



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**QUÍMICA**

**APLICACIÓN DEL SISTEMA 4MAT DE ESTILOS DE  
APRENDIZAJE, EN LA ENSEÑANZA DEL TEMA DE  
BIOMOLÉCULAS DEL PROGRAMA DE QUÍMICA DEL  
NIVEL MEDIO SUPERIOR**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACION MEDIA SUPERIOR**

**P R E S E N T A:  
PARRALES VARGAS DULCE**

**TUTOR: DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, DICIEMBRE 2017**



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.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por darme cobijo, siendo el lugar donde adquirí infinidad de experiencias y lecciones que contribuyeron en mi formación académica y humana.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado (CEP) y al programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), por permitirme cursar mis estudios de posgrado.

Al Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario (PFPBU), por el apoyo económico durante mis estudios.

Al programa de apoyo a los estudiantes de posgrado (PAEP), por proveer los recursos para mi asistencia al 35 congreso nacional de educación química.

A mi tutor: Dr. Adolfo E. Obaya Valdvia, por su paciencia y apoyo constante durante la elaboración de este trabajo y sus incansables lecciones y consejos de vida.

A los sinodales: Dra. Margarita Flores Zepeda, Dra. Yolanda Vargas Rodríguez, Dra. Clara Alvarado Zamorano y Dr. Benjamín Velazco Bejarano, por todo el tiempo invertido en mejorar este trabajo, sus consejos y recomendaciones fueron un aporte valioso para el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. Sara Ester Valdés Martínez, por confiar en mí e impulsarme a cumplir nuevos retos, por esas palabras de aliento y apoyo constante.

A la Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz, por estar siempre dispuesta a ayudar y aportar ese granito de arena, que formo parte de los cimientos de este trabajo.

A mis compañeras Alicia González y Rosario Olgún, por prestarme sus grupos y su valioso aporte de conocimientos para la elaboración de este trabajo.

## Dedicatorias

A mis padres: Mirna Vargas y Maximino Parrales, por haberme dado vida, educarme con amor, cariño y comprensión. No tengo manera de recompensar todo el sacrificio que han hecho por mí, les estaré infinitamente agradecida por todas enseñanzas, consejos y apoyo, que me han brindado durante toda mi vida. Siempre han sido un ejemplo de perseverancia, honorabilidad y amor. Los amo.

A mis hermanos: Raúl y Marlene, por todo el cariño y apoyo que siempre me han brindado, por estar siempre pendiente de mí y por ser mi inspiración de crecer.

A mis abuelitos: Dionisia Sandoval y Felipe Vargas, por darme la fuerza para continuar mis proyectos, son ese motor que me impulsa a ser mejor persona cada día, espero en algún momento tener un corazón tan grande como el suyo, lograr esa generosidad que te caracterizo abuelita y tener esa sabiduría, fortaleza y tenacidad que tanto admiro de ti, abuelito. Los amo y siempre están presentes en mis pensamientos.

A mi tía, Margarita Vargas, por ser el impulso que necesita, por tu generosidad e inspiración. Gracias por estar siempre dispuesta a ayudarme.

A esas personitas especiales: Marisol Gutiérrez y Carlos Pastrana. Gracias por apoyarme en todos mis proyectos y estar ahí siempre para mí, por escucharme en momentos difíciles y compartir esa alegría en los buenos momentos.

“Nadie logra el éxito, sin la ayuda de los demás,  
el sabio y el confiado reconocen  
esta ayuda con gratitud”  
*Alfred North*

## Índice

Resumen	
Capítulo I Contexto de la investigación	
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Preguntas de Investigación	2
1.4. Hipótesis	3
Capítulo II Marco conceptual	4
2.1 ¿Qué es el aprendizaje?	4
2.2 Estilos de aprendizaje	5
2.2.1 Sistema de representación neurolingüística (PNL)	5
2.2.2 Modo de procesar la información (David Kolb)	6
2.2.3 La categoría bipolar (Felder y Silverman)	7
2.2.4 La preferencia de pensamiento (Ned Herman)	8
2.2.5 Desarrollo de las capacidades (Bernice McCarthy)	9
2.3 El sistema 4MAT	10
2.3.1 Modelo 4MAT	12
2.4 El 4MAT en la ciencia	14
2.5 Aprendizaje significativo	15
2.6 Evaluación del rendimiento	17
Capítulo III Marco teórico	18
3.1 Aspectos generales de las biomoléculas	21
3.2 Carbohidratos	23
3.2.1 Constitución química	23
3.2.2 Clasificación	23
3.2.3 Enlace representativo	24
3.3 Proteínas	25
3.3.1 Constitución química	26
3.3.2 Clasificación	27
3.3.3 Enlace representativo	28
3.4 Lípidos	29
3.4.1 Constitución química	30
3.4.2 Clasificación	30

