran como isómeros cis inestables y no en la forma trans más estable.

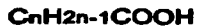


Todos los ácidos grasos comunes no saturados que existen en la naturaleza son líquidos a temperatura ambiente (White, 1983).

Se pueden dividir según el grado de insaturación:

A. Ácidos monoinsaturados (monoetenoides).

Fórmula general:



Ejemplos: Ácido oleico y ácido palmitoleico que se encuentran en casi todas las grasas.

B. Ácidos poliinsaturados (polietenoides)

1. Con dos dobles ligaduras.

Fórmula general:



Ejemplo: Ácido linoleico, se encuentra en muchos aceites de semillas, por ejemplo, aceites de maíz, cacahuate, semillas de algodón y frijol soja.

2. Con tres dobles ligaduras

Fórmula general: **$C_nH_{2n-5}COOH$**

Ejemplo: Ácido linolénico, se encuentra generalmente con el ácido linoleico pero en particular en el aceite de linaza

3. Con cuatro dobles ligaduras

Fórmula general: **$C_nH_{2n-7}COOH$**

Ejemplo: Ácido araquidónico. Se encuentra en el aceite de cacahuate (Harper, 1978).

1.2.1.7. NOMENCLATURA.

La nomenclatura sistemática usada más frecuentemente está basada en poner al ácido graso el nombre de hidrocarburo con el mismo número de átomos de carbono, sustituyendo la o al final en el nombre del hidrocarburo por la terminación -oico (sistema ginebrino). Así los ácidos saturados terminan en -anoico y los ácidos insaturados con dobles ligaduras terminan en -enoico.

Los átomos de carbono se cuentan a partir del carbono carboxílico. (Fig. 5) El átomo de carbono adyacente al carbono carboxílico (No.2) se le conoce también como el carbono α . El carbono No. 3 es el carbono β , y el carbono

metílico terminal se conoce como carbono ω. Varios convencionalismos están en uso para indicar el número y la posición de las dobles ligaduras

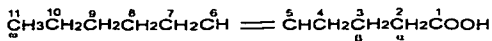


Figura 5

Por ejemplo Δ⁹ indica una doble ligadura entre los átomos de carbono 9 y 10 del ácido graso (Fig. 6), (Harper, 1994).

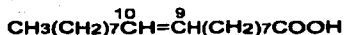


Figura 6

Los bioquímicos que estudian a los lípidos utilizan una notación taquigráfica para describir los ácidos grasos. La regla general consiste en escribir primero el número de átomos de carbono, después el número de dobles enlaces y, finalmente, indicar la posición del primer carbono del doble enlace, contado a partir del átomo de carbono del grupo carboxilo (Fig. 7).

18: 2; 9, 12



Figura 7

Se supone que la configuración cis es el único isómero geométrico presente. Si la configuración trans existe en la estructura, se señala colocando la letra t después de indicar la posición del doble enlace (Fig. 8).

18: 1; 9t

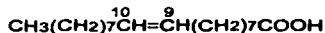


Figura 8

También se utilizan los términos n-3, n-6, n-9 para describir a los ácidos grasos poliinsaturados identificando sus familias, en las que el último doble enlace se encuentra en los átomos de carbono 3, 6 o 9 de la cadena respectivamente, contando a partir del metilo terminal.

1.2.2. Lípidos Saponificables

1.2.2.1. Ceras

Son ésteres sólidos de los ácidos grasos de cadena larga con alcoholes grasos monohidroxilicos o con esteroides y son insolubles en el agua.

Cuando se calientan son blandas y moldeables, pero en frío son duras.

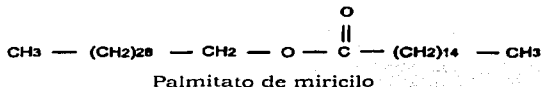
1.2.2.1.1. FUNCIÓN

Las ceras forman cubiertas protectoras de la piel, pelo y plumas, de las hojas y frutos de las plantas superiores, así como del exoesqueleto de muchos insectos (Lehninger, 1995).

Funcionan admirablemente sobre la superficie de las hojas para proteger a las plantas de la pérdida de agua y daños por abrasión (Conn, Stumpf, 1996).

1.2.2.1.2. EJEMPLOS

Uno de los constituyentes de la cera de abejas, un éster del alcohol miricílico y el ácido palmítico, se puede tomar como ejemplo.



1.2.2.2. Triglicéridos

Los ésteres de los ácidos grasos y del alcohol glicerina se llaman triacilglicéridos o triglicéridos (Fig. 9); se les designa a veces como grasas neutras (Lehninger, 1995).

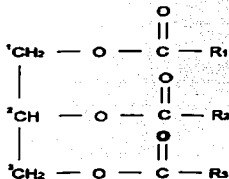


Figura 9

El glicerol tiene tres grupos alcohólicos; una molécula puede aceptar una, dos o tres de ácidos grasos. Si el glicerol está combinado con una molécula de ácido graso se tiene un monoglicérido (Fig. 10), si esta unido a dos ácidos grasos se tiene un diglicérido (Fig. 11), cuando esta combinado con

tres moléculas de ácidos grasos se tiene un triglicérido (Fig. 9), o sea una grasa neutra.

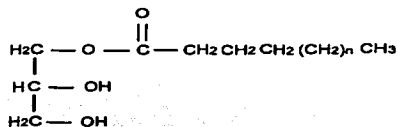


Figura 10

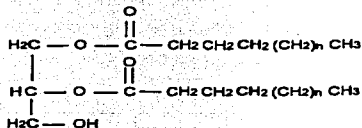


Figura 11

Los triglicéridos constituyen el grupo más abundante de las grasas neutras en los seres vivos. Los mono y diglicéridos se encuentran en cantidades escasas y sólo participan como pasos en el metabolismo de los triglicéridos (Peña, Arroyo, 1996).

Los denominados triacilgliceroles simples contienen un tipo de restos de ácidos grasos que da origen a la nomenclatura. Por ejemplo, el triesteroilglicerol o tristearina contiene tres restos de ácido esteárico mientras que el trioilglicerol o trioleína tiene tres restos de ácido oleico.

Los triacilgliceroles mixtos que son más frecuentes, contienen dos o tres tipos diferentes de restos de ácidos grasos y su nomenclatura se realiza según su colocación en la posición del glicerol (Voet y Voet, 1995).

1.2.2.2.1. FUNCIONES

Los triacilglicéridos constituyen la familia más abundante de los lípidos y los principales componentes de los lípidos de depósito o de reserva de las células animales y vegetales (Lehninger, 1995).

Los triglicéridos son constituyentes mayoritarios de las grasas vegetales y animales, en las plantas, se encuentran principalmente en forma de gotitas de aceite (esferosomas), (Robinson, 1991).

Las grasas constituyen una forma eficiente de almacenamiento de energía metabólica. Esto se debe a que las grasas están menos oxidadas que los glúcidos o las proteínas y de aquí que su rendimiento de energía en la oxidación sea significativamente mayor. Además al ser sustancias apolares, se almacenan en forma anhidra.

Los adipositos son células mesenquimatosas que están especializadas en la síntesis y almacenamiento de las grasas, y pueden estar completamente rellenos de glóbulos (Montgomery, Conway, Spector, 1992).

1.2.2.2.2. PROPIEDADES

Los triacilglicéridos que son sólidos a temperatura ambiente se les conoce generalmente por «grasas» y los que son líquidos por «aceites» (Lehninger, 1995).

Los triglicéridos que tienen un alto contenido de ácidos grasos insaturados son líquidas, y corresponden a lo que comúnmente se conoce como aceites comestibles (Fig. 12).



Figura 12

Si en el contenido de ácidos grasos predominan los saturados, las grasas son sólidas, como sucede con las mantecas y margarinas (Fig. 13). Algunas grasas contienen ácidos saturados, pero de cadena corta, y son menos duras, como en el caso de la mantequilla pura (Fig. 14).



Figura 13

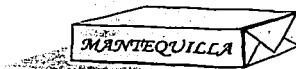


Figura 14

Los triglicéridos constituyen la manera más eficiente para almacenar energía, algunos individuos pueden llegar a almacenar hasta más de cuatro veces su peso en tejido adiposo. Pueden almacenarse casi libres de agua y además tienen el valor calórico más alto. Por cada gramo de grasa que se oxida, se obtienen nueve calorías, mientras que se obtienen sólo cuatro calorías al oxidar un gramo de carbohidratos o de proteínas (Peña, Arroyo, 1996).

Su punto de fusión viene determinado por los ácidos grasos que lo componen. Este punto de fusión aumenta, en general, con el número y la longitud de los ácidos grasos saturados componentes.

Son relativamente insolubles en el agua y no tienden por sí mismos a formar micelas muy dispersas.

Los triglicéridos experimentan hidrólisis (Fig. 15), cuando se hierven con ácidos o con bases o por la acción de las lipasas, por ejemplo, las que se hallan presentes en el jugo pancreático.

La hidrólisis con los álcalis llamada saponificación, proporciona una mezcla de jabones y glicerina.

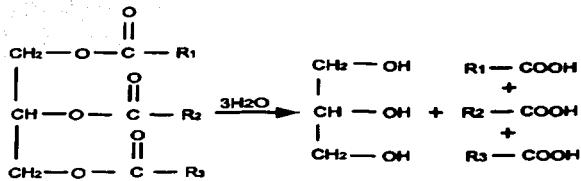
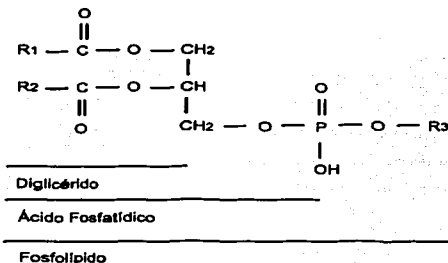


Figura 15

1.2.2.3. Glicerofosfolípidos

Las sustancias conocidas como fosfolípidos o fosfoglicéridos aparecen casi exclusivamente en las membranas celulares; sólo una pequeña parte de ellos se encuentra en los depósitos de grasa (Peña, Arroyo, 1996). Reciben este nombre debido a que contienen un átomo de fósforo. No todos los lípidos que contienen fósforo son fosfoglicéridos; por ejemplo la esfingomiolina es un fosfolípido porque contiene fósforo, pero es mejor clasificarlo como esfingolípido debido a la naturaleza de la estructura del esqueleto al que se halla unido el ácido graso (Lehninger, 1995). La estructura de estos es:



Todos los fosfolípidos pueden formar bicapas por sí mismos o participar en su formación (Fig. 16). Sobre las bicapas se estructuran todos los componentes de las membranas celulares (Peña, Arroyo, 1996).

Bicapa lipídica

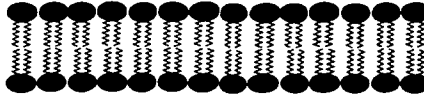


Figura 16

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los glicerofosfolípidos son moléculas anfífilicas, con una región no polar alifática (cola) y otra polar constituida por el grupo fosfato y un sustituyente en R_3 (cabeza), (estructura página 26), (Hicks, 2001).

1.2.2.3.1. FUNCIÓN.

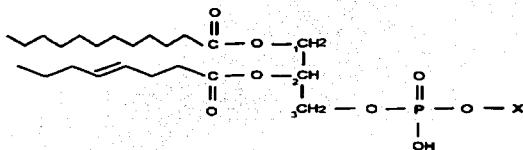
Los glicerofosfolípidos son componentes lipídicos fundamentales en la mayoría de las células. Constituyen la vaina de mielina que recubre los axones (terminales nerviosas) de las células nerviosas. Limitan el paso de agua y compuestos hidrosolubles a través de la membrana celular permitiendo a la célula mantener un reparto desigual de estas sustancias entre los medios interno y externo. Actúan también como detergentes biológicos (Anderson, Cockayne, 1995).

1.2.2.3.2. PROPIEDADES

Los fosfolípidos puros son sólidos blancos de consistencia cerosa, pero por exposición al aire se oscurecen y experimentan cambios complejos a causa de la tendencia de los ácidos grasos no saturados componentes a peroxidarse por la acción del oxígeno atmosférico. Los fosfolípidos son solubles en muchos disolventes no polares que

contengan cierta cantidad de agua y son extraídos adecuadamente de las células y los tejidos mediante mezclas de cloroformo-metanol. No se disuelven fácilmente en acetona anhidra. Cuando los fosfoglicéridos se adicionan al agua se disuelven; sin embargo, solamente forman disolución verdadera en cantidades muy pequeñas: la mayor parte del lípido «disuelto» se halla en forma de micelas dispersas en el sistema acuoso.

A pH 7 todos los fosfoglicéridos poseen una carga negativa en el grupo fosfato: el pK' de este grupo se halla en el intervalo de 1 a 2 (Tabla 6). Los grupos de cabeza de la fosfatidil-etanol-amina y de la fosfatidil-colina poseen una carga positiva a pH 7, a este pH los dos fosfoglicéridos son iones híbridos bipolares sin carga eléctrica neta. El grupo de la cabeza de la fosfatidil-serina contiene un grupo α -amino ($pK'=10$) y un grupo carboxilo ($pK'=3$); la molécula de fosfatidilserina contiene así dos cargas negativas y una carga positiva a pH 7 que le confiere una carga negativa neta. Estas variaciones en el tamaño, la forma, la polaridad y la carga eléctrica de las cabezas polares desempeñan, probablemente, un papel significativo en la estructura de diversos tipos de membranas celulares.



Estructura general glicerofosfolípido

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Nombre del Glicerofosfolípido	Nombre de X	Carga neta (a pH 7)
Ácido fosfatídico	-	-1
Fosfatidiletanolamina	Etanolamina	0
Fosfatidilcolina	Colina	0
Fosfatidil serina	Serina	-1
Fosfatidilglicerol	Glicerol	-1
Cardiolipina	Fosfatidilglicerol	-2

TABLA 6. Carga neta de los Glicerofosfolípidos a pH 7.

Una hidrólisis alcalina suave de fosfolípidos produce ácidos grasos en forma de jabones, pero deja inalterado el esqueleto de la molécula, constituido por la glicerina-ácido fosfórico-alcohol; así la hidrólisis de la fosfatidilcolina proporciona gliceril-3-fosforilcolina. La hidrólisis de los fosfoglicéridos con álcali concentrado origina la liberación de ambos ácidos grasos y del alcohol de cabeza.

Los fosfoglicéridos también pueden ser hidrolizados por la acción de fosfolipasas específicas, las cuales se han convertido en útiles importantes para la determinación de la estructura de los fosfoglicéridos. La fosfolipasa A₁ separa de modo específico, el ácido graso de la posición 1, y la fosfolipasa A₂ el de la posición 2. La eliminación de una molécula de

ácido graso de un fosfoglicérido origina un lisofosfoglicérido. Los lisofosfoglicéridos son intermediarios en el metabolismo de los fosfoglicéridos, pero sólo aparecen en las células y en los tejidos, cantidades muy pequeñas; a concentraciones elevadas son tóxicos y dañinos para las membranas (Lehninger, 1995).

1.2.2.3.3. EJEMPLOS

Los fosfolípidos comprenden los siguientes grupos:

1.2.2.3.3.1. Ácido fosfatídico

Los glicerofosfolípidos más sencillos, en los que $X = H$ (Fig. 17), son los ácidos fosfatídicos; sólo se encuentran en pequeñas cantidades en las membranas biológicas (Voet y Voet, 1995).

Es importante como intermediario en la síntesis de triacilgliceroles y fosfolípidos pero no se encuentra en gran cantidad en los tejidos (Mayes, Rodwel, 1994).

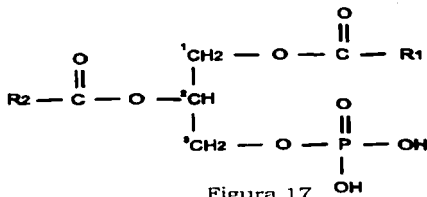


Figura 17

1.2.2.3.3.2. Fosfatidilcolina (Lectina)

La fosfatidilcolina es llamada también lecitina, contienen glicerol y ácidos grasos como las grasas simples, pero además poseen ácido fosfórico y colina (Fig. 18). Se hallan distribuidas en las células del organismo en donde tienen funciones metabólicas y estructurales. La dipalmitil-lectina es un agente tensoactivo muy eficaz, impide la adherencia debida a la tensión superficial, de las superficies internas de los pulmones. La mayoría de los fosfolípidos tienen un radical acilo saturado en la posición C₁ y un radical no saturado en la posición C₂ (Mayes, Rodwel, 1994).

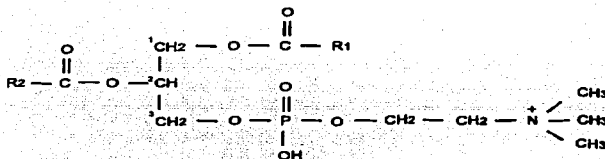


Figura 18

Colina: alcohol nitrogenado que se encuentra en el grupo de compuestos llamados fosfoglicéridos de colina o lecitinas (Fig. 19). Constituyentes importantes de las membranas biológicas (Bronk, 1973).

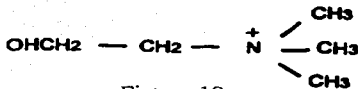


Figura 19

1.2.2.3.3.3. Fosfatidiletanolamina (Cefalina)

La fosfatidiletanolamina se conoce como cefalina (Fig. 20). Los fosfoglicéridos de etanolamina prevalecen, en especial en el cerebro aunque están ampliamente distribuidos en otros tejidos. Son muy parecidos a las lecitinas y difieren sólo por la presencia del alcohol aminado, la etanolamina (Fig. 21).

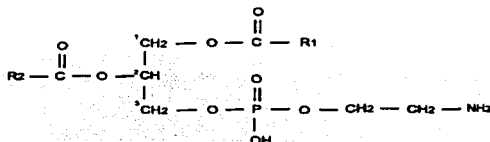


Figura 20

Contiene como grupo de cabeza el aminoalcohol etanolamina.



Figura 21

1.2.2.3.3.4. Fosfatidilserina

En el tejido nervioso se ha encontrado un fosfolípido semejante a la cefalina, fosfatidilserina (Fig.22), que contiene en vez de etanolamina, el aminoácido serina.

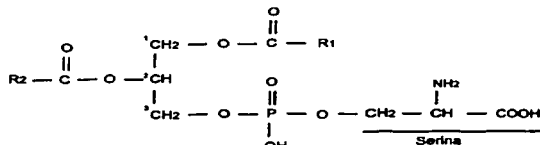


Figura 22

Además se han aislado, de fuentes naturales, fosfolípidos que contienen serina.

1.2.2.3.3.5. *Lisofosfolípidos*

Son fosfoglicéridos que contienen sólo un radical acilo, por ejemplo: lisolecitina (Fig. 23).

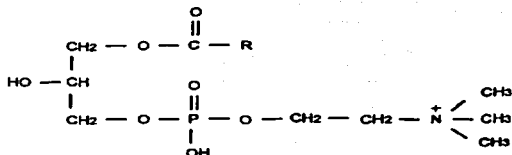


Figura 23

1.2.2.3.3.6. *Plasmalógenos*

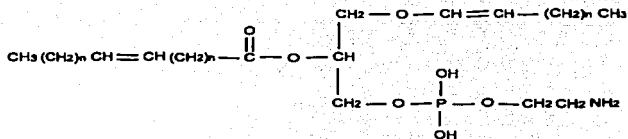
Estos compuestos llegan a constituir hasta el 10% de los fosfolípidos del encéfalo y del músculo. Estructuralmente semejan a la fosfatidiletanolamina, pero poseen un enlace éster en el carbono 1 en

lugar del enlace éster normal que se encuentra en casi todos los acilglicérols.

El ácido graso en la posición α' está reemplazado por un éter α,β -insaturado. La unión éter α,β -insaturada de los plasmalógenos es relativamente estable a los álcalis; por hidrólisis ácida suave el éter α,β -insaturado da origen a un aldehído. Reaccionan con el ácido de Schiff (fucsina-ácido sulfuroso) para aldehídos, previo tratamiento del fosfolípido con bicloruro mercuríco; típicamente el radical alquilo es un alcohol insaturado; este es el grupo que da la prueba aldehídica positiva después del tratamiento anterior (Murray, 1997).

En ocasiones la colina, la serina o el inositol pueden ser sustituidos por la etanolamina.

Los que tienen etanolamina tienen la siguiente fórmula genérica:



Los tres principales plasmalógenos pueden llamarse

Fosfatidaleanolamina

Fosfatidocolina

Fosfatidaserina

Los que existen en la naturaleza tienen configuración L. También se encuentran en el cerebro y en el corazón (White, 1983). Son especialmente abundantes en las células musculares y nerviosas (Lehninger, 1995).

1.2.2.3.3.7. *Cardiolipinas*

La cardiolipina (Fig. 24), lípido más complejo llamado también difosfatidil-glicérido constituido por una molécula de fosfatidil-glicérido en la que el grupo 3'-hidroxilo de la segunda porción de glicerina se halla esterificado por el grupo fosfato de una molécula de ácido fosfatídico.

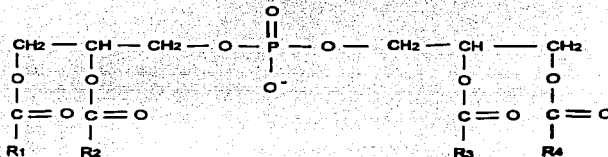
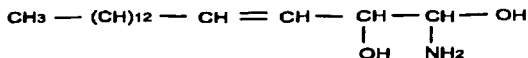


Figura 24

Se encuentra también en cantidades grandes en la membrana interior de la mitocondria; fue aislada en primer lugar del músculo cardíaco en el que abundan las mitocondrias.

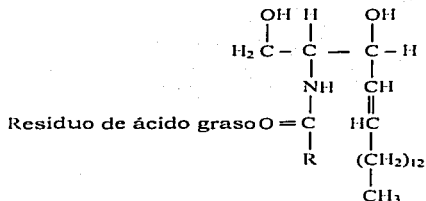
1.2.2.3. *Esfingolípidos*

Este grupo comprende aquellos compuestos en los que el eje de la estructura es la esfingosina. Cuya fórmula se muestra a continuación:



Contienen en su molécula un ácido graso que se une al grupo NH_2 de la esfingosina y otro que se une al $-\text{OH}$ terminal (Peña, Arroyo, 1996).

Los esfingolípidos son también componentes mayoritarios de la membrana, son derivados de los amino alcoholes de 18 átomos de carbono, esfingosina, dihidroesfingosina y sus homólogos de C_{16} , C_{17} , C_{19} y C_{20} . Sus derivados con un grupo N-acilo de un ácido graso, las ceramidas.



Una ceramida

1. Las **esfingomielinas** son esfingolípidos más comunes (Fig. 25). La vaina membranosa de mielina que envuelve y aísla eléctricamente muchos axones de células nerviosas es especialmente rica en esfingomielina.

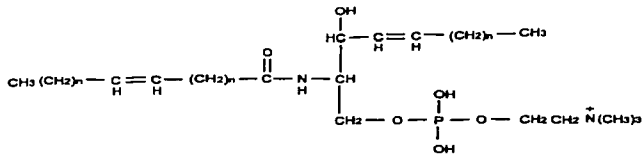


Figura 25

2. Los **cerebrósidos, que son los esfingoglucolípidos**, son ceramidas con grupos de cabeza polares formados por un solo resto de azúcar (Fig. 26). Los **galactocerebrósidos**, son los más abundantes en las membranas de las células neuronales del cerebro, tienen un grupo de cabeza que es la β -D-galactosa.

Los cerebrósidos a diferencia de los fosfolípidos, carecen de grupos fosfato y son en consecuencia con mucha frecuencia productos no iónicos.

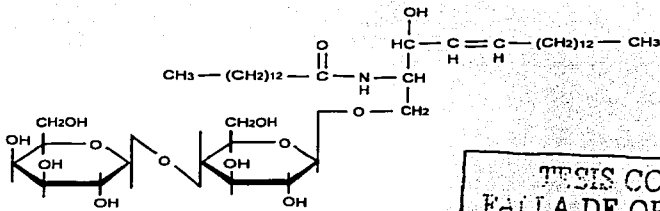
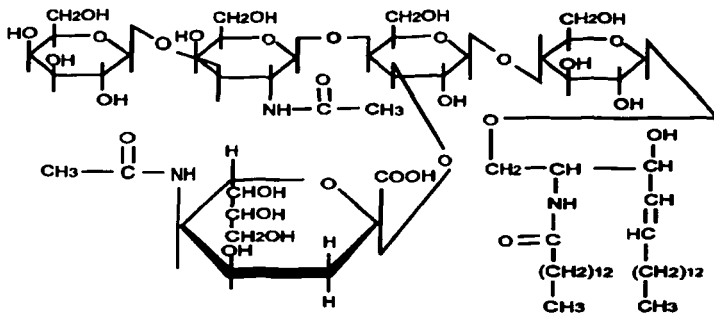


Figura 26

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Los **gangliósidos** son fundamentalmente componentes de las membranas de la superficie celular y constituyen una fracción significativa

(6%) de los lípidos cerebrales (Fig. 27). Otros tejidos también contienen gangliósidos pero en cantidades menores. Actúan como receptores específicos de ciertas hormonas glucoproteicas pituitarias que regulan una serie de funciones fisiológicas importantes. También son receptores de toxinas bacterianas de naturaleza proteica tales como la toxina colérica (Voet y Voet, 1995).



RESUMEN
CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 27

1.2.3. Lípidos Insaponificables

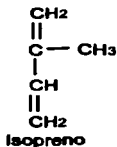
Los lípidos que han sido descritos contienen ácidos grasos como componentes estructurales fundamentales, los cuales pueden liberarse mediante hidrólisis alcalina. Los lípidos insaponificables no contienen ácidos grasos. Aparecen en las células y en los tejidos en cantidades menores que los lípidos complejos, pero se hallan entre ellos muchas sustancias con intensa actividad biológica, como las

vitaminas, hormonas y otras biomoléculas solubles en las grasas muy especializadas.

Existen tres clases de lípidos insaponificables: los terpenos, los esteroides y las prostaglandinas (Lehninger, 1995).

1.2.3.1. Terpenos

Los terpenos, están constituidos por unidades múltiples de hidrocarburo de cinco átomos de carbono: isopreno.

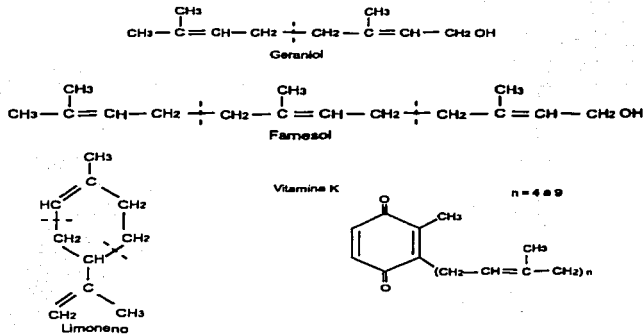


Los terpenos que contienen 2 unidades de isopreno se llaman monoterpenos, los que contienen tres unidades de isopreno se denominan sesquiterpenos y los que contienen cuatro, seis y ocho unidades reciben el nombre de diterpeno, triterpenos y tetraterpenos, respectivamente.

Pueden ser moléculas lineales o cíclicas, y algunos de ellos contienen estructuras de ambos tipos (Fig. 28).

En los vegetales se ha identificado un número muy grande de terpenos, muchos de los cuales poseen olores o sabores característicos, y son componentes principales de los aceites esenciales obtenidos de tales plantas. Así los monoterpenos geraniol, limoneno, mentol, pineno, alcanfor, y carvona, son componentes principales del aceite de geranio, de limón, de menta, de trementina, de alcanfor y de alcaravea, respectivamente. El farnesol constituye un ejemplo de sesquiterpeno. Entre los diterpenos se halla el fitol que es un alcohol terpenoide lineal componente de la clorofila, un pigmento fotosintético. Entre los triterpenos figura el escualeno precursor importante en la biosíntesis del colesterol. Entre otros terpenos superiores se incluyen los carotenoides. Un carotenoide importante es el β -caroteno (Fig. 28), hidrocarburo precursor de la vitamina A (Fig. 28).

Estructuras de algunos terpenos figura 28.



INSTITUTO VENEZOLANO
 DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 LABORATORIO DE QUÍMICA DE ORGÁNICO

Figura 28

1.2.3.2. Esteroides

Son derivados del Ciclopentanoperhidrofenantreno, éste posee una estructura general de 17 carbonos dispuestos en tres anillos de 6 átomos de carbono unidos a uno de 5 carbonos (Fig. 30), (Bronk, 1973).

Los principales puntos de sustitución son el carbono 11 del anillo C y el carbono 17 del anillo D (Lehninger, 1995).

El grupo de los esteroides comprende toda una serie de compuestos que, aunque están relacionados estructuralmente entre sí, cumplen funciones de una gran diversidad.

El colesterol, componente de algunas membranas biológicas, es el precursor de todas las demás.

Un grupo está formado por hormonas e incluye a las hormonas de la corteza suprarrenal y las hormonas sexuales. Otro grupo está representado por los ácidos biliares, que son moléculas importantes para la digestión de las grasas (Peña, Arroyo, 1996).

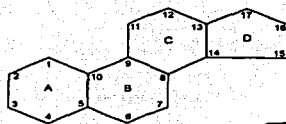


Figura 30

TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.3.2.1. COLESTEROL

Es un componente mayoritario de las membranas plasmáticas y animales, se encuentra en menor cantidad en las membranas de sus orgánulos subcelulares.

El colesterol determina de manera importante las propiedades de la membrana.

Abundante en lipoproteínas del plasma sanguíneo en las que alrededor de un 70 % del mismo está esterificado con ácidos grasos de cadena larga formando ésteres de colesterol (Voet y Voet, 1995).

El colesterol es el principal esteroide de los tejidos humanos. Tiene una cadena hidrocarbonada de ocho átomos de carbono numerados del 20 al 27 como una continuación del núcleo esteroideo (Fig. 31). Una parte del colesterol presente en el hombre esta esterificado, es decir, el grupo hidroxilo que se proyecta de C3 esta unido a un residuo de ácido graso mediante un enlace éster. El grupo hidroxilo en el colesterol está β -orientado. Existe un doble enlace en el anillo B entre las posiciones 5 y 6.

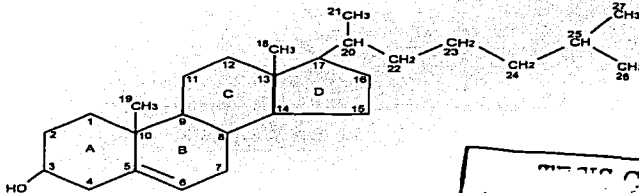


Figura 31

ESTERIFICADO CON
Cadena de ORIGEN

Colesterol de la dieta. Los alimentos derivados de productos animales contienen colesterol. Alimentos particularmente ricos en colesterol son los huevos; los productos lácteos, como la mantequilla, el queso y las cremas, y la mayoría de las carnes. Parte del colesterol contenido en estos productos animales se encuentra en forma de ésteres de colesterol.

Ésteres de colesterol (Fig. 32). La parte del ácido graso de los ésteres de colesterol contienen de 16 a 20 átomos de carbono y suele ser insaturada. Entre los ésteres de colesterol más abundantes en el hombre destacan el oleato y el linoleato de colesterol. Estos componentes están presentes en cantidad apreciable en las lipoproteínas plasmáticas, la corteza adrenal y el hígado (Montgomery, Conway, Spector, 1992).

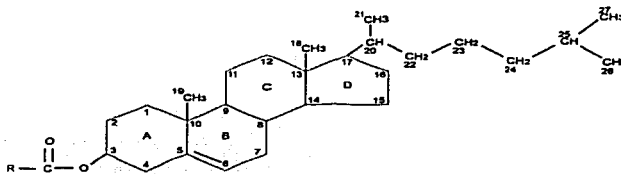


Figura 32

1.2.3.2.2. ÁCIDOS BILIARES

La bilis está constituida por sales biliares, pigmentos biliares, y otras sustancias disueltas en una solución electrolítica alcalina semejante al jugo pancreático; se secretan cerca de 500 mL por día (Ganong, 1996).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los ácidos biliares, la característica más importante desde el punto de vista estructural es la cadena lateral, que tiene sólo cinco átomos de carbono y está terminada por un carboxilo. En la bilis de los humanos se encuentran los ácidos biliares. Estos ácidos suelen estar unidos a los aminoácidos glicina o taurina, formando los ácidos llamados glucocólico y taurocólico (Fig. 33).

Los ácidos biliares se encuentran en el intestino en forma disociada; ello implica que una parte de la molécula el carboxilo, sea polar y el resto apolar; es decir, que se trata de moléculas anfílicas.

La contribución de las porciones polar y apolar hace que los ácidos biliares (o más bien sus sales, en forma disociada), se comporten como detergentes, lo cual los convierte en factores importantes para la digestión y la absorción de las grasas.

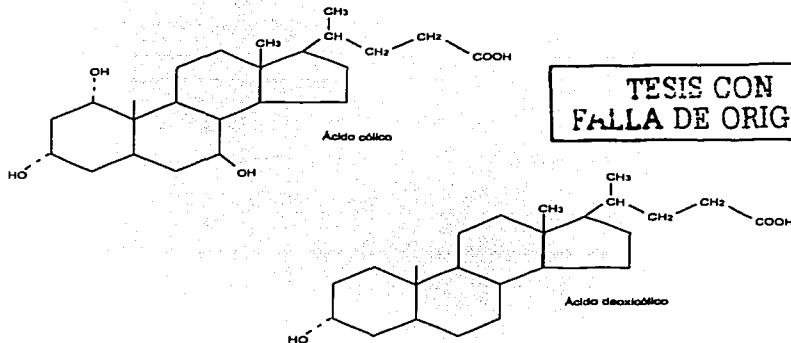


Figura 33

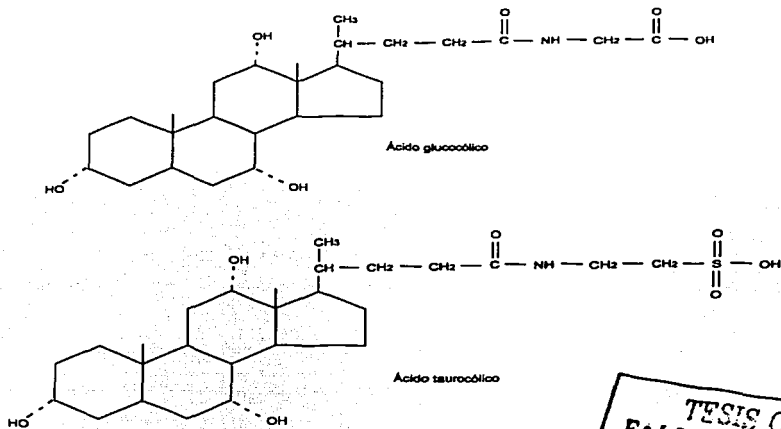


Figura 33 (Continuación)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1.2.3.2.3. PROGESTERONA Y ESTEROIDES ADRENOCORTICALES

Otro de los grupos de sustancias pertenecientes a la categoría de los esteroides comprende a una serie de hormonas que tienen en común el hecho de que la cadena lateral unida al carbono 17 (del anillo D) cuenta sólo con dos átomos de carbono; son la progesterona y las hormonas de la corteza suprarrenal.

La PROGESTERONA es secretada por el cuerpo amarillo del ovario durante la última mitad del ciclo menstrual y también durante el

embarazo (Fig. 34). La hormona actúa sobre el endometrio, previamente preparado por los estrógenos, e induce la actividad secretoria que es indispensable para la implantación del huevo. Si se produce el embarazo, la secreción de la hormona continúa hasta el término de éste.

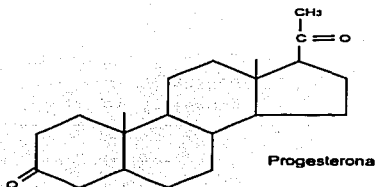


Figura 34

La CORTISONA y el CORTISOL (Fig. 35), tienen efectos principalmente sobre el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas.

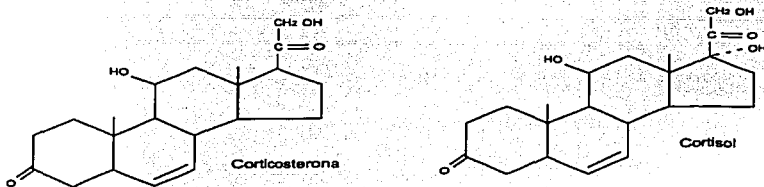


Figura 35

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La ALDOSTERONA (Fig. 36), por otra parte tiene efectos sobre la eliminación y retención de agua y sales en el riñón, y juega un papel preponderante en el metabolismo de estos materiales (Peña, Arroyo, 1996).

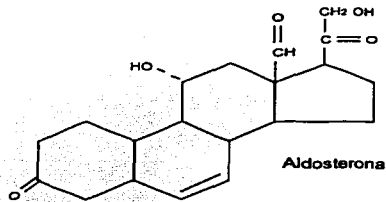


Figura 36

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.3.2.4. HORMONAS SEXUALES

Las hormonas sexuales tienen en común la ausencia de cadena lateral en el carbono 17.

La diferencia entre las hormonas masculinas o andrógenos y las femeninas o estrógenos consiste en que estas últimas tienen un sistema de dobles ligaduras alternas (conjugadas) en el anillo A de la molécula (Fig. 37), (Peña, Arroyo, 1996).

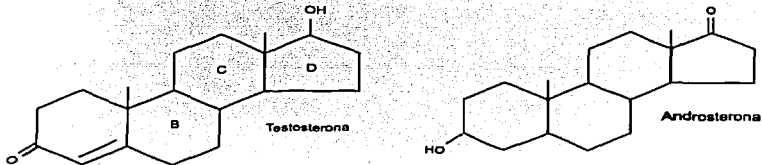


Figura 37

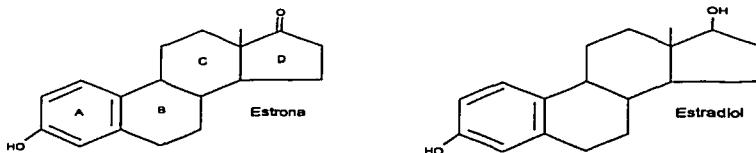


Figura 37 (Continuación)

1.2.3.2.5. PROSTAGLANDINAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los últimos diez o quince años, se han estudiado una serie de sustancias que se incluyen dentro de los lípidos insaponificables: las prostaglandinas. Tales sustancias han demostrado satisfacer las funciones de regulación en diversos tejidos. Las prostaglandinas derivan de la ciclización y otras modificaciones de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (Peña, Arroyo, 1996).

Cinco de los átomos de carbono del ácido graso forman un bucle para constituir un anillo de cinco miembros (Lehninger, 1995).

Químicamente, las prostaglandinas se consideran derivados de un hipotético ácido prostanoico (Fig. 38) de 20 átomos de carbono con un anillo pentagonal entre carbono 8 y carbono 12. Se nombran por las letras mayúsculas PG, seguidas de una tercera letra (A, B, D, E, F, I) según los constituyentes del anillo (Maraculla, 1993).

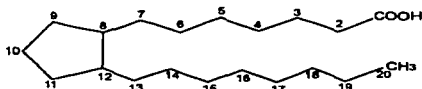


Figura 38

Hay dos grupos principales de prostaglandinas las series E y F (Fig. 39), comprendiendo cada una tres miembros, E₁, E₂, E₃ y F_{1α}, F_{2α}, F_{3α}.

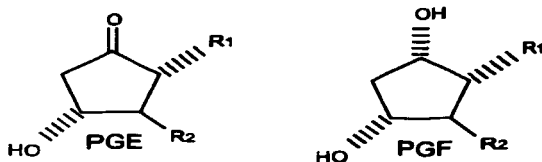


Figura 39

Las dos series difieren entre si en que las PGEs contienen un oxígeno ceto en carbono 9 y un grupo hidroxilo en carbono 11, mientras que las PGFs tienen un grupo hidroxilo en ambas posiciones del anillo ciclopentano.

Los números 1, 2 y 3 en ambas series indican el número de dobles enlaces en las cadenas laterales R₁ y R₂ (Fig. 40), (White, 1983).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

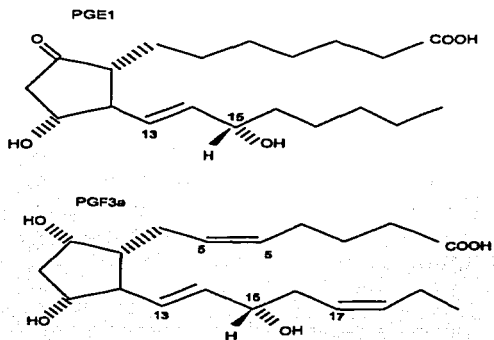


Figura 40

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3. DIGESTIÓN

Los lípidos más abundantes de la dieta son los triglicéridos, formados por una molécula de glicerol unida a tres ácidos grasos. Las enzimas que degradan los triglicéridos y los fosfolípidos se denominan lipasas (Tortora, Reynolds, 1996).

BOCA

En la boca se produce poca o ninguna digestión de los lípidos debido a que no hay una cantidad significativa de lipasa presente en este órgano y no existe un mecanismo para emulsionar la materia grasa (Orthen, Neuhaus, 1993).

ESTÓMAGO

Las glándulas de Ebner en la superficie dorsal de la lengua secretan lipasa lingual en la boca y deglutida con la saliva, digiere una pequeña cantidad de triglicéridos en el estómago (Ganong, 1997).

A pesar de la presencia de la lipasa gástrica en el estómago, se produce una escasa digestión de lípidos (Berne, Levy, 1992).

Además, el pH ácido de las secreciones gástricas no es adecuado para la digestión lipídica. (Orthen, Neuhaus, 1995).

Los lípidos sí juegan un importante papel en el estómago. Demoran la evacuación estomacal, presumiblemente por medio de la hormona enterogastrona que inhibe la movilidad gástrica y retarda la descarga

de alimentos desde el estómago. Las grasas por ende poseen un “alto valor de saciedad” (Orthen, Neuhaus, 1995).

INTESTINO DELGADO

En el adulto, la mayor parte de la digestión de los lípidos tiene lugar en el intestino delgado, aunque parte se produce en el estómago por la acción de la lipasa lingual secretada por las glándulas linguales (Tortora, Reynolds, 1996).

Una vez que los alimentos se han mezclado con las secreciones gástricas, el producto resultante que pasa a segmentos posteriores del intestino recibe el nombre de **quimo**. El grado de fluidez del quimo depende de la cantidad relativa de alimento, de secreciones gástricas y del grado de digestión al que se ha llegado. El aspecto del quimo es el de una pasta o semilíquido lechoso y turbio (Guyton, Hall, 1997).

Cuando el quimo entra en el intestino delgado, las sales biliares rompen los glóbulos de triglicéridos en gotitas de 1 μm de diámetro, proceso llamado **emulsión**. Está se inicia en el duodeno por debajo del punto en donde penetra la bilis y el jugo pancreático (McLauren, 1993).

Las grasas se emulsionan finamente por la acción detergente de los ácidos biliares, la lecitina y los monoacilglicéridos. Cuando la concentración de sales biliares en el intestino es alto, como sucede después de la contracción de la vesícula biliar, los lípidos y, las sales biliares interactúan espontáneamente formando micelas (Ganong, 1998).

FORMACIÓN DE MICELAS. Las micelas son agregados multimoleculares que contienen 20 y 30 moléculas. Los ácidos biliares son moléculas planas que tienen una cara polar y otra no-polar, por lo que forman micelas con los productos de la digestión de las grasas, en especial con los 2-monoglicéridos. Gran parte de la superficie de las micelas está cubierta por ácidos biliares, con su cara no polar hacia el interior lipídico de la micela y con su cara polar hacia el exterior. Las moléculas extremadamente hidrofóbicas, como los ácidos grasos de cadena larga, el colesterol y ciertas vitaminas liposolubles, tienden a situarse en el interior de la micela.

Los fosfolípidos y los monoglicéridos tienden a colocar sus caras más polares mirando hacia el exterior de la micela. Las micelas, prácticamente no contienen triglicéridos intactos.

Los ácidos biliares deben encontrarse a una determinada concentración micelar crucial, para que puedan formar micelas. En situación normal los ácidos biliares se encuentran en el duodeno a una concentración siempre superior a la micelar crucial (Berne, Levy, 1992).

Las enzimas lipolíticas del jugo pancreático son moléculas hidrosolubles, por lo que solamente tienen acceso a los lípidos que se encuentran en la superficie de las gotitas de grasa. La superficie disponible para la digestión se multiplica por varios miles mediante la emulsión lipídica.

Las gotitas emulsionadas tienen un diámetro aproximado de 1 μm y presentan una gran superficie que permite la actuación de las enzimas digestivas.

SECRECIONES PANCREÁTICAS. La secreción del jugo pancreático es estimulada por el pasaje del contenido gástrico ácido (*quimo*) al duodeno mediante hormonas secretina y pancreozimina conocidas ahora como idénticas a la hormona colecistoquinina.

La pancreozimina estimula la secreción de enzimas pancreáticas. Los lípidos del quimo ácido estimulan la secreción de coleastoquinina, que a su vez produce la contracción de la vesícula biliar y la descarga de bilis dentro del duodeno (Orthen, Neuhaus, 1993).

El jugo pancreático contiene la mayor parte de las enzimas lipolíticas responsables de la digestión de los lípidos.

1. Glicerol-éster-hidrolasa también denominada **lipasa pancreática**, ataca preferentemente los ácidos grasos 1 y 1' de los triglicéridos produciendo dos ácidos grasos libres y un 2-monoglicérido (Fig. 41). La colipasa, una pequeña proteína presente en el jugo pancreático es fundamental para que actúe la glicerol-éster-hidrolasa. La colipasa es necesaria para que la glicerol-éster-hidrolasa se fije a la superficie de las gotitas de emulsión en presencia de ácidos biliares.

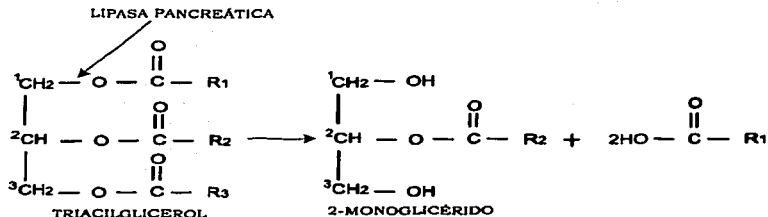


Figura 41

2. La colesterol-esterasa rompe el enlace éster de los ésteres de colesterol, para producir un ácido graso y colesterol libre (Fig. 42).

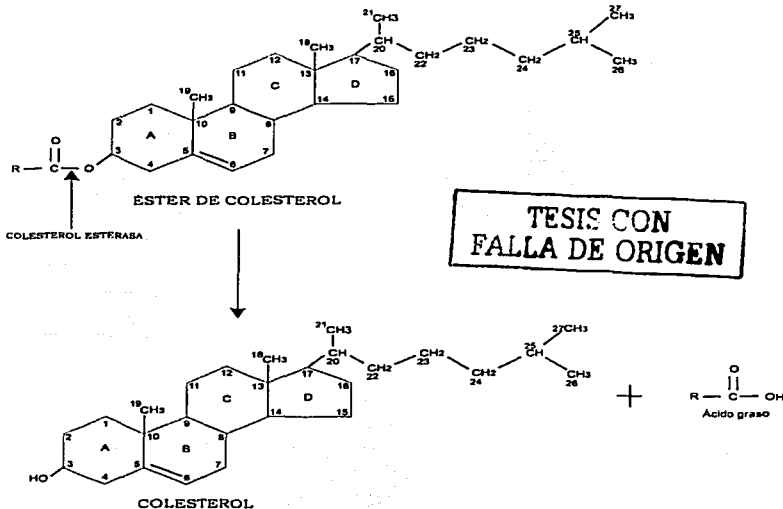


Figura 42

3. La fosfolipasa A₂ rompe el enlace éster en la posición 2 de un glicerofosfátido para producir, en el caso de la lecitina, un ácido graso y una lisolecitina (Fig. 43), (Berne, Levy, 1992).