3.4.3 Enlace representativo	31
Capítulo IV Metodología	31
4.1 Características del grupo de investigación	33
4.2 Aplicación del Pre-test	35
4.3 Planeación didáctica del tema de biomoléculas	37
4.4 Diseño de la Clase 4MAT	37
4.5 Aplicación del Post-test	41
4.6 Análisis de efectividad del Test (Índice de dificultad y porcentaje de distribución)	43
4.7 Análisis de la ganancia Conceptual	44
4.8 Análisis del aprendizaje significativo	44
Capítulo V Resultados	45
5.1 Características del grupo exploratorio	45
5.2 Resultados y análisis de estudio exploratorio de materiales	45
5.3 Características del grupo experimental	49
5.4 Resultados y análisis de grupo experimental	49
5.5 Encuesta de opinión grupo experimental	57
5.6 Características del grupo control, testigo positivo y negativo	57
5.7 Resultados de grupo control, testigo positivo y negativo	58
5.8 Análisis de resultados y estadísticos	63
5.9 Encuesta de opinión grupo testigo positivo	67
Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones	68
6.1 Conclusiones	68
7.2 Recomendaciones	70
7.3 Prospectivas	70
Referencias	vii
Anexos	x

## Índice de tablas

Tabla 1: Hemisfericidad cerebral	13
Tabla 2: Diseño de cuatro grupos	33
Tabla 3: Diseño de experimentación	34
Tabla 4: Resumen de metodología	34
Tabla 5. Índice de Dificultad de los test	47
Tabla 6. Ganancia conceptual	47
Tabla 7: Índice de dificultad de los test en el grupo experimental	50
Tabla 8: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo experimental	52
Tabla 9: Índice de dificultad de los test en el grupo control	60
Tabla 10: Índice de dificultad de los post-test de los grupos testigo 2 y 3.	60
Tabla 11: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo control	63
Tabla 12: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo experimental y control	64

## Índice de figuras

Figura 1: Modelo de Ned Hermann	11
Figura 2: Ciclo de aprendizaje de Bernice McCarthy	14
Figura 3: Diagramas que ejemplifican la planeación de clase 4MAT	17
Figura 4: Estructura química básica de los carbohidratos	24
Figura 5: Ciclación de la glucosa	24
Figura 6: Formación de enlace glucosídico	27
Figura 7: Enlace $\alpha(1,4)$	27
Figura 8: Enlace $\alpha(1,1)\alpha$	27
Figura 9: Formula general de los aminoácidos	28
Figura 10: Formación de enlace peptídico	29
Figura 11: Estructura de los ácidos grasos	32
Figura 12: Datos del estudiante	35
Figura 13: Indicaciones del test	35
Figura 14: Error en la respuesta del test	36
Figura 15: Distribución de los estilos de aprendizaje.	36
Figura 16: Planeación didáctica de biomoléculas	40
Figura 17: Distribución de género	45
Figura 18: Estilos de aprendizaje del grupo	46
Figura 19: Hemisfericidad cerebral del grupo	46
Figura 20. Distribución de Pre-test	46
Figura 21. Distribución de Pos-test	46
Figura 22: Ganancia conceptual en estudio exploratorio	47
Figura 23: Distribución de género del grupo experimental	49
Figura 24: Estilos de aprendizaje del grupo experimental	50
Figura 25: Hemisfericidad cerebral del grupo experimental	50
Figura 26: Distribución del pretest experimental	51
Figura 27: Distribución del post-test	51
Figura 28: Ganancia conceptual del grupo experimental	52
Figura 29: Enlace glucosídico dibujado por alumno	55
Figura 30: Enlace peptídico dibujado por alumno	55
Figura 31: Distribución de género del grupo control, testigo 2 y testigo 3.	58
Figura 32: Estilos de aprendizaje grupo control, testigo 2 y testigo 3.	59