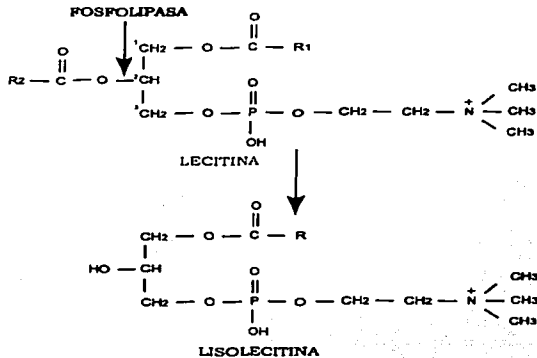


Figura 43

1.4. ABSORCIÓN

A diferencia de la mucosa del ileon, la velocidad de captación de sales biliares por la mucosa del yeyuno es lenta; en su mayor parte las sales biliares permanecen en la luz intestinal donde quedan disponibles para la formación de nuevas micelas. Así las micelas de las sales biliares solubilizan los lípidos, los transportan a través de la capa en reposo y conservan una solución saturada de lípidos en contacto con las células de la mucosa.

El destino subsecuente de los ácidos grasos depende de su tamaño. Los ácidos grasos que contienen menos de 10 átomos de carbono pasan de las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

células de la mucosa directamente a la sangre portal, en donde son transportados bajo la forma de ácidos grasos libres (no esterificados). Los ácidos grasos que contienen más de 10 a 12 átomos de carbono se reesterifican en triglicéridos en las células de la mucosa (Ganong, 1998).

TRANSPORTE HACIA EL INTERIOR DE LA CÉLULA. Las micelas son importantes para la absorción de los productos de la digestión lipídica y para la absorción de la gran mayoría de las moléculas solubles en grasa. Las micelas difunden entre las microvellosidades que forman el borde en cepillo. Esta difusión permite que la gran superficie de la membrana del borde en cepillo participe en la absorción de lípidos.

Debido a su elevada liposolubilidad, los ácidos grasos, los 2-monoglicéridos, el colesterol y la lecitina pueden difundir rápidamente a través de la membrana del borde en cepillo. La principal limitación a la velocidad de captación de lípidos que parte de las células epiteliales del intestino delgado proximal es la difusión de micelas mixtas a través de la capa inmóvil situada en la superficie luminal de la membrana plasmática del borde en cepillo. En parte debido a la superficie rugosa de la mucosa intestinal, el líquido que se encuentra en contacto directo con la superficie de las células epiteliales no se mezcla fácilmente con la masa del contenido de la luz intestinal, de modo que forma una capa inmóvil eficaz. El grosor medio de la capa inmóvil oscila entre los 200 y 500 μm . Los nutrientes presentes ya bien mezclados en la luz intestinal, deben difundir a través de la capa inmóvil hasta alcanzar la membrana plasmática del borde en cepillo.

El duodeno y el yeyuno son los más activos en la absorción de grasas, de tal manera que al llegar a la porción media del yeyuno la mayor parte de la grasa ingerida ya se ha absorbido.

EN LA CÉLULA.

Los productos de la digestión de las grasas son captados por el retículo endoplásmico liso. Una proteína citoplasmática fijadora de ácidos grasos transporta los ácidos grasos al retículo endoplásmico liso, el cual se encuentra completamente lleno de lípidos después de las comidas y en el que se produce un considerable grado de reprocesamiento químico de las grasas (Ganong, 1998).

Los 2-monoglicéridos y los ácidos grasos libres entrando en las microvellosidades son resintetizados a triglicéridos. Para la síntesis de triglicéridos los ácidos grasos libres son activados para la formación de ácidos graso (AG)-Acetil CoA (AG-CoA). La formación de cada AG-CoA requiere activación por medio de ATP. En esta reacción predominan los ácidos grasos de cadena larga, los cuales son esterificados con 2-monoglicérido, formando nuevamente los triglicéridos.

El glicerol intracelular también puede ser esterificado con la activación de (AG-CoA) ácidos grasos. Por este camino el glicerol es fosforilado por ATP formando α -glicerofosfatos. Dos AG-CoA son esterificados con α -glicerofosfato formando ácido α -fosfatídico. La reacción de desfosforilación y la reacción con un AG-CoA adicional completa la síntesis de triglicéridos (Spallholz, 1999).

FORMACIÓN DE QUILOMICRONES.

Los lípidos reprocessados se acumulan en las vesículas del retículo endoplásmico liso. Los fosfolípidos cubren la superficie externa de estas gotitas grasas. Las cadenas acilo (hidrofóbicas) de los fosfolípidos se orientan hacia el interior de las gotas, mientras que sus grupos de cadenas polares miran hacia el exterior acuoso. Las gotitas de lípidos, de un diámetro aproximado de 10nm en este momento, se denominan **quilomicrones**. Aproximadamente el 10% de su superficie está cubierta por β -lipoproteína, sintetizada por las células del epitelio intestinal.

Los quilomicrones son expulsados de la célula epitelial mediante exocitosis. Abandonan la célula a la altura de sus núcleos y entran en los espacios intercelulares laterales. Estas gotas lipídicas son excesivamente grandes para atravesar la membrana basal que reviste los capilares mucosos. Los quilomicrones abandonan el intestino con la linfa sobre todo por medio del conducto torácico, lo que permite alcanzar la circulación venosa.

ABSORCIÓN DE SALES BILIARES.

Los ácidos biliares se absorben principalmente por el íleon terminal. Las sales biliares atraviesan la membrana plasmática del borde en cepillo mediante un proceso de transporte activo y por difusión simple.

El proceso activo es un transporte activo secundario activado por el gradiente de Na^+ a través de la membrana del borde en cepillo. En dicho proceso un ion de Na^+ es cotransportado junto con una molécula de ácido biliar a través de la membrana plasmática del borde en cepillo. Los ácidos

biliares conjugados son los principales sustratos de absorción activa, mientras que los ácidos biliares no conjugados tienen poca afinidad por el transportador. La desconjugación y la deshidroxilación hacen menos polares a los ácidos, por lo que son mejor absorbidos por difusión simple.

Los ácidos biliares absorbidos son transportados desde el intestino a la sangre portal. Los hepatocitos extraen ávidamente los ácidos biliares, depurando completamente la sangre en una vuelta por el hígado. En los hepatocitos la mayoría de los ácidos biliares desconjugados se vuelven a conjugar, y parte de los ácidos biliares secundarios son rehidroxilados. Los ácidos biliares así reprocessados son secretados a la bilis de nueva formación.

En resumen, los ácidos biliares son reabsorbidos en la parte inferior del intestino delgado y restituidos al hígado mediante la vena porta para su resecretión en la bilis. Esto se conoce como **circulación enterohepática** de las sales biliares.

Circulación enterohepática

Bilis - Intestino delgado - Vena porta - Hígado - Bilis (Ganong, 1998).

1.5. DISTRIBUCIÓN.

La energía disponible de los ácidos grasos ha de ser distribuida a través del cuerpo desde el lugar de su absorción, biosíntesis o almacenamiento a los tejidos funcionales que los consumen. Este transporte esta

estrechamente integrado con el transporte de otros lípidos especialmente el colesterol.

El cuerpo humano utiliza tres tipos de sustancias como vehículos para transportar la energía contenida en los ácidos grasos: (1) quilomicrones y otras lipoproteínas plasmáticas en los que los triglicéridos son transportados en gotículas de lípidos recubiertos por proteína pudiendo contener esta última otros lípidos (2) ácidos grasos unidos a la albúmina sérica; y (3) los denominados «cuerpos cetónicos», principalmente acetoacetato y β -hidroxibutirato. Estos tres vehículos se utilizan en proporciones variables para transportar la energía en el torrente circulatorio por tres rutas. La primera es el transporte como quilomicrones de los ácidos grasos de la dieta a través del cuerpo, desde el intestino después de la absorción. El segundo es el transporte de energía contenida en los lípidos procesados o sintetizados en el hígado y distribuidos bien en el tejido adiposo para almacenamiento o bien a otros tejidos para su utilización. Este segundo proceso utiliza «cuerpos cetónicos» y lipoproteínas plasmáticas que no sean quilomicrones. El tercero es el transporte de energía liberada de los depósitos del tejido adiposo al resto del cuerpo en forma de ácidos ligados a la albúmina sérica (Devlin, 1991).

El tránsito de los lípidos en el plasma está influido por su insolubilidad en los medios acuosos. Así excepto los ácidos grasos no esterificados que se asocian a la albúmina, los lípidos forman con ciertas proteínas unas partículas conocidas como lipoproteínas (Voet y Voet, 1995).

Dado que los lípidos son insolubles en un medio acuoso, su transporte en el plasma sanguíneo plantea un problema especial. Esto ha resuelto asociando los lípidos más hidrófobos como los más hidrófilos, tales como los fosfolípidos y combinando luego la mezcla con colesterol y proteínas para formar una partícula globular lipoproteica hidrófila (Orthen, Neuhaus, 1995).

Las lipoproteínas tienen una estructura micelar con un interior apolar marcadamente hidrófobo y una cubierta externa polar y por lo tanto hidrófila.

Las proteínas que forman parte de las lipoproteínas, junto con los lípidos polares (colesterol no esterificado y fosfolípidos) se disponen en la cubierta externa, favoreciendo la solubilidad de la partícula, mientras que los lípidos apolares (triglicéridos y colesterol esterificado) se disponen en el interior (Fuentes, 1998).

CLASIFICACIÓN DE LAS LIPOPROTEÍNAS.

La densidad de las lipoproteínas es inversamente proporcional a su contenido de lípidos (Tabla 7), (Ganong, 1998).

Las lipoproteínas se clasifican según su densidad en sentido creciente en:

Quilomicrones

Remanente de quilomicrones

Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL "very low density lipoproteins")

Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL "intermediate-density lipoproteins")

Lipoproteínas de densidad elevada (HDL high density lipoproteins")

Los componentes proteicos de estos agregados macromoleculares tienen dos funciones: solubilizan lípidos hidrofóbicos y contienen señales para las células diana (Stryer, 1995).

Lipoproteína	Lípidos principales en el núcleo	Apoproteínas	Funciones respecto a los lípidos	Densidad (g/cm ³)	Diámetro de partícula (Å)
Quilomicrones	Triglicéridos de la dieta	B-48, C, E	Hidrólisis por la lipoproteínlipasa	< 0.95	800-5000
Remanente de quilomicrones	Ésteres de colesterol de la dieta	B-48, E	Endocitosis por el hígado mediada por receptor		
VLDL	Triacilgliceroles endógenos	B-100, C, E	Hidrólisis por la lipoproteínlipasa	0.95-1.006	300-800
IDL	Ésteres de colesterol endógeno	B-100, E	Endocitosis por el hígado mediada por receptor y conversión en LDL	1.006-1.019	250-350
LDL	Ésteres de colesterol endógenos	B-100	Endocitosis por el hígado y otros tejidos mediada por receptor	1.019-1.063	180-280
HDL	Ésteres de colesterol endógenos	A	Transferencia de ésteres de colesterol a IDL y LDL	10.63-1.210	50-120

TABLA 7. Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas

COMPONENTES DE LAS LIPOPROTEÍNAS.

LIPÍDICOS	PROTÉICOS
Triglicéridos Fosfolípidos Colesterol (Esterificado y no esterificado)	Apoproteínas

APOPROTEÍNAS.

Las unidades protéicas que se encuentran en las lipoproteínas pero que aún no se incorporan a las partículas de lipoproteínas respectivas se denominan apoproteínas. Cuando forman complejos con las partículas de lipoproteínas se denominan apolipoproteínas (Anderson, Cockayne, 1995).

Las apoproteínas forman un grupo heterogéneo y están constituidas por más de una cadena polipeptídica. Las apoproteínas presentan especificidad inmunológica (Bhagavan, 1984).

Se han aislado y caracterizado diez clases principales de apoproteínas.

Apoproteínas AI

Principal constituyente proteico de HDL. Activador de la LCAT (lecitina-colesterol *acil*transferasa), que cataliza la formación de ésteres de colesterol. La Apo AI, en combinación con Apo AII y Apo CI, elimina colesterol libre de los tejidos extrahepáticos.

Apo AI cadena polipeptídica única de 245 residuos de aminoácidos

Apo AII dos cadenas polipeptídicas de 77 residuos de aminoácidos.

Apoproteína B

Se conocen dos formas de Apo B; una estructura grande con 100 aminoácidos de longitud (Apo B-100), y una más pequeña de 48 aminoácidos, que se denomina Apo B-48. Esta última forma se sintetiza en la pared intestinal y por tanto tiende a estar más asociada con quilomicrones que se encuentran en la linfa. Al depurarse los quilomicrones también se elimina la Apo B-48 y no se detecta en cantidades apreciables en el plasma en ayunas, excepto en pacientes que tienen defectos en la depuración de remanentes de quilomicrones.

La Apo B-100, que se sintetiza en el hígado, es la forma plasmática más común. Se encuentra en VLDL e IDL pero principalmente en LDL, en lo que se refiere a su capacidad para enlazarse con las membranas.

Apoproteína C

Activa la lipoproteinlipasa (LPL) conduciendo a la descomposición de triglicéridos a nivel celular con liberación posterior de ácidos grasos a las células para su metabolismo y almacenamiento. Se conocen tres formas principales:

- Apo CI cadena única de 57 residuos de aminoácidos
- Apo CII cadena única de 78 residuos de aminoácidos
- Apo CIII cadena única de 79 residuos de aminoácidos

La Apo CII es de particular importancia, ya que se requiere como cofactor para la actividad extrahepática de lipoproteinlipasa (LPL). Para asegurar la depuración extrahepática de VLDL y quilomicrones, la Apo CII

aparentemente también evita que estas partículas se enlacen con los receptores hepáticos, el primer paso en la depuración hepática.

Apoproteína D (Péptido de línea delgada)

Es una glucoproteína. Se considera que es una proteína de transferencia y participa en el movimiento de los ésteres de colesterol y los triglicéridos entre las diversas lipoproteínas.

Apoproteína E (Péptido rico en Arginina)

Funciona principalmente como marcador de los receptores hepáticos.

Sintetizada en el hígado e incorporadas a HDL (Anderson, Cockayne, 1995).

En la tabla 8 se muestran en que lipoproteínas encontramos cada apoproteína, así como su lugar de síntesis.

Apoproteína	Lugar de síntesis	Lipoproteínas	Función
AI	Intestino Hígado	> HDL, Quilomicrones y VLDL	Activación de la CLAT
AII	Hígado> Intestino	HDL quilomicrones y	Estructural
AIV	Intestino	HDL quilomicrones y	Estructural
B-48	Intestino	Quilomicrones	Reconocimiento por el receptor LDL
B-100	Hígado	VLDL, IDL y LDL	Formación de quilomicrones
CI	Hígado Intestino	> VLDL, IDL, HDL y quilomicrones	Estructural
CII	Hígado Intestino	> VLDL, IDL, HDL y quilomicrones	Activación de la lipoproteinlipasa
CIII	Hígado Intestino	> VLDL, IDL, HDL y quilomicrones	Inhibición del ingreso de las VLDL por el hígado
D	Hígado, intestino, páncreas, riñón	¿HDL, VLDL, LDL e IDL?	Estructural
E	Hígado y otros tejidos Intestino	> VLDL, quilomicrones, IDL, HDL	Reconocimiento por el receptor LDL y por el de remanentes de quilomicrones

TABLA 8. Propiedades de las Apoproteínas.

Composición química (%)	Quilomicrones	VLDL	IDL	LDL	HDL
Triglicéridos	85	50	10	30	4
Colesterol libre	1	7	8	8	2
Ésteres de colesterol	3	12	37	22	15
Fosfolípidos	9	18	20	22	24
Proteínas	2	10	23	18	55

TABLA 9. Composición química de las lipoproteínas.

FUNCIÓN DE LAS LIPOPROTEÍNAS.

Los **quilomicrones** que se forman en la mucosa intestinal, funcionan de modo que se mantienen los triglicéridos y el colesterol exógenos suspendidos en una solución acuosa. Estas lipoproteínas se liberan a la linfa intestinal, la cual se transporta a través de los vasos linfáticos antes de ser drenados en las grandes venas corporales a través del conducto torácico.

Los quilomicrones se adhieren a sitios de fijación de la superficie interna (endotelio) de los capilares del músculo esquelético y del tejido adiposo. Allí, a los pocos minutos de haber entrado a la corriente sanguínea, los triglicéridos componentes de los quilomicrones se hidrolizan mediante la acción de la lipoproteinlipasa, enzima extracelular activado por la Apo C-II. A continuación los tejidos captan los productos de hidrólisis liberados, a saber monoglicéridos y ácidos grasos. A medida que sus triglicéridos van siendo progresivamente hidrolizados, los quilomicrones se encogen hasta que se reducen a **remanentes de quilomicrones** ricos en colesterol.

Los remanentes de quilomicrones vuelven a entrar en la circulación disociándose del endotelio capilar y son, a continuación, captados por el hígado (Voet y Voet, 1995).

Los quilomicrones tienen como función conducir los triglicéridos de la dieta al músculo y tejido adiposo, y el colesterol de la dieta al hígado.

VLDL

Los triglicéridos y el colesterol que están en exceso para las propias necesidades del hígado se exportan a la sangre en forma de lipoproteínas de muy baja densidad las **VLDL**, que están estabilizadas por dos apoproteínas Apo B-100 y Apo E. Los triglicéridos de las **VLDL** son hidrolizados por la lipoproteinlipasa de la superficie de los capilares. Los remanentes resultantes que son ricos en ésteres de colesterol se llaman lipoproteínas de densidad intermedia **IDL**. Estas tienen dos destinos, la mitad son captadas por el hígado la otra mitad se convierte en lipoproteínas de baja densidad **LDL**; son los principales transportadores de colesterol en la sangre (Stryer, 1995).

El colesterol puede ser suministrado externamente o, si la fuente es insuficiente se sintetiza internamente. Las células obtienen el colesterol exógeno principalmente por endocitosis de partículas **LDL** en un proceso que transcurre de la siguiente manera:

La **LDL** es secuestrada por un **receptor de LDL**, glucoproteína transmembrana de la superficie celular, que fija específicamente la Apo B-100 y la Apo E. Los **receptores de LDL** se agrupan en cavidades revestidas, que sirven para juntar los receptores de la superficie celular

destinados a la endocitosis al tiempo que excluyen otras proteínas de la superficie celular. Las cavidades revestidas las cuales después se fusionan con lisosomas. Tal endocitosis facilitada por receptor es un mecanismo general mediante el cual las células captan moléculas grandes, cada una a través de su receptor específico correspondiente.

En el lisosoma la Apo B-100 de la LDL se degrada rápidamente a sus aminoácidos componentes. Los ésteres de colesterol son hidrolizados por una lipasa lisosómica que da colesterol el cual se incorpora posteriormente a las membranas celulares. Todo exceso intracelular de colesterol es reesterificado para su almacenamiento dentro de la célula por acción de la acil-CoA: colesterol acil transferasa (CLAT), (Voet y Voet, 1995).

HDL

Estas lipoproteínas son sintetizadas tanto en el hígado como en el intestino. Las HDL interactúan con quilomicrones y VLDL. Las Apo A-I y Apo A-II son sintetizadas por los ribosomas en el retículo endoplásmico rugoso. Las proteínas se combinan con fosfolípidos y son secretadas al espacio extracelular como partículas discoides (forma de disco) y entonces entran al plasma sanguíneo como HDL.

Las HDL discoides interactúan con las células y con HDL₂, y son convertidas a HDL₃ la conversión subsecuente de HDL₃ a HDL₂ implica procesos diferentes. Primero, las HDL₃ reciben colesterol que es liberado de las células y convertido a ésteres de colesterol en una reacción catalizada por la CLAT. Segundo, algunos de los ésteres de colesterol son transferidos de la HDL₃ a la VLDL en intercambio por triglicéridos. Este intercambio es mediado por una o más proteínas de transferencia de lípidos en el plasma.

La HDL₂ es más grande y más densa que su precursor, la HDL₃. El metabolismo de la HDL₂ implica dos vías: la HDL₂ sobre la cual actúa la lipasa hepática y es convertida de regreso a HDL₃; la HDL₂ también puede ser tomada y degradada por el hígado.

El transporte de colesterol desde las células extrahepáticas al hígado se llama transporte inverso del colesterol. El hígado es el órgano principal para la conversión del colesterol a sales biliares, y las sales biliares con el metabolito principal de excreción de colesterol. El movimiento de colesterol de la membrana plasmática de las células a las HDL implica difusión. Después que el colesterol se asocia a la HDL, la CLAT cataliza la conversión de colesterol a ésteres de colesterol. Los ésteres de colesterol no polares se mueven al núcleo hidrofóbico de la partícula de la HDL, o los ésteres de colesterol se pueden mover al núcleo hidrofóbico de la VLDL.

Hay muchas pruebas que indican que la HDL transfiere sus éteres de colesterol a la VLDL en un proceso mal comprendido y que está facilitado por la Apo D, la cual por ese motivo también se conoce como proteína de transferencia de ésteres de colesterol. También existen indicios de que el hígado capta directamente la HDL mediante un receptor de HDL específico. En cualquier caso, el hígado es el único órgano capaz de eliminar cantidades significativas de colesterol (en forma de ácidos biliares).

RECEPTORES.

Receptor de LDL reconoce ambas: Apo B-100 y la Apo E

Receptor de remanentes de Quilomícron reconoce: Apo E (Roskoski, 1997).

1.6. DESTINO

Los **ácidos grasos libres** circulan por el plasma ligados a la albúmina siendo transportados hacia los siguientes destinos:

1. Los **músculos** y otros órganos, en donde son degradados, por medio de procesos oxidativos, hasta CO_2 y H_2O en las mitocondrias (β -oxidación) y su energía liberada y utilizada para la síntesis de ATP.
2. Las **células del tejido adiposo**, en donde los triglicéridos son resintetizados, a partir de los correspondientes ácidos grasos libres, y almacenados hasta que aumentan las necesidades de energía del organismo o se reduce la ingesta de alimentos. En estas circunstancias los ácidos grasos presentes en los triglicéridos son liberados y transportados por la sangre hacia los lugares en que son necesarios. La liberación de ácidos grasos a partir de su forma de almacenamiento (lipólisis) es estimulada por la adrenalina e inhibida por la insulina
3. El **hígado**, en donde los ácidos grasos son oxidados o son convertidos, una vez más, en triglicéridos. Dado que sólo puede exportarse una cantidad limitada de triglicéridos en forma de VLDL, un aporte excesivo de ácidos grasos puede dar lugar a un depósito de triglicéridos en el hígado (hígado graso), (Agamemnon, Silbernagl, 1994).

2. USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN

Después del texto impreso, otros medios masivos de comunicación, productos tecnológicos de desarrollo más reciente han incidido en la educación, incorporándose como parte del conjunto de elementos de apoyo. Así, se pueden mencionar la radio, la televisión, las grabaciones de video y, por último, las computadoras, que en forma aislada o a través de redes, han provocado cambios de gran significancia, y ante los cuales no debemos permanecer como simples espectadores.

De ahí que dentro del Sistema Nacional de Planeación del Gobierno Federal se haya diseñado un programa con los mecanismos que aseguren el aprovechamiento y la promoción de la tecnología informática en el ámbito nacional (incluida la educación), (Fournier, 1998).

Actualmente en México el impacto que sufre la educación superior como resultado del proceso de globalización mundial "... se manifiesta en la educación media superior y universitaria con severos criterios de selección, crisis en la condición del docente, el debate entre enseñanza general y enseñanza técnica, y la redefinición de perfiles profesionales, entre otros aspectos" (Amador, 1998).

Dentro de esta problemática, la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) revela que los retos y horizontes de la educación superior en el mundo deberán atender a la "...necesidad de desarrollar y mejorar los intercambios en el campo de la educación a fin de no agravar el desequilibrio ya alarmante, entre países en desarrollo y países industrializados...". Los objetivos serán enfocados a

garantizar una educación para todos, mejorar y adaptar los métodos de enseñanza a las necesidades del nuevo mundo (World Bank, 1997).

Las tecnologías de información y comunicación constituyen la base de un nuevo tipo de relaciones: las relaciones en red, que permiten la interconexión y la integración. Los diferentes puntos de conexión producen flujos dentro de las redes sin jerarquías ni fronteras. Esto produce un acceso a diversos servicios como la voz, datos, videos o servicios multimedia.

Internet constituye el principal ejemplo de las tecnologías de red, cambia oportunidades de negocios, servicios de información, correo electrónico, medios de entretenimiento, modos de enseñanza y aprendizaje, nuevas formas de contacto entre las empresas y los consumidores, acceso a bancos de datos, funciones de museo, presentaciones bancarias y financieras y muchos más. Esto origina nuevas formas de organizar y de dividir el trabajo que afectan ya el hogar, la educación, las empresas, las universidades, el comercio, los servicios de salud y el mercado laboral (Escalante, 2002).

Las tecnologías para transmitir información se vuelven cada vez más veloces y más potentes. Una computadora es cien millones de veces más poderosa de lo que era hace cincuenta años. Además el costo del hardware ha disminuido de 1950 a 1990 hasta un 90% (Brunner, 2000).

El volumen de comunicación está en función del costo. Así en la medida en que el precio de la transmisión de datos ha ido disminuyendo su volumen

ha ido aumentando considerablemente. Esto es lo que en esencia dio la bienvenida a la sociedad de la información.

El verdadero alcance de éstas nuevas tecnologías no reside en su extensión y velocidad sino en las posibilidades que abre para la transformación de las relaciones sociales.

Mediante el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación, las instituciones educativas pueden asegurar su expansión territorial y el liderazgo académico, integrándose al desarrollo social, económico y tecnológico, en la educación superior permanente a distancia. Esta estrategia, del uso de las nuevas tecnologías, tiene como propósito dar respuestas a problemáticas relacionadas con: 1) la necesidad de producción y difusión de conocimientos de frontera de los diferentes campos de la ciencia y la tecnología; 2) la necesidad de formar profesionales capaces de atender las demandas de los mercados laborales nacionales e internacionales, 3) la reducción del financiamiento y acceso a las instituciones públicas de enseñanza superior, 4) la expansión comercial de las empresas, productoras de tecnologías de cómputo, informática y telecomunicaciones en el campo educativo, y 5) las transformaciones estructurales de la sociedad y las instituciones producidas por el nuevo orden de las relaciones económicas internacionales (Amador, 1998).

A través de la creación de redes de telecomunicaciones para la creación de conocimiento científico y por otro lado para su difusión, es posible "... una comunicación dialógica entre investigadores, docentes, y estudiantes ubicados en casi cualquier universidad del mundo; organizar conferencias

interactivas, foros de discusión, consulta de acervos bibliográficos y hemerográficos, acceso a bancos de datos e imágenes, transferencia de grandes volúmenes de información desde las más grandes bibliotecas o presenciar experiencias realizadas en laboratorios y talleres distantes (Amador, 1998).

El uso de la computadora permite el análisis de diversos fenómenos, la simulación para la investigación médica, de la física, la química o la biología, el diseño de escenarios reales o imaginarios, naturales o sociales y para el desarrollo de habilidades mecánicas, lógicas, intuitivas y creativas.

Sin embargo el acelerado proceso del uso de nuevas tecnologías en la enseñanza superior ha dado lugar a apresuramientos de tal manera que el equipamiento de las instituciones ha precedido la planeación académica, la formación de recursos humanos y la investigación.

Como resultado de la utilización de todo este nuevo potencial tecnológico se están produciendo profundas mutaciones socio-culturales. Por ejemplo, se reconoce ahora al conocimiento como la fuerza que conduce la productividad y el crecimiento económico, lo cual lleva a replantear el rol de la información, la tecnología y el aprendizaje para el desempeño económico.

La sociedad resultante pone énfasis en la innovación y la creatividad más que en las tareas mecánicas y refuerza a su vez la información y la educación, el PNUD (Programa de las Naciones Unidas

para el Desarrollo) lo resume así: "el diseño de programas de cómputo y el descubrimiento de códigos genéticos han reemplazado la búsqueda de oro, la conquista de territorios y el uso de maquinaria como caminos hacia el poder económico" (PNUD, 1999).

Las perspectivas que ofrece a países como el nuestro pueden ser explotadas con buenos resultados a través del uso eficiente del equipo de cómputo adquirido en los últimos años para la educación, así como la formación de personal capacitado para el diseño de materiales de cómputo y el fomento del uso de la computadora como una herramienta de apoyo para la docencia.

Los cambios más relevantes que se darán en el ámbito educativo, en virtud del uso de estas nuevas tecnologías son:

1. El conocimiento deja de ser lento, escaso y estable. Por el contrario, está en permanente expansión y renovación.
2. El establecimiento escolar deja de ser el canal único mediante el cual las nuevas generaciones, entran en contacto con el conocimiento y la información.
3. La palabra del profesor y el texto escrito dejan de ser los soportes exclusivos de la comunicación educacional.
4. La escuela ya no puede actuar más como si las competencias que forma, los aprendizajes a que da lugar y el tipo de inteligencia que supone en los alumnos, pudiera limitarse a las expectativas formadas durante la Revolución Industrial. El cambio tecnológico y la apertura hacia la economía global basada en el conocimiento llevan necesariamente a

replantearse las competencias y destrezas que las sociedades deben enseñar y aprender.

5. Las tecnologías tradicionales del proceso educativo están dejando de ser las únicas disponibles para enseñar y aprender.

6. La educación deja de identificarse exclusivamente con el ámbito del Estado-Nación e ingresa, en la esfera de la globalización.

7. La escuela deja de ser una agencia formativa que opera en un medio estable de socialización.

3. APRENDIZAJE

En el amplio campo de la psicología se estudia el aprendizaje, el cual se define como: el cambio que se produce en el organismo como resultado de la experiencia.

Durante el siglo XX dos corrientes del pensamiento han tenido influencia decisiva sobre la Psicología del Aprendizaje: el conductismo y la psicología cognitiva.

El conductismo se basa en los estudiantes del aprendizaje mediante condicionamiento, considerando innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana.

A mitades del siglo, las múltiples anomalías empíricas y factores externos como las nuevas tecnologías cibernéticas y las teorías de la comunicación y de la Lingüística hacen que el paradigma conductista entre en crisis y sea sustituido por el procesamiento de información que apoyándose en la metáfora del ordenador, hace posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo marginaba. De esta forma se entra en un nuevo periodo de ciencia normal, bajo el dominio de la psicología cognitiva, que llega hasta nuestros días.

El término *cognición* etimológicamente del latín *cognitio*, significa aproximadamente: Conocimiento alcanzado mediante el ejercicio de las facultades mentales, lo cual implica la existencia de un tipo de habilidad a la cual denominamos como facultad o capacidad mental, esto a su vez

nos lleva a observar con más detenimiento el término mente, definido como facultad intelectual, actuando dentro de los marcos del pensamiento, la memoria, la imaginación y la voluntad (Bruner, 2000).

Existen varias formas de explicar y definir la cognición. Una de ellas es que se relaciona con la dinámica comunicativa de la cognición.

Cognición es la confirmación de que el conjunto de una señal enviada ha sido recibida y a su vez interpretada y/o representada por el receptor, la cual nos acerca algo más a la dinámica del proceso cognitivo. De allí que la ciencia cognitiva es entre otras cosas, el estudio de la interpretación, contenido simbólico y aplicaciones del concepto "señal" dentro del proceso de intercambio e interacción mental.

En forma general podríamos también decir que la ciencia cognitiva es el estudio funcional de la mente, sus relaciones con el medio y las observaciones metódicas de su desarrollo y evolución.

"El enfoque cognitivo ha insistido sobre como los individuos representan el mundo en que viven y cómo reciben información, actuando de acuerdo con ella. Se considera que los sujetos son elaboradores o procesadores de la información" (Jonson-Laird, 1980).

El surgimiento de investigadores inspirados en los modelos cibernéticos y en sus principios proponen un modelo de explicación basado en la teoría de la información y en el enfoque de sistemas, disciplinas que a partir de la posguerra se desarrollaron en el mundo occidental. En ella la computadora digital se emplea como un modelo

analógico que permite explicar la dinámica del procesamiento humano de la información. Con dicho modelo el procesamiento de información concede gran importancia al estudio de la información y a la estructura de la memoria. En este sentido, la teoría cognoscitiva da cuenta como el sujeto procesa, almacena y recupera información, lo que permite también explicar el proceso de aprendizaje. Los componentes del procesamiento de la información en el hombre vienen a ser la entrada de información, la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo, el generador de la respuesta y la respuesta (salida); (Fig. 44), (Castro, 1976).



Figura 44

La memoria es la estructura central de este proceso. Sin embargo estas teorías no consideran que el individuo es capaz de actuar en el interior de sus propias estructuras, además no pueden dar cuenta de cómo los procesos cognoscitivos se efectúan en el transcurso del desarrollo humano (Escalante, 2002).

En la actualidad, hay dos corrientes que cuestionan la teoría del procesamiento de la información: el constructivismo y el aprendizaje significativo.

Para la corriente constructivista, el ser humano adquiere el conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, de manera

que la percepción del mundo está determinada por las expectativas del sujeto.

El punto común de las actuales elaboraciones constructivistas está dado por la afirmación de que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y re-interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes. Esto significa que conocemos la realidad a través de los modelos que construimos para explicarla, y que estos modelos siempre son susceptibles de ser mejorados o cambiados.

En el aprendizaje significativo, son fundamentales las dimensiones del proceso de aprendizaje. Una de éstas dimensiones se refiere a los procedimientos mediante los cuales el conocimiento que se desea adquirir se facilita al estudiante. Los dos procedimientos se denominan aprendizaje receptivo y aprendizaje por descubrimiento. La segunda dimensión indica los dos modos que permiten al estudiante incorporar nueva información en las estructuras cognoscitivas ya existentes; estos procedimientos se llaman significativo y de fijación o memorización (Ausbel, 1977).

En el caso de la naturaleza singular del desarrollo de programas multimedia para el aprendizaje, en donde la intervención directa del docente con el usuario no existe, un componente importante es el desarrollo instruccional del mismo, en él se considera al aprendizaje, como un cambio relativamente permanente que se da como resultado de una experiencia, a la enseñanza como un proceso que pretende promover este

cambio en el alumno y el material educativo como el recurso que mediará entre ambos procesos.

El aprendizaje es un proceso activo en el que el sujeto tiene que realizar una serie de actividades para asimilar los contenidos informativos que recibe. Según repita, reproduzca o relacione los conocimientos, realizará un aprendizaje repetitivo, reproductivo o significativo.

Las actividades de los programas conviene que estén en consonancia con las tendencias pedagógicas actuales, para que su uso en las aulas y demás entornos educativos provoque un cambio metodológico en este sentido.

Por lo tanto los programas evitarán la simple memorización y presentarán entornos huerísticos centrados en los estudiantes que tengan en cuenta las teorías constructivistas y los principios del aprendizaje significativo donde además de comprender los contenidos puedan investigar y buscar nuevas relaciones. Así, el estudiante se sentirá constructor de sus aprendizajes mediante la interacción con el entorno que le proporciona el programa (mediador) y a través de la reorganización de sus esquemas de conocimiento, ya que aprender significativamente supone modificar los propios esquemas de conocimiento reestructurar, revisar, ampliar y enriquecer las estructuras cognitivas.

4. MULTIMEDIA

La palabra multimedia proviene del término “multi” que significa muchos y “media” que es el plural de médium (medio). Heid (1993) define multimedia como la integración de diversos medios de comunicación, a través del empleo de palabras, sonidos e imágenes fijas y móviles para comunicar ideas, vender productos, educar y entretener (Op. Cit.).

Multimedia estimula los ojos, oídos, yemas de los dedos y, lo más importante, **la cabeza**. Cuando le permite al usuario final -el observador de un proyecto de multimedia- controlar ciertos elementos y cuándo deben presentarse, se le llama multimedia interactiva (Vaughan, 1995).

La elaboración de materiales formativos multimedia de buena calidad teórica y alta eficacia formativa constituye una actividad cara y compleja que exige la utilización de diversas tecnologías, la coordinación de especialistas de diversos ámbitos (informática, audiovisual, editorial, pedagógica...) y la aplicación de metodologías que facilitan la optimización de los recursos económicos materiales, humanos y funcionales implicados.

A partir de la detección de unas necesidades formativas susceptibles de admitir una solución basada en el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), se plantea la producción de unos materiales (que suelen incluir guías para su utilización y a veces apoyos telemáticos) capaces de dar una adecuada respuesta a la problemática planteada, al tiempo que se optimizan determinados parámetros económicos (presupuesto, rentabilidad financiera...).

El resultado debe ser un material (accesible desde un disco o desde determinadas redes) que tenga una apariencia y un manejo agradable, capaz de despertar y mantener el interés de los usuarios, que considere sus necesidades y características, proporcione la información conveniente y facilite, mediante sus actividades y funcionalidades en general, el logro de los aprendizajes que se pretenden.

Los productos educativos multimedia son muy poderosos para una enseñanza basada en el descubrimiento, la interacción y la experimentación. Su aportación principal reside en su contribución a la realización de una pedagogía activa.

Este potencial pedagógico de multimedia interactivo educativo ha sido confirmado por numerosos estudios llevados a cabo en Europa y Estados Unidos. Por ejemplo, en el Reino Unido, el National Council for Education Technology ha realizado un inventario de todos los estudios que proporciona un claro panorama de estas posibilidades: la motivación de estudiantes que fracasan con métodos tradicionales, la reducción de tasa de fracaso escolar, el estímulo de la cognición, el gusto por la lectura y la escritura, la adaptación a las capacidades individuales, son algunos de sus efectos positivos. Pero hay, sobre todo, un beneficio muy importantes: la apertura de nuevos horizontes que produce el acceso generalizado a gran cantidad de recursos nuevos y la adaptación de la curricula a los nuevos requisitos de la sociedad de la información.

El promedio de aprendizaje con el uso de este material, ha permitido una mejora de aproximadamente el 50%, o disminuyendo también el tiempo de

aprendizaje y, desde luego, al ser más amigable el ambiente, el esfuerzo de aprender es menor (Rodríguez, 1997).

Debe hacerse notar que la calidad de una presentación multimedia es controlada por una computadora.

Las presentaciones multimedia durante su desarrollo y uso, frecuentemente requieren la integración de varias tecnologías para la captura, digitalización, almacenamiento, mezcla, sincronización, reproducción, transmisión y exhibición de datos de texto, gráficos y sonido (Tannenbaum, 1998).

Los elementos de multimedia se conjugan en un proyecto utilizando herramientas de desarrollo de multimedia. Estas herramientas de programación están diseñadas para administrar los elementos de multimedia individualmente y permitir que interactúen los usuarios. La mayoría de las herramientas de desarrollo de multimedia ofrecen además facilidades para crear y editar texto e imágenes, y tienen extensiones para controlar los reproductores de videodisco, video y otros periféricos relacionados. El conjunto de lo que se produce y la forma de presentarlo al observador es la interfase humana. Esta interfase puede definirse tanto por las reglas de lo que debe suceder con los datos introducidos por el usuario como por los gráficos que aparecen en su pantalla. El equipo y los programas que rigen los límites de lo que puede ocurrir es la plataforma o ambiente multimedia.

Multimedia requiere grandes cantidades de memoria digital cuando se almacena, el CD-ROM (*compact disc-read-only memory* o memoria de sólo

lectura en disco compacto). puede contener hasta 72 minutos de video en pantalla completa de excelente calidad o puede contener mezclas únicamente de imágenes, sonidos, texto, video y animación controladas por un programa de autor para proporcionar interacción ilimitada a los usuarios (Vaughan, 1995).

APLICACIONES DE MULTIMEDIA. Se emplean producciones multimedia para entretenimiento, instrucción, análisis científico; investigación y presentaciones; publicidad y ventas en negocios; arte y otros propósitos; tecnologías adaptadas para personas con discapacidades, realidad virtual y otras aplicaciones menos consideradas.

Los científicos muestran imágenes bi y tridimensionales de un objeto, tal como un modelo molecular o una galaxia. Los científicos pueden controlar la vista del objeto para estudiarlo en diferentes perspectivas, por rotación o translación y verlo de una a tres dimensiones usando algunas formas de energía interactiva. Puede emplearse totalmente en química y biología molecular con movimientos interactivos, cuando un científico esta buscando la posición de dos sustancias diferentes y poder ponerlas juntas para interaccionar.

Multimedia basada en instrucción tiene lugar en un salón de clases y en muchas otras localidades como en casa, bibliotecas públicas y en el trabajo.

Ambientes que no pueden ser explorados por estudiantes de otro modo porque pueden ser peligrosos, extensos o no disponibles para control de los estudiantes, pueden ser creados en computadora. Esto provee

oportunidades a los estudiantes de explorar y controlar ambientes virtuales en los cuales ellos pueden experimentar y aprender acerca de varios principios básicos. Parte del ambiente virtual puede ser ahora creado por los estudiantes y puede funcionar simultáneamente, interactuar y aprender de los resultados de sus acciones (Tannenbaum, 1998).

Multimedia causará cambios radicales en el proceso de enseñanza en las próximas décadas, en particular cuando los estudiantes descubran que pueden ir más allá de los límites de los métodos de enseñanza tradicionales. De hecho, en algunos casos los maestros se convertirán en guías y orientadores en el proceso de aprendizaje, en vez de ser los proveedores primarios de información y comprensión, los estudiantes, no son los maestros, serán el núcleo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Éste es un tema muy delicado para los educadores, por eso con frecuencia los programas educativos se promocionan como "enriquecedores" del proceso de aprendizaje, no como un sustituto potencial de los maestros en los métodos tradicionales

REALIDAD VIRTUAL. La realidad virtual requiere grandes recursos de computación para ser realista. En ella, su ciberespacio está hecho de miles de objetos geométricos dibujados en un espacio tridimensional: entre mas objetos y más puntos describan los objetos, mayor será la resolución y su visión será más realista. A medida que se mueve, cada movimiento o acción requiere que la computadora recalculé su posición, ángulo, tamaño y forma de todos los objetos que conforman su visión y muchos cientos de cálculos deben hacerse a una velocidad de 30 veces por segundo para que parezca fluida (Vaughan, 1995).

Las principales fases y procesos que intervienen en la producción de estos materiales son:

1. Análisis para el desarrollo multimedia.
2. Diseño instruccional.
3. Desarrollo o elaboración del multimedia.
4. Depuración.
5. Evaluación.
6. Retroalimentación.
7. Entrega.

En todas ellas, pero especialmente en los momentos en los que se diseña el material (diseño instructivo, diseño multimedia) y en las evaluaciones (interna y externa), deben tenerse muy presentes criterios de calidad que deberán guiar las actuaciones de todos los especialistas que intervienen en el proceso (Fig. 45).

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE UN PROGRAMA MULTIMEDIA INTERACTIVO.

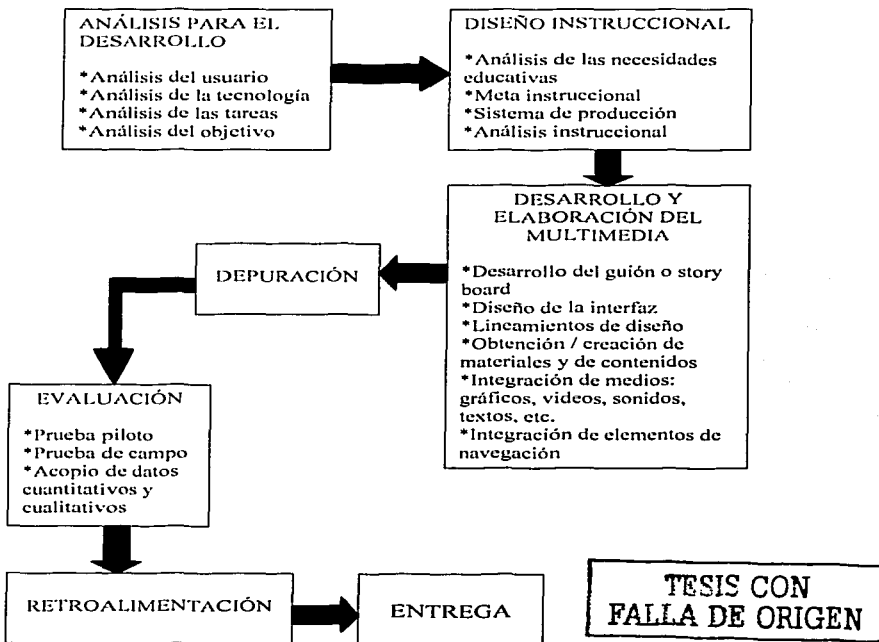


Figura 45

1. ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO DE UN MULTIMEDIA

Una vez que se ha determinado llevar a cabo un trabajo de tipo multimedia para tratar de apoyar en la resolución de un problema didáctico y se considera que ésta es la mejor opción, entonces se procede al análisis para el desarrollo del proyecto.

Esta primera etapa para la generación de un programa multimedia ocupa un 20% del tiempo total asignado al proyecto.

La serie de elementos a tomar en consideración que nos darán información más cercana de lo que se pretende desarrollar son:

a) Análisis del usuario.

Este tipo de análisis permite identificar los antecedentes de los usuarios potenciales, sus características de aprendizaje y las herramientas que deben manejar como prerrequisitos. Además que nos permitirá conocer si la solución (el proyecto multimedia) que se propone realizar es la apropiada para la población.

b) Análisis de la tecnología.

Identificar la existencia de la capacidad tecnológica. Aquí se refiere a las distintas etapas de la producción del multimedia. En un primer caso analizar si las tecnologías relacionadas a multimedia están al acceso de la población destinataria del proyecto, es decir si usa Internet, el correo electrónico, si está inscrito a listas de correo, etc. y si existe la infraestructura para el desarrollo de los programas, hardware y software, el conocimiento del manejo de ambos y el soporte técnico y de ayuda.

Debe existir también la capacidad tecnológica para la evaluación del programa, las instalaciones y equipo deben encontrarse disponibles en calidad y tiempo para llevar a cabo esta parte del proyecto.

c)Análisis de las tareas.

El análisis de las tareas implica situar claramente que metas y que trabajos se requieren para cumplirlas, así como determinar quienes deberán hacerlo de acuerdo con su conocimiento, herramientas que maneja y su actitud.

Se requieren de diversos especialistas para asegurar la mayor calidad, sin embargo en ocasiones diversas tareas recaen sobre un solo miembro del equipo. Idealmente los participantes son: administrador, artista gráfico, autor, director creativo, diseñador de sistemas, diseñador gráfico, diseñador instruccional, editor de video, editor, evaluador, experto en la materia, ingeniero de sistemas, líder del proyecto director del mismo.

d)Análisis del objetivo.

Para el desarrollo efectivo de soluciones es indispensable una escritura clara de los objetivos, así como la forma en que estos serán probados. Los objetivos determinan lo que se incluye en el contenido, si la solución produce conocimiento o la capacitación para una tarea, como se mide la efectividad de la solución, y el medio que se elige para desarrollar la solución.

2. DISEÑO INSTRUCCIONAL

Una parte fundamental en el desarrollo de un programa multimedia es la planeación de las actividades de enseñanza y la sistematización de experiencias de aprendizaje que tendrán lugar. Generalmente aquí es fundamental la participación del profesor y su pericia, porque es el quién conoce la estructura de todo contenido y quién ha tenido la experiencia de impartirlo.

Los pasos a seguir en el diseño instruccional de un programa de computadora para la educación, de acuerdo con Bañuelos y Rosas son:

a. Análisis de las necesidades educativas

En esta parte del diseño se identifican las deficiencias que se encuentran en el programa educativo, es decir, un problema de aprendizaje, sus posibles causas y soluciones.

b. Meta instruccional

Es la elaboración de un enunciado que expresa lo que el alumno estará en capacidad de hacer cuando termine el periodo de instrucción.

c. Sistema de producción

En esta etapa se determinan los recursos humanos que se necesitan para el logro de la meta, los materiales que se requerirán y la descripción de los usuarios a los que va dirigido el programa. El resultado de esta etapa representará la viabilidad del proyecto.

d. Análisis instruccional

Esta parte comprende todas las tareas de aprendizaje que serán necesarias realizar, para que con los recursos adecuados se logre la meta instruccional. En este trayecto se identificarán las habilidades y conocimientos que será necesario que construya el usuario. Este es el paso más importante de toda la planeación instruccional y contiene la enunciación de los objetivos de aprendizaje, las estrategias instruccionales. Los medios instruccionales y la evaluación del aprendizaje (Bañuelos y Rosas, 1994).