Figura 33: Hemisfericidad cerebral grupo control, testigo 2 y testigo 3.	59
Figura 34: Distribución del pretest del grupo control	61
Figura 35: Distribución del post-test del grupo control	61
Figura 36: Distribución del post-test del grupo testigo 2.	62
Figura 37: Distribución del post-test del grupo testigo 3.	62
Figura 38: Ganancia conceptual del grupo control	63
Figura 39: Gráfica de cajas post-test experimental Vs post-test control	64
Figura 40: Gráfica de cajas pretest y post-test de grupo experimental Vs control	65
Figura 41: Gráfica de cajas post-test de todos los grupos	66
Figura 42: Gráfica de cajas post-test experimental Vs post-test testigo positivo (t2)	66
Figura 43: Gráfica de cajas pretest control vs post-test testigo negativo (t3)	67

## Índice de Anexos

Anexo 1: Programa de la segunda unidad de química II del colegio de ciencias y humanidades	x
Anexo 2: Test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral	xi
Anexo 3: Actividades de clase 1	xii
Anexo 4: Mapa base de biomoléculas	xvii
Anexo 5: Encuesta de aceptación con respuestas de alumno	xviii
Anexo 6: Pretest	xxiii
Anexo 7: Pretest con respuestas de alumno	xxiv
Anexo 8: Post-test	xxv
Anexo 9: Post-test con respuestas de alumno	xxvi
Anexo 10: Presentación de PowerPoint para clase	xxvii
Anexo 11: Encuesta de aceptación	xxviii

## **Resumen**

El estudio de los estilos de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias, tiene cada vez mayor importancia. Se han estudiado diversas metodologías las cuales promueven la introducción de los estilos de aprendizaje para la mejora del aprovechamiento del estudiante en las ciencias experimentales.

En el presente trabajo ha evaluado la aplicación del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje en el tema de Biomoléculas en el área de Química del nivel medio superior. Se diseñaron estrategias de aprendizaje orientadas a atender los cuatro estilos de aprendizaje propuestos el Sistema 4MAT y las características del grupo, obtenidos previamente mediante un test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral. El resultado del análisis hecho, muestra que el Sistema 4MAT es adaptable para la enseñanza de dicho tema, ya que incluye a estudiantes de todos los estilos de aprendizaje, además de que el diseño y los materiales utilizados son adecuados para el tema de Biomoléculas en el nivel medio superior, debido a que los estudiantes muestran un avance en la comprensión de los conceptos, y presentan a su vez un grado alto de comodidad en al menos una de las estrategias del ciclo.

## **Summary**

The study of learning styles in science teaching has become increasingly important. Several methodologies have been studied which promote the introduction of learning styles for the improvement of student achievement in the experimental sciences.

In the present work has evaluated the application of the 4MAT system of learning styles in the topic of Biomolecules in the area of Chemistry of the upper middle level. Learning strategies were designed to address the four learning styles proposed by the 4MAT system and the characteristics of the group, those obtained previously through a test of learning styles and cerebral hemisphericity. The result of the analysis made that the 4MAT system is adaptable for the teaching of the said subject, since it includes students of all the learning styles, besides that the design and the materials used the are suitable for the subject of Biomolecules in the level superior middle, because the students show an advance in the compression of the concepts, and present a high degree of comfort in at least in one of the strategies of the cycle.

## CAPÍTULO I

### Contexto de la Investigación

#### 1.1 Introducción

La enseñanza de las ciencias, y en particular la de la química, ha estado generalmente asociada a un estereotipo particular. Este estereotipo muestra que los estudiantes ven a los profesores de ciencias como “*Hombres que visten bata blanca rodeados de aparatos de química y microscopios*” (McCarthy, 1987), mezclando sustancias, sin algún sentido y pocas veces se les concibe resolviendo un problema para la sociedad actual.

En México, la mayoría de las instituciones de enseñanza de la Química utiliza la clase magistral como método constante de enseñanza, esto se refleja claramente en el desinterés de los jóvenes en las ciencias, ya que no todos los alumnos aprenden de la misma manera. Sin embargo, la identificación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes y la diversificación de las estrategias de instrucción, tienen el potencial de mejorar significativamente el rendimiento académico en la educación media superior (Aragón y Jiménez, 2009).

El estudio de los estilos de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias, tiene cada vez mayor importancia. Se han estudiado diversas metodologías las cuales promueven la introducción de los estilos de aprendizaje para la mejora del aprovechamiento del estudiante (Larkin, 2003). Diversos estudios muestran resultados favorables en la aplicación de varios modelos de estilos de aprendizaje, mostrando que su introducción en la práctica cotidiana es una actividad novedosa, pero sobre todo útil en el resultado final de la educación: El aprendizaje (Ramírez, 2004).

Algunos de los estilos de aprendizaje, según sus características son:