La manera general de realizar el análisis instruccional se realiza a partir del enunciado que indica lo que el usuario es capaz de hacer al finalizar la instrucción, en cada etapa de la misma repetir la pregunta ¿qué debe ser capaz de hacer el alumno antes de alcanzar la meta? (Soler, 1992).

Un elemento a considerar en el desarrollo de procedimientos instruccionales lo componen los métodos de enseñanza, entendiendo a éstos como procedimiento o plan general de acción para lograr la meta instruccional propuesta.

Entre los diferentes métodos están el expositivo y por descubrimiento. El método de enseñanza por exposición es útil para alcanzar conocimientos de tipo declarativo. La relación educativa básica es de profesor-alumnos. Es el método denominado también como deductivo, donde se parte de conceptos para llegar a ejemplos. Las estrategias pueden ser: presentar imágenes, analogías, resúmenes, cuadros sinópticos, preguntas, organizadores anticipados, ejemplos (Escalante, 2002).

El método por descubrimiento es útil para el aprendizaje de conocimiento de tipo procedimental. La relación educativa básica es realidad-alumno, también es conocido como método inductivo, donde a partir de ejemplos se puede llegar al concepto. Las estrategias pueden ser: mucha práctica, retroalimentación y solución de problemas.

Los medios instruccionales son todos aquellos recursos que apoyarán el proceso de instrucción. Los medios disponibles son a nivel auditivo y a nivel visual. A nivel auditivo se puede contar con sonidos o música que expresan alguna información importante. A nivel visual se puede tener texto o imágenes; a su vez las imágenes pueden ser fijas o con movimiento.

Finalmente para constatar que el alumno aprendió realmente habrá que realizar una evaluación del aprendizaje.

Los juicios evaluativos pueden ser desde muy simples hasta muy elaborados y relativos; desde muy objetivos hasta muy subjetivos; desde muy particulares hasta muy generales; empero todos ellos incluyen como mínimo dos elementos: un objeto y un criterio de juicio o valoración (Manual de Evaluación del Aprendizaje).

3. ELABORACIÓN DE MULTIMEDIA

Esta es la etapa propiamente dicha del desarrollo del programa multimedia, en la que se transformarán las especificaciones del análisis en un producto final. Involucra tanto la programación en algún lenguaje de cómputo o en una herramienta de autoría así como la creación, adaptación

o captura de los materiales del contenido para su integración a la estructura.

Las tareas a realizar en esta etapa son:

- *Realizar una investigación exhaustiva del tema a desarrollar.
- *Desarrollar el guión o story board que es una representación ordenada de que elementos y como se van a ir presentando.
- *Realizar el diseño de la interfaz.
- *Determinar los estilos de interacción que se van a utilizar.
- *Lincamientos de diseño y de uso de recursos. Consiste en describir la forma de trabajo de todos los participantes tanto en el sentido de homogenizar el desarrollo, como de programar el uso de recursos de desarrollo.

Obtención / creación de materiales y creación de contenidos.

*Integración de medios. Implica tener que cortar y pegar sonidos, imágenes y videos producidos en diferentes herramientas, en el programa de autoria, lo cual puede implicar pasos previos de conversión de formatos.

*Hacer ejecutable el programa, es decir que el producto final pueda distribuirse y ser usado por los usuarios finales sin tener que incluir el conjunto entero del ambiente de programación original.

4. DEPURACIÓN

En este paso se asegura que el programa corra de manera adecuada, que no tenga errores de contenido, que no contenga errores de

programación, y que sea eficaz, en el sentido de que permita que se cumplan los objetivos instruccionales. Para ello se realiza una primera prueba interna, por el propio equipo de desarrollo. Esta etapa constituye una evaluación formativa, la cual se relaciona generalmente con la calidad del programa.

5. EVALUACIÓN

Esta etapa consiste en poner a prueba el programa a aquellos usuarios a quien va dirigido. Esta parte permite evaluar las expectativas, que se tienen sobre el uso de las nuevas tecnologías, para resolver problemas educativos.

La evaluación es el acopio de datos cuantitativos y cualitativos para dar una interpretación o juicio de valor sobre un sujeto, objeto o hecho de manera tal que pueden tomarse decisiones al respecto.

Es importante que personas no familiarizadas con el desarrollo lo evalúen, aunque sea de manera interna, en lo que se conoce como una prueba piloto. Se logra así una versión completamente funcional, que está lista para ser evaluada por los destinatarios finales. Esta última evaluación o prueba de campo se conoce a veces como «etapa de validación externa» en diseño instruccional, en ella se valorará que la versión final además de ser eficaz y correcta, sea fácil de usar y amigable. La amigabilidad se evalúa por referencia a la facilidad de aprendizaje, la retención de lo aprendido, el número de errores en la ejecución sucesiva por parte del usuario, y la experiencia subjetiva de uso. Todos estos criterios pueden evaluarse formal e informalmente mediante procesos de observación directa, por

encuestas y cuestionarios estadísticamente significativos, mediante simulaciones de uso y protocolos de observación / ejecución a veces apoyados por dispositivos, como cámaras de video o grabadoras de audio ante las cuales los usuarios comentan y describen lo que están haciendo (Rosas, 1994).

Lo más importante al trabajar la prueba piloto o de campo es planear adecuadamente la forma en que se va hacer lo valoración. Los diferentes diseños de prueba pueden clasificarse en: preexperimentales, causiexperimentales y experimentales.

Los diseños preexperimentales pueden ser usados cuando no existan posibilidades de un mejor control sobre la situación. Sirven para obtener algunas evidencias aunque no son concluyentes dada su principal deficiencia: falta de selección al azar de los sujetos de prueba. El más utilizado es con un solo grupo:

Prueba previa- tratamiento- prueba posterior

En este diseño se puede advertir si hubo cambios entre la prueba previa y la prueba posterior, pero no queda claro si dichos cambios se debieron al tratamiento o alguna otra circunstancia. Puede realizarse la contrastación con otro grupo:

Grupo con tratamiento:

Prueba previa- tratamiento- prueba posterior

Grupo sin tratamiento:

prueba posterior

Mediante la comparación con el grupo sin tratamiento se pueden tener mejores evidencias de que los cambios pueden deberse al programa.

Los diseños experimentales superan la deficiencia de la falta de selección al azar de los sujetos a prueba, además de que requieren la asignación al azar de los mismos a los diferentes grupos de contraste. Los diseños experimentales más utilizados son:

El diseño de grupo control pretest-postest (asignación al azar):

Grupo con tratamiento:

Prueba previa- tratamiento- prueba posterior

Grupo sin tratamiento:

Prueba previa ----- prueba posterior

El diseño de un grupo control y sólo con postest (asignación al azar)

Grupo con tratamiento:

Tratamiento- prueba posterior

Grupo sin tratamiento:

prueba posterior

Este diseño pretende superar el problema de la influencia que puede tener la prueba previa sobre el resultado de la prueba posterior, misma que puede empañar los efectos reales del tratamiento.

En las situaciones de tipo educacional regularmente nos encontramos condiciones que no favorecen una investigación completamente experimental o causiexperimental. Con el señalamiento de tratar de controlar todas aquellas variables que sea posible.

Un diseño apropiado para las investigaciones educacionales de campo es el diseño de muestra separada pretest-postest. Requiere tomar muestras al azar de los sujetos antes y después del tratamiento. Como los sujetos a los que se aplica la primera prueba son diferentes a los de la segunda, este diseño puede valorar de una manera ingeniosa y sencilla los cambios debido al tratamiento dentro de un estudio de campo.

Grupo con tratamiento (selección al azar):

Muestra 1.

Prueba previa - tratamiento

Muestra 2.

tratamiento - prueba posterior

Puede incluir una muestra control:

Grupo sin tratamiento:

Muestra control 1.

tratamiento

Los diferentes diseños de pruebas vistos requieren que se establezca si las diferencias antes y después, y las diferencias entre los grupos son suficientes para establecer que se debieron al tratamiento. Las pruebas de análisis de varianza regularmente son las más adecuadas para determinar si las diferencias entre diferentes mediciones (de grupos o muestras) son significativas.

6. RETROALIMENTACIÓN

De toda la información recabada de la etapa de evaluación, se hacen las últimas correcciones que le otorguen la mayor calidad posible al producto.

7. ENTREGA

Esta es la última etapa del proceso, en ella se realiza la producción de la versión final para distribución pública; se termina la documentación (manuales de instalación, del usuario, para el profesor, etc.; los documentos que describen y registran el proceso de desarrollo). Se establece también el mecanismo para dar soporte (apoyo y solución de problemas) para los usuarios, así como para actualizar y mejorar el programa. Su producto, evidentemente, es el software completo, entregado, así como la estrategia de soporte y actualización.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos es un tema que involucra diversos procesos enzimáticos difíciles de visualizar claramente mediante el uso de imágenes estáticas o del pizarrón, además de ser complicado esquematizarlos en forma precisa y a su vez lograr mayor comprensión y aprendizaje del mismo.

Multimedia permite que se combinen imágenes, sonidos, texto, gráficos, voz y movimiento, herramientas con las cuales se llevan a cabo programas interactivos que facilitan la comprensión de su contenido.

Por tal motivo se propone llevar a cabo la realización de un programa Multimedia interactivo en el cual se expliquen estos procesos.

HIPÓTESIS

La combinación de imágenes, texto, sonido, voz y movimiento, por medio de un programa multimedia, permite exponer a los estudiantes en una forma más clara la dinámica y funcionamiento de los lípidos en el cuerpo humano y con esto favorecer el aprendizaje.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL.

Elaborar un programa multimedia de tipo interactivo que explique la digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos y demostrar la promoción del aprendizaje a través de su uso.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- *Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva referente a lípidos.
- *Elaborar un documento con texto, gráficas e imágenes sobre los lípidos y su papel en el organismo.
- *Diseñar una interfaz gráfica interactiva y atractiva para los estudiantes.
- *Llevar a cabo un trabajo de investigación educativa que permita identificar los efectos que produce el programa multimedia interactivo sobre el aprendizaje.

8. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA

El objetivo principal de esta etapa fue desarrollar un programa multimedia interactivo en el cual se describen claramente conceptos fundamentales sobre los lípidos, así como los procesos de digestión, absorción, distribución y destino de los mismos en el cuerpo humano, que favorezca el aprendizaje en primera instancia de los alumnos de 5° y 7° semestres de la carrera de Química Farmacéutica Biológica en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

8.1. Justificación.

En la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza son impartidas las asignaturas de Bioquímica Celular y de los Tejidos I, II y Bromatología, durante cuarto, quinto y séptimo semestres respectivamente; las cuales son compartidas por todos los estudiantes independientemente de la orientación que elijan; dentro de la carrera de Química Farmacéutico Biológica. Dichas asignaturas cuentan con un extenso programa el cual algunas veces es difícil de cubrir por los profesores en forma clara con imágenes estáticas (diapositivas), con explicaciones sobre el pizarrón o mediante rotafolio.

Los procesos de digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos son temáticas que se imparten en las asignaturas antes mencionadas y son temas difíciles de estudiar ya que involucran diversos procesos enzimáticos de difícil visualización en el pizarrón o en libros de texto; lo que se traduce en un mayor tiempo invertido por parte de los estudiantes que cursan las asignaturas y un menor aprendizaje.

Por lo anterior se buscó un medio de apoyo al aprendizaje encontrando que Multimedia sería una alternativa para representarlos mediante animaciones y con ello lograr que los estudiantes los visualicen mejor para lograr un aumento en su aprendizaje.

Finalmente se eligió el medio mediante el cual el programa llegaría a los usuarios finales, descartándose la difusión a través de Internet debido a la gran cantidad de archivos de voz, sonido, animaciones e imágenes, que harían una lenta transferencia por el mismo; por lo que se optó desarrollar el programa en un formato en CD-ROM.

8.2. Descripción del programa

Este programa cubre seis temáticas centrales que son: generalidades, clasificación, digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos. A estos seis apartados se puede acceder a través de botones amarillos situados al centro de la pantalla, de los cuales al pasar el puntero del mouse (ratón), se despliega un campo de texto que describe el contenido de cada uno (Fig. 46); y al hacer clic se ingresa directamente a cada submenú.



Figura 46

TRUJILLO
FALLA DE ORIGEN

Generalidades

En este primer apartado aparece una pantalla que contiene cinco botones amarillos que al pasar el puntero del ratón despliega un texto que indica el contenido de cada uno (Fig.47).

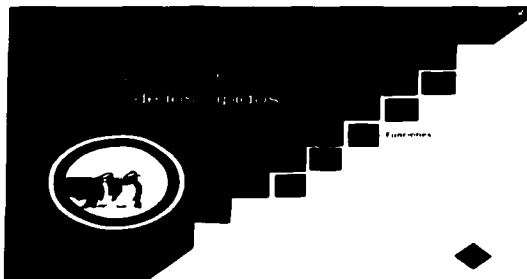


Figura 47

Para ingresar solo basta con hacer clic en el que desee; los submenús son: concepto, propiedades, funciones, fuentes y requerimientos (Fig.48) en los cuales se describe de forma breve cada uno de los temas mencionados.

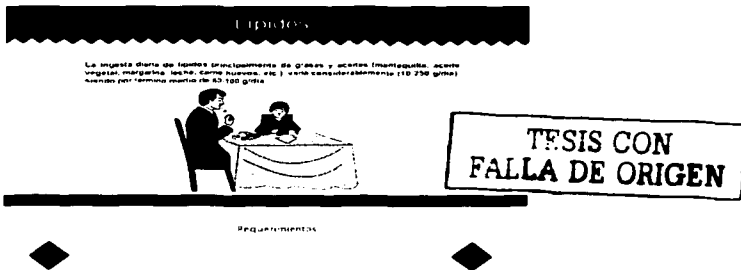


Figura 48

Clasificación

La pantalla para este apartado contiene tres botones amarillos (Fig.49). Al pasar el puntero del ratón se indica con texto el contenido de cada uno.



Figura 49

El primer botón contiene información sobre ácidos grasos (Fig. 50): en esta pantalla aparecen otros botones representados por texto que al dar un clic despliegan su contenido. Los botones contienen los siguientes temas: generalidades, clasificación, función y propiedades.

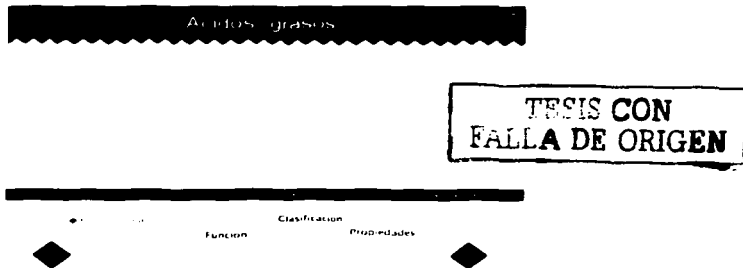


Figura 50

Dentro del botón de generalidades encontramos otros menús en los que se indican temas como: concepto, estructura (Fig.51), esenciales y nomenclatura; a cada uno se ingresa con un clic y se indican las características más importantes sobre cada tema.

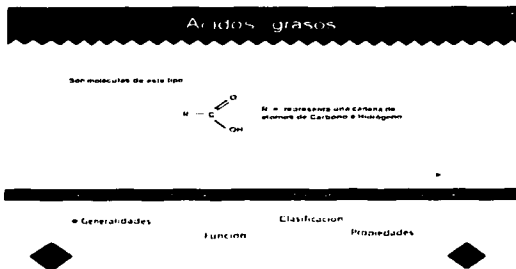


Figura 51

Otro botón es el de clasificación que contiene dos menús uno sobre ácidos grasos saturados (Fig. 52) y otro de los insaturados; dentro de los cuales encontramos las características más importantes como fórmula general, ejemplos y propiedades.

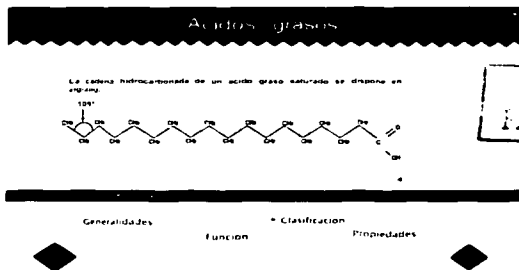


Figura 52

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El segundo botón tiene información sobre los lípidos saponificables representada por botones en texto (Fig. 53). Estos son: ceras, triglicéridos, glicerofosfolípidos y esfingolípidos. Basta hacer clic para conocer su contenido.

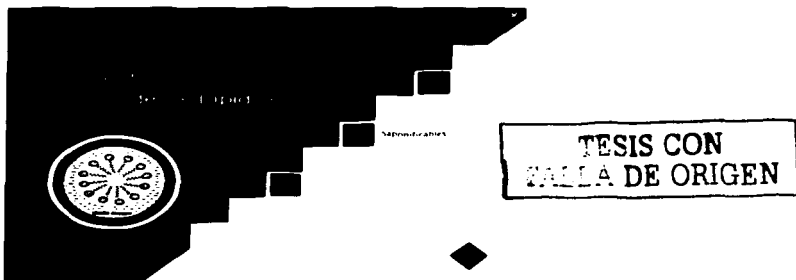


Figura 53

En el caso de ceras encontramos un submenú que contiene información sobre este tipo de lípidos tal como: concepto, función (Fig. 54) y ejemplos.

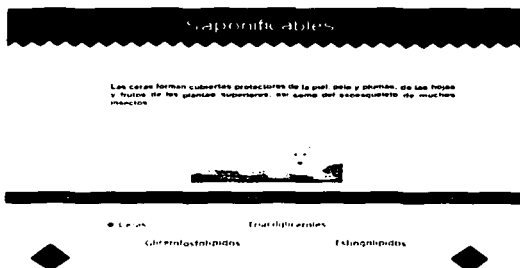


Figura 54

En el caso de triglicéridos se menciona su concepto, estructura (Fig. 55), función y propiedades principales.

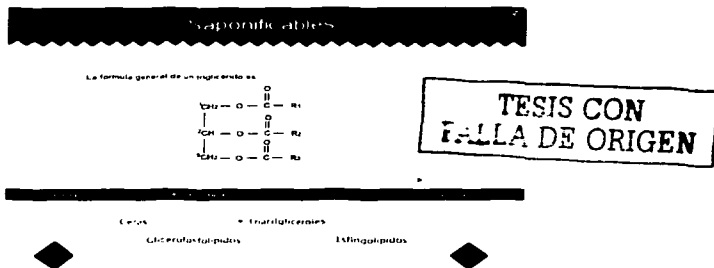


Figura 55

En la opción de glicerosfolipidos encontramos botones de concepto, estructura, función, propiedades y ejemplos (Fig. 56) en los que se describe lo más importante.

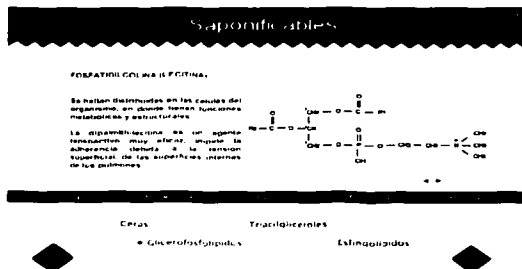


Figura 56

Otro tipo de lípidos saponificables son los esfingolípidos y al igual que los anteriores contienen otros subtemas en los que se incluyen concepto, estructura, función, propiedades y clasificación; para ingresar a estos temas se da un clic y se despliega la pantalla correspondiente.

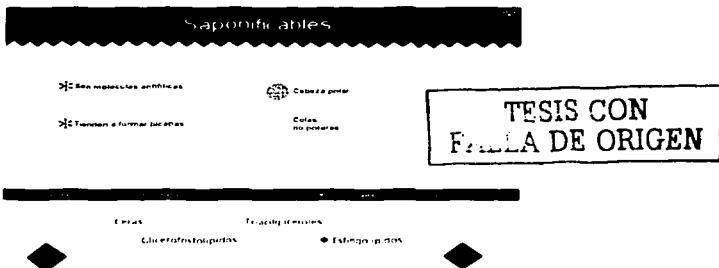


Figura 57

El tercer botón pertenece al tema de lípidos insaponificables y al hacer clic en él despliega una pantalla que contiene tres botones sobre los lípidos que pertenecen a este tipo (Fig. 58). Los botones pertenecen a: terpenos, esteroides y prostaglandinas en los cuales se entra como ya se ha descrito anteriormente y cada uno contiene un submenú.



TESIS CON
 VALLA DE ORIGEN

Figura 58

En el caso de terpenos se describen brevemente temas como estructura, función y se mencionan algunos terpenos importantes (Fig. 59).

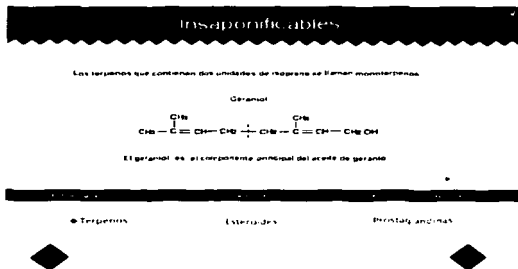


Figura 59

Dentro de los esteroides se abordan temas como: estructura (Fig. 60), función y clasificación, en esta última se hace mención sobre otros esteroides entre los que se mencionan las características, estructura y funciones de los mismos.

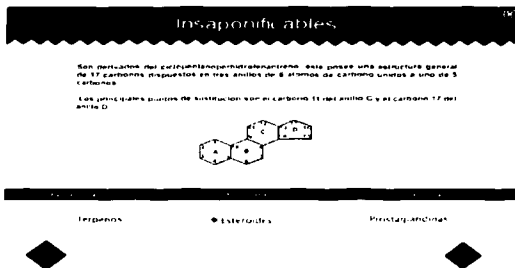


Figura 60

En tanto que en las prostaglandinas se desarrollan temas como son: estructura, función y clasificación (Fig. 61).

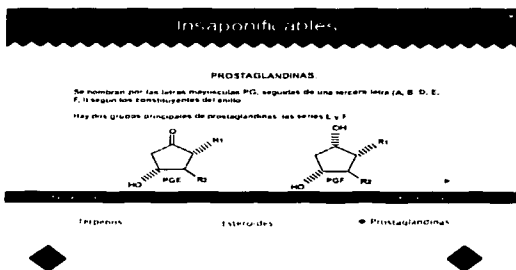


Figura 61

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Digestión

Este tercer apartado despliega una pantalla que tiene dos botones amarillos que al posicionarse en ellos aparece un texto que indica su contenido (Fig. 62).

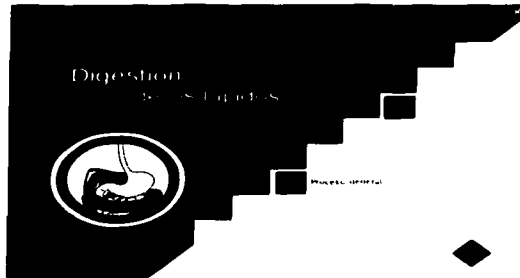


Figura 62

Uno posee información general del proceso de digestión (Fig. 63) en el que se describe de forma breve lo que ocurre en boca, estómago e intestino delgado lo cual se explora con la ayuda de flechas hacia adelante o hacia atrás.

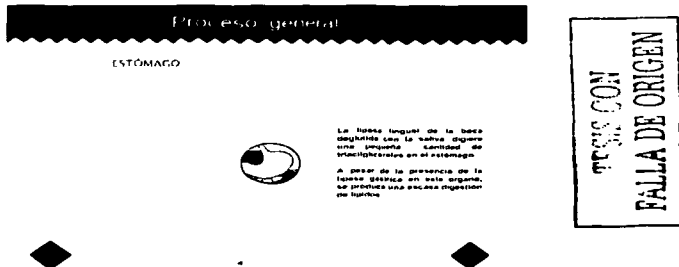


Figura 63

El otro botón contiene a detalle el proceso de digestión (Fig. 64), primero por etapas entre las que figuran: llegada del quimo, secreción hormonal, sales biliares, enzimas pancreáticas la que cuenta con tres menús que son: lipasa, fosfolipasa A₂ y colesterol-esterasa; y la última etapa llamada micelas en la superficie intestinal; lo que ocurre en cada parte se describe mediante imágenes, animación, texto y voz.

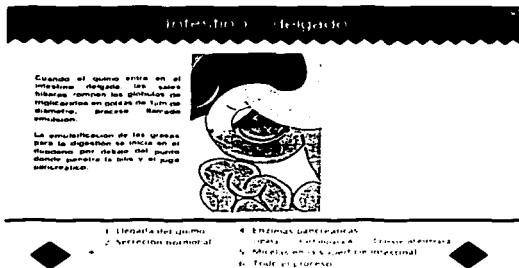


Figura 64

También incluye un botón con el nombre de todo el proceso (Fig. 65) que involucra todas las etapas anteriores en una sola animación.

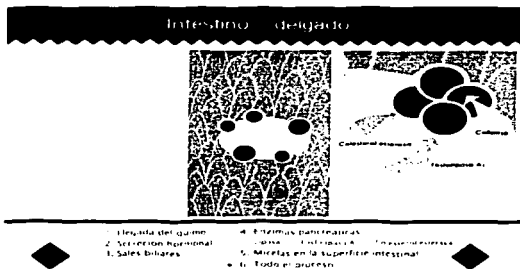


Figura 65

Absorción

En el cuarto apartado encontramos una pantalla conteniendo dos botones amarillos (Fig. 66), uno de los cuales pertenece a la estructura de la pared intestinal descrita mediante el uso de imágenes (Fig.67).



Figura 66

TIENE CON
TANTO
FALLA DE ORIGEN

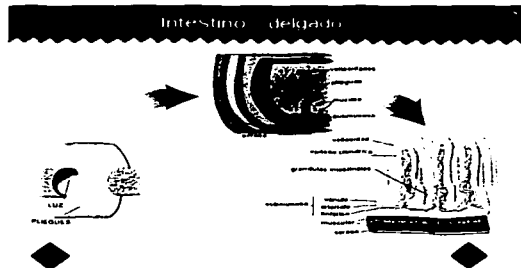


Figura 67

El segundo botón llamado todo el proceso (Fig.68), despliega una pantalla que contiene los siguientes temas: triglicéridos, colesterol, fosfolípidos y formación de quilomicrones, en los que se explica en forma breve mediante animación y voz, lo que sucede a cada tipo de lípido en el proceso de absorción.

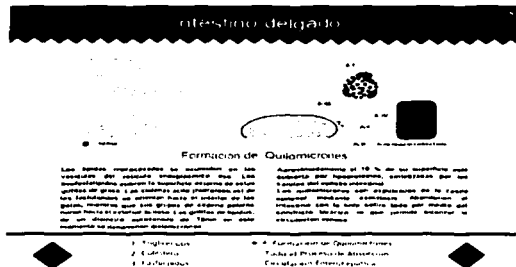


Figura 68

También existe un botón con el nombre de todo el proceso de absorción (Fig. 69) en el que se muestran todas las etapas mencionadas con animación e imágenes.

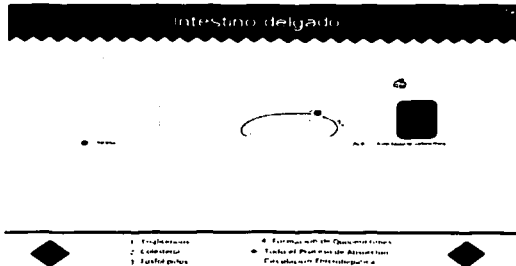


Figura 69

Finalmente contiene el botón de circulación enterohepática que explica ésta (Fig. 70), que es muy importante pues es el trayecto que siguen las sales biliares desde que son secretadas por la vesícula biliar.

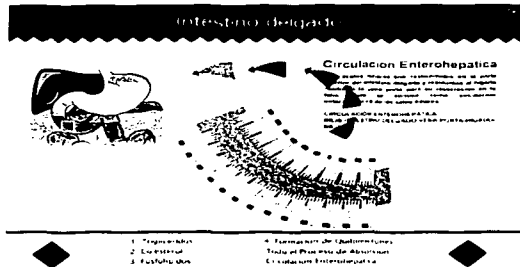


Figura 70

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Distribución

El quinto apartado es referente al proceso de distribución de los lípidos el cual está dividido en tres menús (Fig. 71).



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura 71

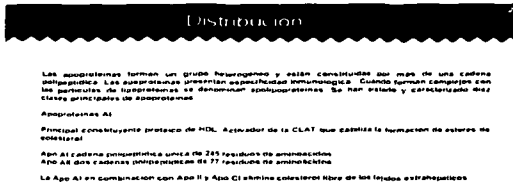
En los cuales encontramos: **generalidades** (Fig. 72), en el que se mencionan cuales son las moléculas que llevan a cabo la distribución (lipoproteínas), cuántos y cuales son, nombres, como están constituidas, etc.

Distribucion					
Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas					
Características	Lípidos predominantes	Administración	Funciones principales	Concentración en plasma	Origen
Quilomicrones	Triglicéridos de la dieta	B-48, C, E	Transporte de los nutrientes para el organismo	~ 0.05	200-300g
VLDL	Triglicéridos y fosfolípidos	B-100, C, E	Transporte de los nutrientes para el organismo	0.55	300-600
IDL	Triglicéridos y fosfolípidos	B-100, C, E	Transporte de los nutrientes para el organismo	0.06	240-330
LDL	Ésteres de colesterol y fosfolípidos	B-100	Transporte de los nutrientes para el organismo	1.91	100-200
HDL	Ésteres de colesterol y fosfolípidos	A	Transporte de los nutrientes para el organismo	1.05	50-100

Generalidades

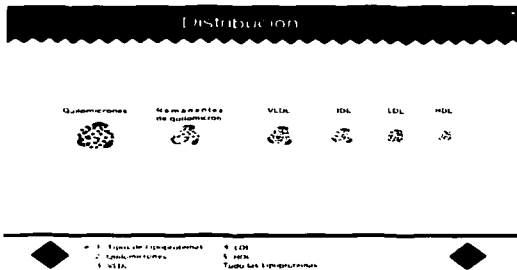
Figura 72

Apoproteínas (Fig. 73) en el que se describen estos compuestos proteicos de las lipoproteínas como se llaman, lugar de síntesis, en cuales lipoproteínas se encuentran y función.



Apoproteínas
Figura 73

Todo el proceso en el que se describe en si la distribución de los lípidos y que se divide en: **tipos de lipoproteínas** (Fig. 74), donde se esquematizan como están constituidas, su tamaño aproximado y sus nombres.



TRIPIS CON
 ORIGEN
 FUENTE DE ORIGEN

Figura 74

Quilomicrones (Fig. 75), **VLDL** (Fig. 76), **LDL** (Fig.77) y **HDL** (Fig. 78) y se describe el proceso, etapas por las que pasan estas moléculas, así como función y recorrido por separado. Esto puede ser visto con la ayuda de dos botones de play y pausa, que pueden detener el proceso cuando sea necesario. Estas etapas son descritas por medio de texto y voz.



Figura 75

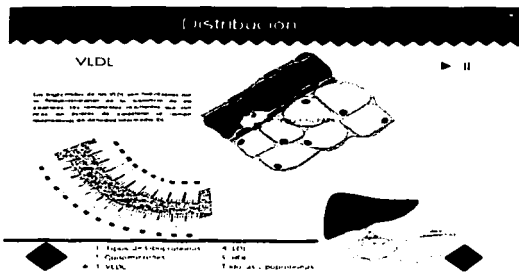


Figura 76

TESIS CON
FIRMA DE ORIGEN

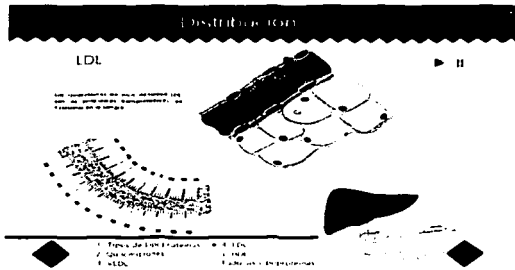


Figura 77

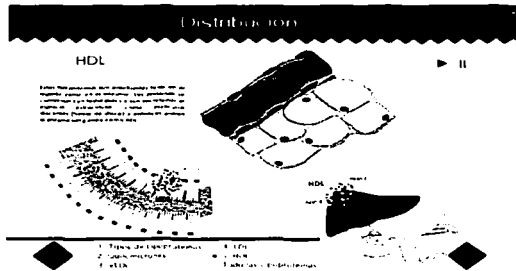


Figura 78

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Como en los anteriores se cuenta con un botón llamado todas las lipoproteínas que incluye todas las etapas anteriores en una sola animación (Fig. 79).

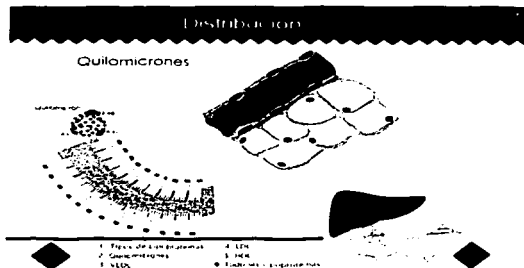


Figura 79

**TESIS CON
 FOLLA DE ORIGEN**

Destino

El sexto y último apartado es el que trata sobre el destino de los lípidos, se divide en tres botones: músculo, tejido adiposo (Fig. 80) e Hígado (Fig.81) en los que se muestra con imágenes los órganos y con texto se describe lo que sucede.

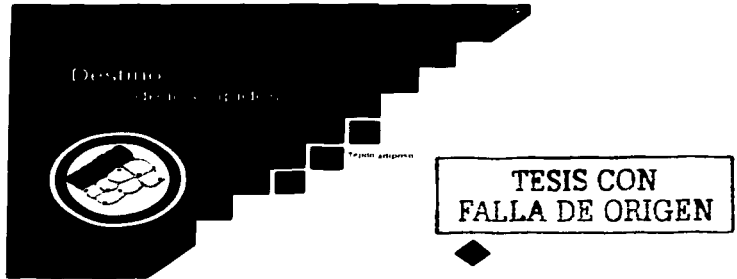


Figura 80

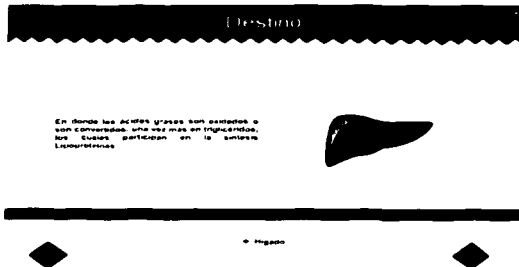


Figura 81

Bibliografía

Al entrar en esta parte se encuentran algunas citas bibliográficas revisadas para la elaboración del contenido del programa (Fig. 82).

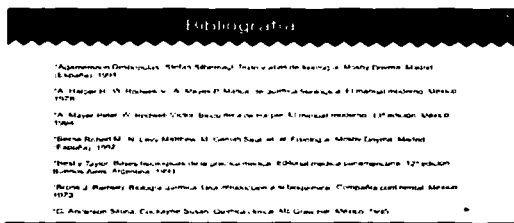
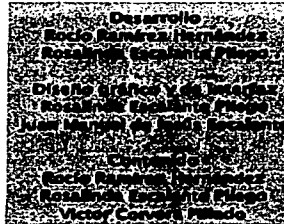


Figura 82

PRIMA DE ORIGEN

Créditos

Aquí se nombra a las personas involucradas en la realización, contenido e interfaz del programa.



Créditos
Figura 83

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8.3. Elaboración del programa.

Para la elaboración del programa fueron consideradas las siguientes etapas:

1. **ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO MULTIMEDIA.** Dentro de la que se consideraron un análisis de la audiencia a quién va dirigido el programa, la tecnología y conocimientos que se requerían para generación del programa, el análisis de las tareas por realizar, el objetivo y medios a emplear.
2. **DISEÑO INSTRUCCIONAL.** Aquí fueron planeadas las actividades de enseñanza que estarán orientadas a promover el aprendizaje de los aspectos más relevantes sobre lípidos.
3. **DESARROLLO DEL PROGRAMA.** En la que se elaboraron un guión, story board, los bocetos preliminares, diseño gráfico de ilustraciones, diseño de interfaz e interactividad, selección y edición de sonidos e incorporación de todos los elementos en un programa de autoría conforme al diseño instruccional.
4. **EVALUACIÓN PILOTO.** Donde fue puesto a prueba el programa con personas ajenas a su realización y que tenían el perfil del usuario.

1. Análisis para el desarrollo multimedia.

En el planteamiento del problema se describió la importancia del tema de lípidos durante los 5° y 7° semestres de la carrera Química Farmacéutica Biológica. De aquí la necesidad de buscar otra alternativa didáctica para conseguir el aprendizaje del tema por los usuarios.

Se eligió el desarrollo de un programa multimedia interactivo pues éste envuelve diferentes elementos que al ser combinados permiten mostrar claramente los procesos que sufren los lípidos (digestión, absorción, distribución y destino) y que son contemplados durante la formación de los alumnos antes mencionados.

Análisis del usuario.

Los alumnos a los que se dirige el programa tienen antecedentes suficientes para comprender el tema de lípidos, ya que es revisado durante su formación. De ahí que el tema, en el desarrollo multimedia, puede ser revisado antes, durante o después de haber sido estudiado en el salón de clases.

Es importante que los estudiantes cuenten con conocimientos mínimos de computación.

Para evitar el aislamiento de los estudiantes y fomentar el aprendizaje colectivo, el programa debe ser accesible a ser utilizado por uno o más de ellos.

La disponibilidad del equipo para que los estudiantes puedan llevar a cabo la revisión del programa puede ser un factor limitante para desarrollar estas alternativas. Sin embargo, los datos recopilados en nuestra población estudiantil indican que el número de estudiantes que posee equipo de cómputo va en aumento además de que la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza cuenta con espacios con computadoras a disposición de los alumnos.

Análisis de la tecnología.

Para desarrollar este tipo de programas es necesario que el equipo tenga altas especificaciones (Pentium III, 800 MHz o superior, Monitor SVGA, 128 Mb en RAM o superior, disco duro con 20 Gb o superior, unidad de CD-Writer), el software necesario para el manejo de fotografías e imágenes (Adobe Illustrator 10.0), sonido (Acid Wave), texto (Word 2000), animaciones y programa de autoría (Macromedia Flash MX).

Para la revisión del programa puede ser suficiente con una máquina PENTIUM con unidad de CD-ROM.

Análisis de las tareas.

Ya que este tipo de programas requieren de un trabajo multidisciplinario se dividen las tareas entre los colaboradores de acuerdo a su conocimiento. En muchas ocasiones no puede disponerse de especialistas por lo que varias tareas recaen en una misma persona.

Para llevar a cabo la realización de este programa se requiere de una persona que conozca el tema de lípidos y otra experta en el diseño instruccional. Es necesario que haya una persona que elabore el guión que

contenga información actualizada, la forma en que será presentada y el Story Board que explique en forma conjunta todos los rubros que se mostrarán secuencialmente a los estudiantes. Estas tareas se llevarán a cabo en coordinación con el encargado del programa de autoría y el asesor del proyecto.

Tareas como elaboración de gráficos, animaciones, selección y edición de sonido, diseño de la interfaz y de la interactividad, fueron realizadas por especialistas quienes manejaban el software. También fueron elegidas imágenes, botones de interactividad y la interfaz de acuerdo con el tema.

La incorporación de todos los elementos en el programa de autoría (Macromedia Flash MX), la interactividad, serán realizadas por el especialista del programa y con la ayuda del diseñador gráfico.

Para diseñar este programa multimedia se planteó un cronograma de actividades.

Cronograma de Actividades para la elaboración del Programa												
MESES												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>1. Análisis para el desarrollo Multimedia.</i> Análisis de la audiencia. Análisis de Tecnología. Análisis de las Tareas. Análisis del Objetivo.			<i>2. Diseño Instruccional.</i>			<i>3. Desarrollo del programa</i> Elaboración del guión y Story Board. Elección del Software. Diseño Gráfico. Diseño de la interfaz. Interactividad.					<i>4. Evaluación Piloto.</i>	

Análisis del objetivo.

El objetivo principal del proyecto fue:

“Elaborar un programa multimedia de tipo interactivo que explique la digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos y demostrar la promoción del aprendizaje a través de su uso”.

No obstante existen una serie de objetivos que emanan para el desarrollo del programa de lípidos:

Que aprenda el estudiante conceptos, estructuras, funciones, propiedades, clasificación, etc. sobre los lípidos y con ellos pueda comprender mejor los procesos de digestión, absorción, distribución y destino de los mismos, con lo que se pretende también un cambio de actitud frente a la presentación de contenidos por este medio con respecto a otros.

Que ésta estrategia resulte atractiva para la revisión de este tema.

Que los estudiantes tengan la inquietud de revisar el tema en esta modalidad tanto en su casa como en un laboratorio de computo, y les sea de interés revisar otros temas con características similares.

Que no sea necesaria la presencia de un profesor o asesor. Que el estudiante pueda revisar el programa en forma independiente y cuantas veces lo requiera.

Que el programa pueda ser revisado por dos o más estudiantes.

Que sea sencillo de utilizar. Que los iconos sean fácilmente comprensibles por los usuarios, con lo que se daría una interacción efectiva como lo desea el estudiante.

Que no sean caros los requerimientos de equipo. Que pueda ejecutarse en cualquier computadora y mantenga su calidad tanto gráfica como de sonido.

Que su obsolescencia no sea a corto plazo. Es decir, que tenga la información más actualizada posible.

Que sea fácilmente actualizable. Que modificar o actualizar información sea realmente sencillo y no requiera la elaboración completa de otro programa o del mismo.

Que sea transferido fácilmente. Que a través de un CD-ROM sea difundido en forma sencilla y económica a todos los universitarios.

2. Diseño Instruccional.

Se analiza la necesidad de desarrollar el tema de lípidos empleando un recurso distinto que medie el proceso enseñanza aprendizaje, se lleva a cabo la elección de un programa asistido por computadora de tipo multimedia interactivo. Con lo anterior se propone un programa con una pantalla de interacción la cual aparece al inicio del programa y se puede regresar a ella cuando el usuario así lo desee. En la parte central de está se encuentra el menú principal representado por unos rombos amarillos que al posicionarse en ellos despliegan un campo de texto que indica el contenido de cada uno.

El objetivo que se persigue es que el alumno logre la promoción del aprendizaje una vez que revise completamente el programa. Por lo que se desca mostrar diferentes temas importantes a cerca de lípidos como son: generalidades, clasificación, digestión, absorción, distribución y destino, en forma organizada y complementarlos con animación, tablas, imágenes, voz, etc., con el fin de que el usuario relacione e integre la información así presentada con la que ya posee, y evitar la simple memorización.

La evaluación formal del aprendizaje se realizará a un grupo de estudiantes, en una etapa posterior.

3. Desarrollo del programa.

En esta etapa se recopilaron y elaboraron los materiales necesarios como gráficos, texto, animación e imágenes que serían integrados en el programa de autoría (Macromedia Flash MX) con la consiguiente elaboración de la interfaz y el diseño de la interactividad.

Elaboración del guión y story board.

Durante esta etapa se llevó a cabo una revisión exhaustiva del material bibliográfico sobre el tema de lípidos, con lo cual se eligieron los temas que integrarían el programa.

Se realizaron diagramas sobre la forma en que serían desarrollados los temas seleccionados y finalmente fueron integrados para obtener un diagrama final con el que se llevaría a cabo la realización del programa.

Fueron seleccionadas las imágenes que ilustrarían algunos de los temas presentados, así como estructuras que ahí serían incluidas.

Se construyeron tres pantallas, la primera sería la empleada para colocar el menú principal, es decir, la pantalla de interacción inicial; la segunda que muestra el submenú de cada tema principal y una tercera en la cual se asigna el lugar en el que será presentada toda la información que integrará cada tema.

Se creó el story board en el que se muestra de forma ordenada como y que temas constituirán cada tema principal y con ello presentar las opciones que se incluirían en cada uno. Se hicieron los textos que incluiría el programa así como elaboración de imágenes, diagramas, animaciones, etc.

Elección del software.

Herramienta de autoría. Existen diversas herramientas de autoría como: Director, Authorware, Tool Book, Multimedia Builder, Macromedia Flash entre otros. La elección se hizo basándose en las grandes ventajas que posee este software. Seleccionando Macromedia Flash MX (Fig. 84) basada en las enormes ventajas que posee este software. Puede ser empleado tanto en la producción de programas como en la elaboración de páginas Web a un tamaño reducido lo que lo convierte en estándar cuando se desea incorporar animaciones, dibujos vectoriales e interactividad dinámica.

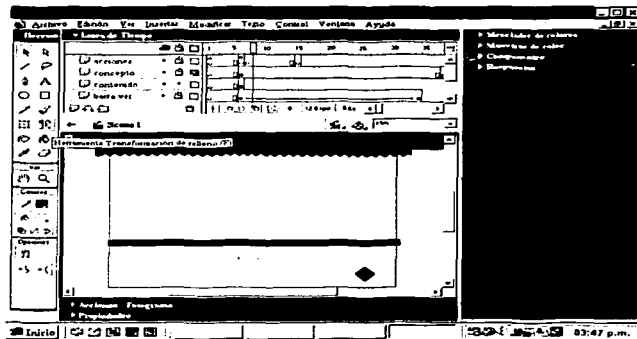


Figura 84

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Software de dibujo. Se emplearon dos programas de dibujo y edición de imágenes. Adobe Illustrator 10.0 para el dibujo vectorial en el que se elaboraron los dibujos, fórmulas, estructuras y se colorearon aquí mismo, otras imágenes realizadas aquí fueron ajustadas y coloreadas en Adobe Photoshop.

Los programas fueron seleccionados de una gama por la versatilidad de herramientas que tienen y por ser compatible con el software de autoría.

Software para texto. Para la elaboración de textos se empleo Office 2000 (Word).

Selección de sonido Se eligieron diversos sonidos para agregarlos a los botones que se encuentran a lo largo de todo el programa mismos que se escuchan al pasar por encima y al hacer clic en ellos. Los sonidos se incorporaron en el software de autoría con el elemento gráfico correspondiente.

Diseño Gráfico.

El diseño gráfico en la interfaz se hizo en base a una metáfora sobre el acomodo que tienen las largas cadenas de los lípidos (zig-zag) creando así dos pantallas, una para el menú principal que se divide al centro de la misma con una figura en zig-zag en donde se eligió el color verde oscuro para la parte superior y blanco para la inferior (Fig. 85).

Colocando el título del programa (Lípidos) en un tono amarillo claro para resaltarla en el fondo verde; bajo el zig-zag unos rombos amarillos más oscuros que el del título los cuales encajan bien en esta figura y contienen submenús sobre el tema. La otra pantalla tiene las mismas características solo que está dividida del extremo superior derecho al extremo inferior izquierdo colocando los colores como se mencionó.

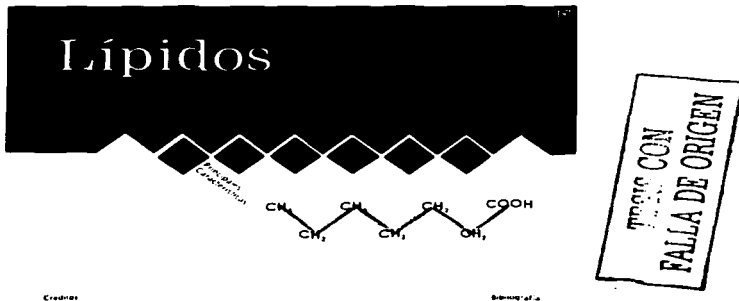


Figura 85

Las pantallas en las que se describen en sí los temas llevan las mismas características y tonalidades.

Fueron incluidos dos tipos de dibujos: los vectoriales y los elaborados basándose en puntos (bitmap) para los vectoriales se empleo Adobe Illustrator 10.0, con el que se elaboraron todas las imágenes que aparecen a lo largo de programa así como estructuras, fórmulas, y a otros se les hicieron algunos efectos con Adobe Photoshop.

Este tipo de dibujos permiten mantener la calidad de línea aún cuando se aumenta o disminuye el tamaño de imagen con lo que se evita observar los píxeles de los mismos (puntos). Flash maneja este tipo de formato gráfico lo que garantiza la permanencia de calidad en los dibujos.

Diseño de la interfaz.

El diseño de la interfaz usuario-computadora pretende llevar al estudiante a lo largo del programa en forma fácil e intuitiva.

La primer pantalla de interacción con el estudiante muestra diferentes botones. Al pasar el cursor por alguno se despliega un campo de texto que indica el contenido correspondiente, al acceder a ellos se despliega una segunda pantalla que muestra con botones distintas opciones, al posicionar el cursor sobre el se despliega un campo de texto que indica la parte del tema con la que cuenta.

Una vez que se accede al tema se muestra una tercer pantalla que contiene la información del tema en sí y algunas muestran otras opciones para acceder a otros apartados.

En está interfaz son resaltadas las opciones en las que puede haber interacción con movimiento del gráfico, en color rojo o con cambio de color cuando se pasa del cursor por encima (Fig. 86).

*Aunque los ácidos grasos solo existen libremente en pequeñas cantidades, al participar como componentes de muchos de los lípidos, les confieren a estos sus propiedades aunque sea parcialmente.

*Como lípidos constituyen la reserva energética más importante en los animales.

Cumplen importantes roles:

✱ En el crecimiento normal.



Figura 86

Los botones son la única forma de interacción en el programa de lípidos mediante los cuales se pretende que en forma sencilla el estudiante lo explore sin ayuda de un instructor que tenga que indicarle como hacerlo.

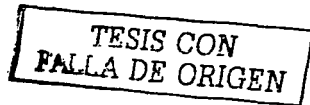
Estos botones cuentan con una animación constante (Fig. 87), algún cambio gráfico al pasar el cursor por encima, con color rojo, etc., lo que permite tener la atención del estudiante para indicar la posibilidad de interacción.



Proceso general



Proceso general



Proceso general

Figura 87

Se cuenta también con flechas para avanzar o retroceder a una pantalla, botones de play y pañsa para detener o continuar una animación y otros que al pasar por encima muestran alguna imagen, animación, fórmula o estructura (Fig. 88).

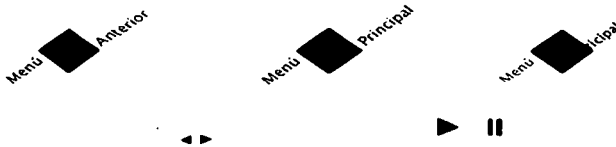


Figura 88

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8.4. Evaluación Piloto.

El programa fue presentado a personas ajenas a su desarrollo. Estudiantes que tenían conocimientos previos referentes a lipidos y saben del desarrollo de éstos programas multimedia. Después de esta revisión se llevaron a cabo correcciones ortográficas y adición de sonido a algunos botones. En lo referente a la forma de navegación e interacción fue fácil e intuitivo por lo que no fue necesario hacer ningún arreglo.

9. USO DEL PROGRAMA.

Durante esta etapa se pretende cumplir otro de los objetivos planteados en este trabajo: demostrar la promoción del aprendizaje del tema de lípidos de una porción de estudiantes a través del uso del programa.

9.1. Método.

Al finalizar el desarrollo del programa se prosiguió demostrar que al poner a los estudiantes en contacto con los contenidos principales del tema de lípidos mediante ésta forma de enseñanza se promueve su aprendizaje.

El método empleado para obtención de información acerca de la pertinencia del programa como herramienta en el aprendizaje consistió en una invitación a los alumnos de quinto y séptimo semestres de la carrera de Química Farmacéutica Biológica para que llevarán a cabo la revisión del programa en dos sesiones, en distinto día y con duración de una hora cada una. El hecho de dirigir esta investigación específicamente a los alumnos de estos semestres no indica que el programa no sea útil para otros estudiantes.

Para obtener información conveniente para la investigación a partir de este método, fueron empleadas dos técnicas: la observación y aplicación de un cuestionario.

Los instrumentos empleados fueron: una guía de observación con una cámara fotográfica, una de video, y un cuestionario que contiene los temas principales a cerca de los lípidos, el cual se aplicó antes y después de la revisión del programa.

La finalidad de aplicar el cuestionario antes de revisar el programa era recabar información acerca de que conocían los estudiantes del tema y al aplicarlo después de revisarlo sería un indicativo de aumento en el

número de aciertos en las preguntas. Los datos así obtenidos se emplearon en un análisis cuantitativo posterior y podrían ser correlacionados con los resultados obtenidos en el análisis cualitativo.

La población seleccionada corresponde a los estudiantes que cursan el quinto y séptimo semestres de la carrera de Química Farmacéutica Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se invito a la totalidad de los estudiantes obteniendo respuesta de 59 de ellos.

Los alumnos del quinto semestre correspondían a la materia de Bioquímica Celular y de los Tejidos II en cuyo programa se contempla el tema de lípidos. Mientras que el grupo correspondiente al séptimo semestre cursaban la materia de Bromatología y tenían conocimientos previos del tema al haber cursado el quinto semestre y el tema también es contemplado en su semestre en curso.

9.2. Etapas.

1. Aplicación de un cuestionario antes del uso del programa multimedia. En ésta etapa el objetivo era conocer los antecedentes académicos que poseían los estudiantes acerca del tema. Este cuestionario consta de 25 preguntas relacionadas con el tema de lípidos y el cual contiene todas las temáticas incluidas dentro del programa.

Las preguntas eran de opción múltiple con tres alternativas de respuesta y se pidió a los estudiantes contestar únicamente aquellas que consideraban conocían con seguridad su respuesta, con lo cual se evitarían aciertos al azar. Cabe mencionar que se les hizo hincapié en que el resultado del cuestionario no afectaba su evaluación en la asignatura.

2. Primera presentación del programa. Fue asignada una computadora por estudiante para que revisara el programa. En esta etapa se pretendía conocer la reacción de los estudiantes frente al programa, saber si navegar en él les era fácil, si era revisado en orden, si algo podía distraer su atención, etc.

3. Segunda revisión del programa. En esta se pretendía que el estudiante enfocara toda su atención en el contenido del programa una vez que ya conocía la forma de navegación, y revisara el contenido total todos los apartados que contiene.

4. Una vez que terminó la segunda revisión del programa se aplicó el mismo cuestionario de la primera etapa que tenía como finalidad conocer los cambios que se producían en las respuestas contestadas acertadamente utilizando únicamente 10 minutos de esta sesión.

En estas etapas se recopiló la mayoría de la información para analizarla cualitativa y cuantitativamente posteriormente. La tarea que ayudo a conseguir este fin fue: la opinión personal después de revisar el programa.

9.3. Resultados.

Los datos recopilados fueron tomados durante las dos sesiones de prueba lo cual se hizo con la aplicación de un cuestionario, toma de fotografías y video, así como opinión personal de los estudiantes al estar frente al programa.

Al contestar el cuestionario por primera vez (Fig. 89, 90 y 91), es decir, antes de revisar el programa, algunos estudiantes contestaron varias preguntas presentando la mayoría por lo menos un error en sus respuestas lo que indica que pudieron contestar al azar algunas de ellas. Otros respetaron la sugerencia de contestar sólo las que estaban seguros de su respuesta (Fig. 90). Ningún estudiante entregó en blanco su cuestionario.

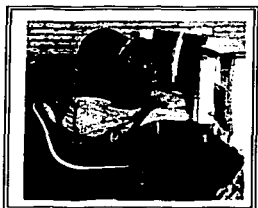


Figura 89



Figura 90



Figura 91

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la primera revisión del programa se les indicó a los estudiantes que indicaran cualquier sugerencia o duda que surgiera del programa o sobre su contenido, y se observó su reacción al estar frente a este. Todos los estudiantes lo revisaron en el orden como aparecía en el menú principal (Fig. 92). Unos repetían las animaciones que se encontraron cuando se posicionaban en algún botón o daban un clic. Otros lo revisaron superficialmente al principio y con mayor profundidad en la parte de los procesos que contenían más animaciones, es decir, presentaron mayor interés en los apartados de digestión, absorción y distribución de los lípidos (Fig. 93).



Figura 92

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figura 93

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En ambas sesiones los estudiantes se mostraron interesados en el programa y no abandonaron la revisión antes de que terminara el tiempo que se programó para ello. Incluso varios se prolongaron más tiempo del programado (Fig. 94 y 95).



Figura 94



Figura 95

Durante la primera revisión del programa los alumnos mencionaron algunos errores ortográficos que contenía, los cuales fueron corregidos a la brevedad y les inquietaba saber de donde fueron sacadas las animaciones que contiene, como se elaboraron, si sería vendido, si sería puesto en internet, si sería posible obsequiarles una copia, etc.

Al finalizar esta primera revisión se les hizo una pequeña entrevista sobre que les había parecido el programa, que le agregarían o cambiarían, si les costo trabajo navegar en él o si les fue fácil, a lo que contestaron que era muy interesante sólo que iba un poco aprisa en la parte de distribución.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la segunda revisión del programa (segunda sesión), (Fig. 96, 97 y 98), se concentraron en el contenido pues ya conocían la forma de navegar en él y antes de terminar la sesión (10 minutos), se les aplicó nuevamente el cuestionario que contestaron en la primera sesión, es decir, antes de revisar el programa por primera vez; entregándolo muy contentos pues sabían que les había ido mejor que en el primero, lo que fue confirmado cuando se cuantificaron sus respuestas. Pocos estudiantes se mostraron inseguros y algo confundidos al contestarlo como si no hubieran puesto la atención necesaria en esta segunda revisión y estuvieran conscientes de obtener el mismo resultado o menor que en el primer cuestionario.

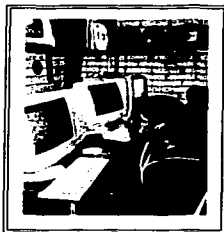


Figura 96



Figura 97

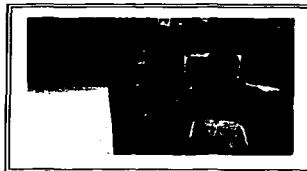


Figura 98

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

Los estudiantes pidieron se les hiciera saber cuantos aciertos tuvieron en ambos cuestionarios, aún sabiendo que no les afectaría en su calificación.

Varios estudiantes mencionaron que: "era muy padre contar con un programa como este pues es un tema complicado por lo que para comprenderlo había que leer muchísima información y aun así no quedaban claras muchas cosas, pero al verlo de esta forma todo era claro y fácil de comprender pues estaba muy bien explicado y con las animaciones era muy fácil de estudiarlo y comprenderlo".

CUESTIONARIO

El mismo cuestionario (Anexo1) se aplicó antes y después del uso del programa multimedia. Al aplicarlo antes de revisar el programa por primera vez se denominó 1 y al aplicarlo al finalizar la segunda revisión del mismo se denominó 2.

La elaboración de este cuestionario no tomo en consideración las preguntas que causaron más impacto entre los estudiantes ó que lograron un incremento del aprendizaje, ya que fue diseñado antes de que lo conocieran.

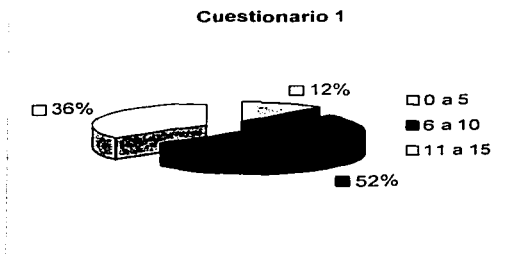
Las 25 preguntas que lo conforman tienen respuesta en el programa y son ilustradas con animaciones lo que facilita una mayor comprensión, además en el se representa todos los rubros del tema: generalidades, clasificación, digestión, distribución y destino de los lípidos.

CUESTIONARIO 1

En los resultados del cuestionario 1 puede observarse que ningún estudiante lo entregó con su nombre solamente, todos contestaron al menos cuatro preguntas.

El 12% de la muestra obtuvo de cero a cinco aciertos. El mayor porcentaje fue de 52%, es decir, de 6 a 10 aciertos. Mientras que el 36% obtuvo de once a quince aciertos, lo que equivale a 24 estudiantes, cuatro de los cuales obtuvieron el mayor número de aciertos que fue de 15, con lo que obtendrían apenas una calificación aprobatoria y este

resultado corresponde a los estudiantes de séptimo semestre (Gráfica 1). El promedio de aciertos de la muestra analizada fue de 9.6 aciertos.



Gráfica 1. Número de aciertos por estudiante

TIPS CON
 FALLA DE ORIGEN

Todos los estudiantes tuvieron pocos aciertos a las preguntas planteadas a pesar de haber revisado el tema con anterioridad en clase, debido a lo difícil del tema lo que se traduciría en una calificación no aprobatoria (Anexo 2).

Las preguntas que tuvieron un número de aciertos mayor fueron: la pregunta 1 con 43 estudiantes que acertaron, la pregunta 2 con 36 estudiantes que acertaron, la pregunta 3 con 51 estudiantes que acertaron y la pregunta 5 con 41 estudiantes que acertaron. La pregunta 1 correspondía a la definición de los lípidos y una posible razón por la que es una pregunta que presentó un mayor número de aciertos sería que es un concepto básico y fácil de memorizar pues con sólo recordar que son compuestos insolubles en agua bastaba para dar la respuesta correcta.

RESULTADOS

La pregunta 2 correspondía a la función que desempeñan los lípidos, lo que es un concepto muy básico y fue del conocimiento de 80% de los estudiantes. La pregunta 3 que tuvo el mayor número de aciertos hablaba de la clasificación de los lípidos que es estudiada al revisar el tema. En tanto que la pregunta 5, hace referencia a la función de los triglicéridos, un lípido saponificable conocido por ser una forma de almacenamiento de energía (Gráfica 2).

La falta de un número de aciertos mayor se ve en las preguntas 6, 18 y 23. La pregunta 6 con diez aciertos pide el otro nombre que se le da a la fosfatidilcolina; la pregunta 18 con diez aciertos que habla sobre la absorción de los lípidos, proceso en donde se lleva a cabo la formación de los quilomicrones y finalmente la pregunta 23 en la que se solicita el nombre de la enzima encargada de hidrolizar los triglicéridos que forman parte de las lipoproteínas, es decir, pertenece al proceso de distribución de los lípidos.

Las preguntas que presentaron un menor número de aciertos fueron: la 9 con dos referente a un ejemplo de los terpenos, en donde la respuesta es la ubiquinona; la pregunta 20 con cuatro, que pedía el trayecto que siguen las sales biliares desde que son secretadas lo que se conoce como circulación enterohepática y la pregunta 22 con siete estudiantes que acertaron, que hace mención de la importancia de las sales biliares, esenciales para el proceso de emulsificación.

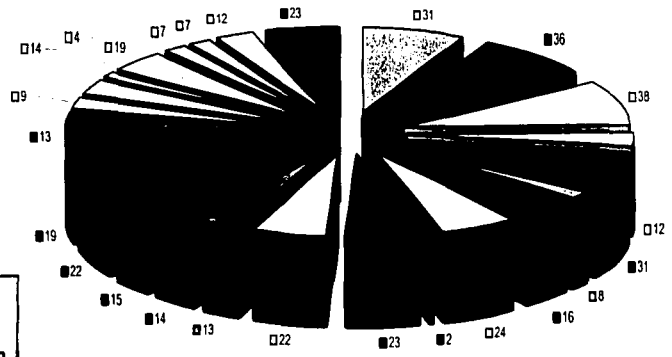
También se les preguntó a los estudiantes si poseían computadora en casa obteniendo que el 81% de la muestra respondió que sí y sólo

**TESIS CON
FALLA DE ORIGENST**

Cuestionario 1

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25

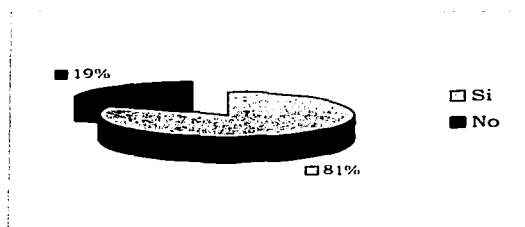
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Gráfica 2. Número de estudiantes que acertaron por pregunta.

157-A

el 19% no (Gráfica 3). Resultado que indica que cada vez son más los estudiantes de la Facultad que poseen computadora lo que no sería una limitante para que hagan uso del programa en su propia casa.



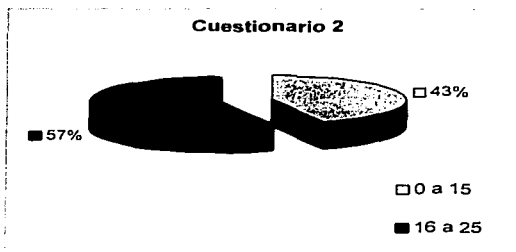
Gráfica 3. Posesión de una computadora

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUESTIONARIO 2

El cuestionario 2 fue el que se aplicó a los estudiantes después de la segunda vez que revisaron el programa, en el que se les hizo la misma recomendación, no contestar al azar, sólo responder si se encontraban seguros de la respuesta.

No hubo algún caso en el que se obtuvieran cero aciertos. El número de aciertos más bajo correspondió a 12. El 57% de la muestra obtuvo de 16 a 25 aciertos, lo que indica que más de la mitad de la muestra obtendría una calificación aprobatoria en este segundo cuestionario (Gráfica 4). El promedio de la muestra en este segundo cuestionario fue de 16.6 aciertos.



Gráfica 4. Número de aciertos por estudiante.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las preguntas que obtuvieron la frecuencia más alta de aciertos fueron nuevamente la uno y la dos con 40 y 45 estudiantes que las contestaron bien respectivamente (Anexo 3).

La pregunta 8 y la 14 presentaron 41 estudiantes que la contestaron acertadamente; la pregunta 8 referente a los lípidos que conforman los insaponificables, es decir, el colesterol y los terpenos; y la pregunta 14 que cuestiona sobre el lugar donde es llevada a cabo la digestión de los lípidos.

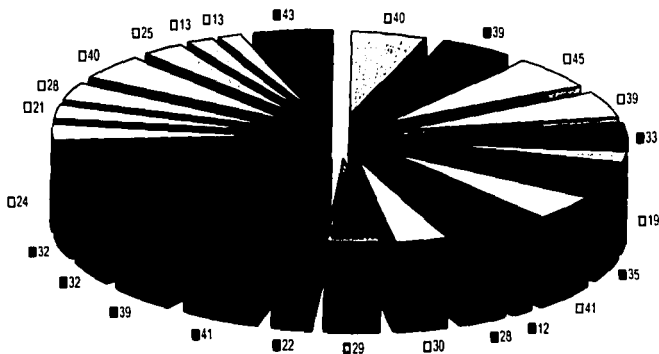
La pregunta 21 con 40 estudiantes que contestaron acertadamente, se refiere a las lipoproteínas y la 25 que fue contestada acertadamente por 43 estudiantes, más del 90 % de la muestra, referente al destino de los lípidos en el cuerpo humano (Gráfica 5).

En los resultados obtenidos se observa que los estudiantes que no poseen computadora obtuvieron resultados tan altos como los que sí la poseen. Lo único que se requería para revisar el programa era conocer el manejo del *mouse*.

CUESTIONARIO 1 Y 2

El promedio de la muestra pasó de 9.6 a 16.6 aciertos, mostrando una diferencia de 7 aciertos. De los 46 estudiantes que contestaron el cuestionario 2, sólo uno disminuyó su número de aciertos y dos conservaron el mismo número en ambos cuestionarios 1 y 2, (Anexo 4). Más del 90%, es decir 43 estudiantes, presentaron una mejora en su resultado (Gráfica 6).

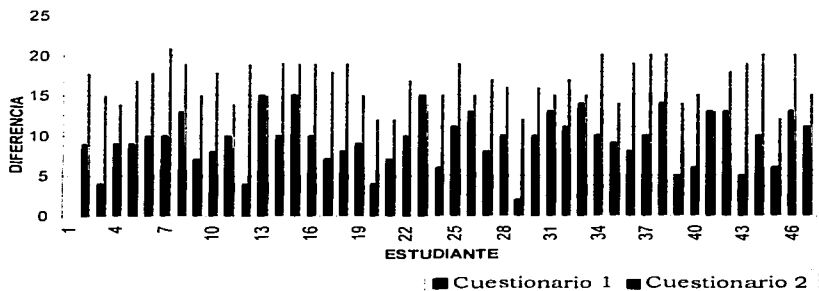
Questionario 2



Gráfica 5. Número de estudiantes que acertaron por pregunta.

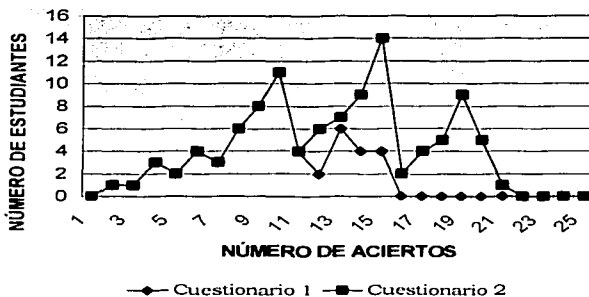
TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

160-A



Gráfica 6. Diferencia de aciertos por estudiante entre los cuestionarios 1 y 2.

La frecuencia de estudiantes que obtienen un mayor número de aciertos da lugar a una curva de frecuencia multimodal (Gráfica 7).



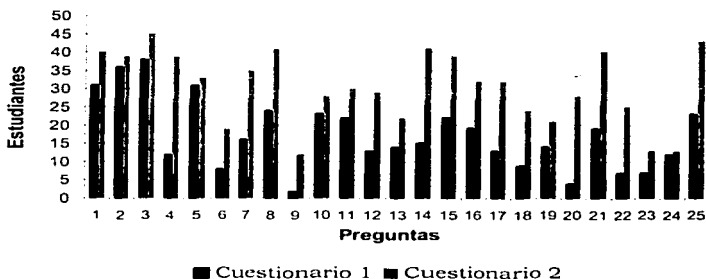
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 7. Frecuencia de aciertos.

En las preguntas 4, 14, 20, 21 y 25 se observa la mayor diferencia en el número de aciertos del cuestionario 1 y 2 (Gráfica 8). En el caso de la pregunta 4 se esperaba un mayor número de aciertos desde el cuestionario 1 pues es una pregunta sobre un concepto muy básico, que lípidos pertenecen a los insaponificables (Tabla 10). Mientras que las otras preguntas se encuentran muy bien ilustradas dentro del programa.

	PREGUNTAS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CUESTIONARIO 1	31	36	38	12	31	8	16	24	2	23	22	13	14	15	22	19	13	9	14	4	19	7	7	12	23
CUESTIONARIO 2	40	39	45	39	33	19	35	41	12	28	30	29	22	41	39	32	32	24	21	28	40	25	13	13	43
DIFERENCIA	9	3	7	27	2	11	19	17	10	5	8	16	8	26	17	13	19	15	7	24	21	18	6	1	20

Tabla 10. Número de aciertos por pregunta



Gráfica 8. Número de estudiantes que contestaron acertadamente por pregunta

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.4. Discusión de resultados.

Para desarrollar este programa multimedia fue necesario recaudar todo el material bibliográfico que tuviera la información actualizada sobre los procesos que en él serían descritos. Durante esta tarea se observó que de los libros que se encuentran en la Facultad son pocos los que están actualizados y no hay uno solo que contenga bien desarrollados todos los rubros que aquí se abordan; para recabar toda la información es necesario revisar varios al mismo tiempo además de que cuentan con imágenes que la mayoría de las veces son difíciles de visualizar claramente.

También fueron revisadas algunas páginas de Internet viendo que son pocas las de libre acceso y ninguna de las páginas visitadas contaban con la información de los procesos, pues se enfocan únicamente a generalidades y algunas sólo hablan de la clasificación de los lípidos; las que tienen imágenes en su mayoría son estructuras y no son de buena calidad.

Otra actividad realizada fue el diseño instruccional, una parte fundamental para este desarrollo en el que fueron planeadas las actividades de enseñanza y la sistematización de experiencias de aprendizaje que tendrían lugar.

Las animaciones que a lo largo del programa se presentan fueron creadas con el fin de hacer más explícita la descripción de los procesos, con lo cual se pretende captar la atención de los estudiantes y lograr la adquisición, almacenamiento y recuperación del conocimiento; así como desarrollar memoria a largo plazo.

La forma de enseñanza fue expositiva, donde se parte de conceptos para llegar a ejemplos.

Para evaluar el programa se empleo una estrategia en la cual fueron comparados los resultados de una población de estudiantes a los que va dirigido el programa aplicándoles el mismo cuestionario antes y después de su revisión.

Los estudiantes que participaron en esta evaluación lo hicieron concientes de que los resultados aquí obtenidos no afectarían su calificación, no siendo necesario que estudiaran el tema con anterioridad; en cuanto a los que ya lo habían revisado en clase no debían repasarlo.

El emplear dos técnicas distintas como fueron la observación y la recopilación de datos en forma cuantitativa antes y después de revisar el programa sirvieron para obtener resultados que juntos ayudaron a comprender el impacto en el uso del programa.

En los resultados que fueron obtenidos en el primer cuestionario la población muestra un promedio bajo de aciertos, lo que indica por un lado la falta de conocimiento sobre el tema de lípidos o supone la falta de interés por esforzarse en revisar cuidadosamente las preguntas tras advertirles que no se tomaría en cuenta el resultado y que era mejor no responder al azar. Sin embargo aunque esto mismo fue indicado para responder el segundo cuestionario hubo más confianza al responder a las preguntas.

Los resultados obtenidos en el segundo cuestionario nos indican un aumento significativo en el número de aciertos aunque puede observarse que a pesar de que se les indicó no contestar al azar hubo quien empleó el método, pues un alumno tiene una diferencia negativa, señalando una disminución del conocimiento después del uso del programa.

Dos alumnos no presentaron cambio alguno entre un cuestionario y otro, puede observarse que en el primer cuestionario también contestaron al azar algunas preguntas, pues a pesar de tener el mismo número de aciertos en ambos no son las mismas preguntas contestadas ya que en el segundo cuestionario respondieron acertadamente las que no contestaron en el primero.

Los resultados obtenidos nos muestran que la mayoría de los estudiantes en efecto mejoraron su capacidad de responder acertadamente el segundo cuestionario una vez que revisaron profundamente el programa la segunda ocasión, tal vez porque fueron memorizadas algunas preguntas al responder el cuestionario la primera vez, que presentaron una memoria a corto plazo por lo inmediato de la aplicación del segundo cuestionario o que se diera un aprendizaje significativo lo que era uno de los objetivos. Aunque hay que agregar a esto las observaciones y comentarios personales donde tenían inquietud por saber de donde fueron sacadas las animaciones y la repetición de las mismas, así como si estaría pronto a la venta, o donde y cuando podían consultarlo o usarlo.

Mediante el conteo de aciertos en ambos cuestionarios fue posible saber cuales preguntas presentaron mayor número de estudiantes que contestaron acertadamente y cuales menor. En estas últimas sería

necesario analizar si será necesario un cambio en: texto, animaciones o imágenes para enriquecer el programa.

Los estudiantes presentaron mayor interés en la parte de los procesos de digestión, absorción, distribución y destino de los lípidos pues en estas etapas existe el mayor número de animaciones, lo que les fue más atractivo pues mencionaban que de esta forma era más fácil comprenderlos y no los visualizaban así en los libros mediante imágenes estáticas.

Algunos estudiantes mencionaron que debido a lo comprensible que se hace el tema así presentado podría servir también para estudiantes de secundaria y preparatoria pues cualquier persona podría entenderlo ya que está muy bien explicado.

En la parte de distribución se cuenta con botones de play y pausa para detener o continuar con el proceso según las necesidades de cada estudiante, a pesar de ello los estudiantes mencionaban que esta parte iba demasiado rápido para poder captar lo que aquí se presenta pues la mayoría no visualizó los botones, por lo que se vio la necesidad de ponerlos de mayor tamaño lo que les permitirá visualizarlos y con ello comprender mejor la distribución de los lípidos.

En cuanto a la forma de navegación para todos fue intuitiva pues no se presentó en ningún momento la necesidad de instruirlos en cómo recorrer el programa ya que no era necesario tener habilidades computacionales ni conocer algún programa específico para

su uso. Lo que se observa fácilmente pues los estudiantes que no poseían computadora en casa tuvieron igual o mayor número de aciertos después de la segunda revisión del programa que los que sí la poseen.

El único inconveniente que se tuvo al evaluar el programa fue que varios estudiantes no tuvieron tiempo de revisar el programa la segunda vez debido a que se encontraban en exámenes y trabajos finales antes de salir de vacaciones por lo que no contaban con tiempo suficiente para esta actividad pues no se les obligo a asistir, pero la mayoría sí regreso a esta revisión.

Como se observó en los resultados respecto a la posesión de computadora, el hecho de que más de la mitad de la población posee o tiene acceso a una, permite que este tipo de materiales se encuentren a su alcance y sean herramientas de apoyo al aprendizaje, ya que el programa no posee altas exigencias en cuanto a las especificaciones del equipo en el que puede ser revisado.

CONCLUSIONES.

En la búsqueda de la transformación y liberación del sistema de enseñanza, prisionero de viejos rituales, costumbres pedagógicas e instrumentos desactualizados, es que se hace ésta pequeña aportación al cambio que debería darse en el ámbito educativo en los años siguientes.

Existe una necesidad de modernizar la educación ya que los sistemas escolares se encuentran atrasados con respecto a los avances en tecnología. Lo cual no se debe únicamente a la escasez de métodos o instrumentos nuevos, sino a los pensamientos que se resisten a incorporar lógicas nuevas que fundamentan los desarrollos audiovisuales e informáticos, así como los nuevos ambientes educativos que deberán generarse.

Las nuevas tecnologías requieren un nuevo tipo de estudiante, más preocupado por el proceso que por el producto, preparado para la toma de decisiones y elección de su ruta de aprendizaje, esto es, que debe estar preparado para el autoaprendizaje; lo que abre un desafío al sistema educativo que se preocupa por la memorización y adquisición de información.

Ante el incremento de la demanda de educación a distancia en la última década el desarrollo de materiales didácticos de tipo multimedia jugarán un importante papel en estas propuestas educativas. A pesar de que la utilización y creación de materiales multimedia para la educación no constituyen por sí mismos la solución a todos los problemas del proceso

de enseñanza aprendizaje, pero si es una posibilidad de poner al estudiante en contacto con nuevas formas de presentar diferentes temas mediante imágenes, texto, animación, voz, etc., lo que facilitaría su aprendizaje.

La creación de este programa multimedia del tema de lípidos es sólo una herramienta para ayudar a los profesores a explicar en forma más clara los procesos que en él son descritos y no para sustituirlos en sus funciones sino ayudar a que los estudiantes puedan comprender mejor el tema y con ello promover el aprendizaje.

Por lo tanto la hipótesis que se planteo es cierta ya que al llevar a cabo la combinación de imágenes, texto, sonido, voz y movimiento en un programa multimedia interactivo permitió que los estudiantes visualizaran en forma clara la dinámica y funcionamiento de los lípidos en el cuerpo humano y al mismo tiempo se presentó un incremento del aprendizaje. También los objetivos se cumplieron satisfactoriamente.

Los datos que fueron recopilados nos permiten observar que, usar este programa como una herramienta, es útil para el aprendizaje aunque se sugeriría probarlo en una población más amplia.

También se sugiere que este programa se exponga a los estudiantes antes de que revisen algo sobre el tema, lo que se traduciría en mayor interés de su parte por conocerlo y les permitiría aprenderlo con mayor facilidad.



CONCLUSIONES

Finalmente es importante mencionar que el programa está diseñado para poder realizar cualquier cambio ya sea para actualizar o enriquecer su contenido.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

BIBLIOGRAFÍA

Agamemnon Despopulas, Stefan Silbernagl. *Texto y atlas de fisiología*. Mosby Doyma. Madrid (España). 1994.

Álvarez M. J. Y Bañuelos M. A. M. (coord.). *Usos Educativos de la Computadora*. UNAM. CISE. México 1994. p: 213-229.

Amador B. R. *La democratización virtual de la universidad. Un ejercicio de imaginación*. Memorias del CESU. Escenarios de la educación superior al 2005. CESU. UNAM. México. 1998.

Ausbel D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton. En Klausmeier, H. J. Y W. Goodwin. Psicología Educativa. Harla & Row. Latinoamérica. México 1997. p: 35-40.

Bañuelos A. M. Y Rosas L. A. *Diseño Instruccional*. En Álvarez Manilla José Manuel y Bañuelos Márquez Ana María (coord.). *Usos Educativos de la Computadora*. UNAM. CISE. México. 1994.

Berne Robert M., N. Levy Matthew, M. Genuth Saul, et al. *Fisiología*. Mosby Doyma. Madrid (España). 1992.

Best y Taylor. *Bases fisiológicas de la práctica médica*. Editorial médica panamericana. 12ª edición. Buenos Aires, Argentina. 1993.

Bronk J. Ramsey. *Biología química*. Una introducción a la bioquímica. Compañía continental. México. 1973.

Brunner J. *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa Editorial Barcelona. 2002.

Brunner, Op. Cit. p:17.

C. Anderson Sauna, Cockayne Susan. *Química clínica*. Mc Graw Hill. México. 1995.

Conn Eric E., Stumpf Paul K., Bruening Goerge, H. Doi Roy. *Bioquímica fundamental*. Limusa. 5ª edición. México D. F. 1996.

Devlin T. M. *Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas*. Revérte. 2ª edición. Barcelona. 1991.

Devlin T. M. *Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas*. Revérte. 3ª edición. España. 1999.

E. Spallholz J., Mallory Boylan L., A. Driskell J. *Nutrition: chemistry and biology*. CRS press. 2nd edition. U.S.A. 1999.

Escalante P. R. *"Diseño y uso de un programa Multimedia en la enseñanza Superior"*. UNAM. México. 2002. p: 8-10.

Fournier García Ma de Lourdes. *Nuevas tecnologías, computación y educación*. Divulgar (México). No: 24, Mes: Oct-Dic, Año 1998.

Ganong W. F. *Fisiología médica*. El manual moderno. 16ª edición. México. 1998.

Guyton Arthur C., Hall John E. *Tratado de fisiología médica*. Interamericana. México. 1997.

A. Harper H., W. Rodwell V., A. Mayes P. *Manual de química fisiológica*. El manual moderno. México. 1978.

Hicks Gómez Juan José *Bioquímica*. Interamericana Mc Graw Hill. México. 2001.

J. David Rawn. *Bioquímica*. Interamericana Mc Graw Hill. Volumen II. España. 1989.

J. Tortora Gerard, Reynolds Grabowsky Sandra, *Principios de anatomía y fisiología*. Harcourt Brace. 7ª edición. Madrid (España). 1996.

Lehninger Albert L., Nelson David L., M. Cox Michael. *Principios de bioquímica*. Ediciones Omega. 2ª edición. Barcelona. 1995.

Manual de Evaluación de Aprendizaje. Una guía para profesores y responsables de evaluación. ENEP. Zaragoza. UNAM. México.

Maraculla J. M., Goñi F. M. *Biomoléculas*. Revérte. 3ª edición. Barcelona. 1993.

A. Mayes Peter, W. Rodwell Victor. *Bioquímica de Harper*. El manual moderno. 13ª edición. México. 1994.

Mc Lauren S., M. Meguid M. *La nutrición y sus trastornos*. El manual moderno. 2ª edición. México. 1993.

Montgomery R., Conway T. W., Spector A. A. *Bioquímica casos y texto*. Mosby- year book wolfe publishing. 5ª edición. España. 1992.

Mora Rafael J. F. *Soporte nutricional especial*. Editorial médica panamericana. 2ª edición. Bogotá Colombia. 1997.

Murray R. K. et al. *Bioquímica de Harper*. El manual moderno. 14ª edición. México. 1997.

N. V. Bhagavan. *Bioquímica*. Interamericana. 2ª edición. México. 1984.

Orthen J. M., Neuhaus O. W. *Bioquímica humana*. Editorial médica panamericana. 10ª edición. Argentina. 1993.

Peña Díaz Antonio, Arroyo Begovich Ángel, Gómez Puyou Armando, Tapia Ibarquengoytia Ricardo. *Bioquímica*. Limusa. 2ª edición. México D. F. 1996.

PNUD. *Informe sobre Desarrollo Humano*.

Robinson. D. S. *Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos*. Acribia. Zaragoza (España). 1991.

Rodríguez R. L. *Entrevista, Jefe de División de la Comisión Europea Servicios Telemáticos aplicado a la Educación y la formación y a las redes*

de Investigación. Red. Revista de Educación y Formación Profesional a Distancia. (España), No. 20. mes: Jun-Sep. Año: 1997.p: 5-13.

Roskoski Robert Jr. *Bioquímica*. Mc Graw Hill. Interamericana. México. 1997.

Soler, E., et al. Teoría y práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ed Narcea, Madrid. 1992. En Bañuelos, Ana María y Leobardo A. Rosas. Diseño Instruccional. En Álvarez Manilla José Manuel y Bañuelos Marquez Ana Maria (coord.). Usos educativos de la computadora. UNAM. CISE. México. 1994.

Stryer Lumbert. *Bioquímica*. Revérte. 4a edición. Tomo II. España. 1995.

Voet D. y Voet J. G. *Biochemistry*. John Willey & Sons. 2nd edition. U.S.A. 1995.

Tannenbaum R. S. *Theoretical foundations of multimedia*. New York: Computer Science Press, 1998: 2-34.

Vaughan T. *Multimedia*. México: Mc Graw Hill, 1995: 4 – 30.

White Abraham, et al. *Principios de bioquímica*. Mc Graw Hill. 6ª edición. Madrid (España). 1983.

World Bank, *World development indicators* 1998. UNESCO. Statistical. Yearbook. 1997.

CON
SERIAL DE ORIGEN

X. Fuentes Ardenú M. J., Castiñeras Lacambra J. M., Queralto Campaño. *Bioquímica clínica y patología molecular*. Revérte. 2ª edición. Volumen II. Barcelona. 1998.

Zarza Meza E. *Introducción a la bioquímica*. Trillas. México. 1990.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUELVA SÓLO LAS PREGUNTAS EN LAS QUE ESTE SEGURO(A) DE LA RESPUESTA. EL ÚNICO FIN DE SU APLICACIÓN ES DEMOSTRAR SI EXISTE ALGÚN AVANCE ANTES O DESPUÉS DE LA REVISIÓN DEL PROGRAMA MULTIMEDIA DE "LÍPIDOS"

NOMBRE: _____ FECHA: _____ GRUPO: _____ No. DE APLICACIÓN: _____

MARQUE CON UN CÍRCULO LA RESPUESTA CORRECTA.

1. ¿Qué son los lípidos?
 - a) Compuestos orgánicos consistentes en carbono, hidrógeno y oxígeno, que usualmente son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos
 - b) Compuestos orgánicos consistentes en carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, en ocasiones, azufre y fósforo.
 - c) Compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno en cantidades y disposición específicas, por lo general tienen la fórmula $(CH_2O)_n$.
2. Los lípidos funcionan como componentes de:
 - a) ADN
 - b) Membrana
 - c) Estructuras de las diversas partes del cuerpo por ejemplo: queratina de la piel, pelo, uñas, etc.
3. Los lípidos son clasificados en los siguientes grupos:
 - a) Monosacáridos, ácidos grasos, péptidos
 - b) Polipéptidos, polisacáridos, ácidos grasos
 - c) Ácidos grasos, saponificables e insaponificables
4. Las ceras, triglicéridos, glicerofosfolípidos y esfingolípidos pertenecen al grupo de:
 - a) Ácidos grasos
 - b) Lípidos saponificables
 - c) Lípidos insaponificables
5. Los triglicéridos funcionan como:
 - a) Formas de almacenamiento de energía
 - b) Componentes de membrana
 - c) Limitan el paso de agua a través de la membrana celular
6. La fosfatidilcolina es también llamada:
 - a) Cefalina
 - b) Fosfatidiletanolamina
 - c) Lecitina
7. Dentro de los esfingolípidos encontramos a:
 - a) Cardiolipinas
 - b) Cerebrósidos
 - c) Plasmalógenos
8. Los lípidos insaponificables son:
 - a) Fosfatidilcolina y cardiolipina
 - b) Plasmalógenos y colesterol
 - c) Colesterol y terpenos
9. Un ejemplo de los terpenos es:
 - a) Prostaglandinas
 - b) Ubiquinona
 - c) Aldosterona
10. Los esteroides son derivados de:
 - a) Ciclopentano
 - b) Esfingosina
 - c) Ciclopentanoperhidrofenantreno
11. Dentro de los esteroides encontramos a:
 - a) Gangliósidos, lecitina, ácidos biliares
 - b) Ácidos biliares, hormonas sexuales, colesterol
 - c) Ceramidas, ergosterol, colesterol
12. Las prostaglandinas son derivados hipotéticos del:
 - a) Ácido prostanico
 - b) Ácido fosfatídico
 - c) Ácido palmítico
13. La cortisolona y el cortisol son parte de la familia de:
 - a) Prostaglandinas
 - b) Hormonas sexuales
 - c) Esteroides
14. La digestión de lípidos es mayor en:
 - a) Intestino delgado
 - b) Intestino grueso
 - c) Estómago
15. Las enzimas encargadas de la digestión de los lípidos son:
 - a) Quimiotripsina, carboxipeptidasa II, Colesterol-esterasa
 - b) Dipeptidasa, quimiotripsina, lipasa lingual
 - c) Lipasa pancreática, fosfolipasa A₂, colesterol-esterasa
16. La colesterol-esterasa se encuentra en la secreción:
 - a) Salival
 - b) Gástrica
 - c) Pancreática
17. Para que haya una buena absorción de lípidos estos deben formar:
 - a) Lipoproteínas
 - b) Micelas
 - c) Aipoproteínas
18. Los quilomicrones se forman en el proceso de:
 - a) Digestión de lípidos
 - b) Absorción de lípidos
 - c) Distribución de lípidos
19. Además de los quilomicrones que otras estructuras distribuyen los lípidos:
 - a) Lipoproteínas
 - b) Aipoproteínas
 - c) Lisosomas
20. La circulación enterohepática sigue el siguiente trayecto:
 - a) Vena porta- intestino delgado- hígado- bilis- vena porta
 - b) Bilis- intestino delgado- vena porta- hígado- bilis
 - c) Bilis- intestino delgado- intestino grueso- vena porta
21. Las sales biliares son esenciales para el proceso de:
 - a) Emulsificación
 - b) Solidificación
 - c) Absorción
22. Las lipoproteínas son:
 - a) VLDL, LDL, HDL, IDL
 - b) Quilomicrones, remanentes de quilomicrones
 - c) Ambas
23. Enzimas que hidrolizan los triglicéridos de las lipoproteínas:
 - a) Fosfolipasa A₂
 - b) Lipasa
 - c) Lipoproteinlipasa
24. Lipoproteína que transporta el colesterol desde las células extrahepáticas al hígado (transporte inverso del colesterol)
 - a) VLDL
 - b) HDL
 - c) LDL
25. El destino de los lípidos es:
 - a) Tejido adiposo, estómago e intestino grueso
 - b) Salen completamente del organismo por medio de heces
 - c) Tejido adiposo, hígado, músculo

PREPARE CON
CUIDADO
EL ORIGEN

ANEXO 1

177

CUESTIONARIO 1																												
Alumno	Grupo	PREGUNTAS																								POSEE COMPUTADORA	# DE ACIERTOS	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			25
1	1751	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1							1					NO	9
2	1751	1	1	1							1	1	1	1	1	1									1		SI	4
3	1751	1	1	1	1					1				1	1							1	1	1			SI	9
4	1751	1	1	1		1	1				1			1	1								1	1			SI	9
5	1751	1	1	1	1	1	1				1	1	1								1			1			SI	10
6	1751	1	1			1				1	1	1	1	1	1									1	1		SI	10
7	1751	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				SI	13
8	1751	1	1	1	1	1					1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		NO	15
9	1751	1	1	1	1			1		1	1	1															SI	6
10	1751	1	1	1	1					1	1	1	1	1										1	1		SI	9
11	1751		1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						NO	7
12	1751	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1									1	1		SI	13
13	1751	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1						1	1						SI	8
14	1751	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	10
15	1751	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
16	1751	1	1			1				1																	SI	4
17	1751	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
18	1751	1			1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	10
19	1701	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
20	1701	1	1	1				1					1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	10
21	1701	1	1	1	1	1		1	1												1						SI	7
22	1701	1	1	1	1						1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	8
23	1701	1	1	1	1	1	1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	9
24	1701	1	1	1				1																			SI	4
25	1701	1	1	1																							SI	3
26	1701	1	1	1	1			1						1	1									1			NO	7
27	1701	1	1	1	1	1	1					1		1							1	1	1	1	1	1	SI	10
28	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
29	1701	1	1							1				1		1		1		1		1			1		NO	6
30	1701		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	11

178

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUESTIONARIO 1

Alumno	Grupo	PREGUNTAS																									POSSE COMPUTADORA	# DE ACIERTOS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
31	1701	1	1	1	1	1		1		1	1	1		1	1	1		1									NO	13
32	1701	1	1	1	1		1		1				1													1	SI	8
33	1701		1		1					1				1		1	1	1	1	1		1				1	SI	10
34	1701	1											1														SI	2
35	1701	1		1		1			1			1	1	1	1					1	1						SI	10
36	1701	1	1	1	1	1		1			1		1	1	1	1			1		1		1	1	1		SI	13
37	1701	1		1		1	1		1	1		1		1	1				1							1	SI	11
38	1701		1	1	1	1	1		1			1		1					1	1	1	1	1	1	1		SI	14
39	1701	1	1	1	1		1		1		1								1	1	1		1	1	1		SI	10
40	1701	1	1			1			1	1	1			1										1	1	1	SI	9
41	1701	1	1	1	1					1	1			1												1	SI	8
42	1701	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
43	1501	1	1	1	1	1		1	1	1				1	1									1	1		NO	11
44	1501	1		1		1	1		1				1							1					1	1	SI	8
45	1501	1	1	1	1	1	1		1			1	1											1	1		SI	9
46	1501	1	1	1	1	1	1		1	1	1														1		NO	10
47	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1				1	1	1	1	1	1	1		SI	14
48	1501	1	1	1	1									1												1	SI	5
49	1501			1	1				1	1	1			1													SI	6
50	1501		1	1	1		1		1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		SI	13
51	1501	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		SI	13
52	1501		1			1						1	1													1	SI	5
53	1501	1		1	1	1	1		1			1							1		1					1	SI	8
54	1501	1	1	1	1	1	1				1	1												1	1		SI	9
55	1501		1	1	1	1		1	1			1	1	1	1	1											NO	10
56	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	12
57	1501	1	1					1				1	1	1					1								SI	6
58	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	13
59	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	11

tramo CON
FALLA DE ORIGEN

CUESTIONARIO 2

Alumno	Grupo	PREGUNTAS																								POSSE COMPUTADORA	# DE ACIERTOS	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			25
1	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	18
2	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
3	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
4	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	17
5	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	18
6	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	21
7	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
8	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
9	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	18
10	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
11	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
12	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
13	1751	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
14	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
15	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
16	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	18
17	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
18	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	15
19	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	12
20	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	12
21	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	17
22	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
23	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	15
24	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
25	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	15
26	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	17
27	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	16
28	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	12
29	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	16
30	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUESTIONARIO 2																												
Alumno	Grupo	PREGUNTAS																								POSSE COMPUTADORA	# DE ACIERTOS	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			25
31	1701	1	1	1	1	1	1		1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	17
32	1701		1	1		1			1				1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	SI	15
33	1701	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	SI	20
34	1701	1	1			1	1						1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
35	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
36	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	20
37	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	20
38	1501	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	14
39	1501	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	15
40	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	13
41	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	18
42	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	19
43	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	20
44	1501	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	12
45	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SI	20
46	1501	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NO	15

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ALUMNO	ACIERTOS		Diferencia
	Cuestionario 1	Cuestionario 2	
1	9	18	9
2	4	15	11
3	9	14	5
4	9	17	8
5	10	18	8
6	10	21	11
7	13	19	6
8	7	15	8
9	8	18	10
10	10	14	4
11	4	19	15
12	15	15	0
13	10	19	9
14	15	19	4
15	10	19	9
16	7	18	11
17	8	19	11
18	9	15	6
19	4	12	8
20	7	12	5
21	10	17	7
22	15	14	-1
23	6	15	9
24	11	19	8
25	13	15	2
26	8	17	9
27	10	16	6
28	2	12	10
29	10	16	6
30	13	15	2
31	11	17	6
32	14	15	1
33	10	20	10
34	9	14	5
35	8	19	11
36	10	20	10
37	14	20	6
38	5	14	9
39	6	15	9
40	13	13	0
41	13	18	5
42	5	19	14
43	10	20	10
44	6	12	6
45	13	20	7
46	11	15	4

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN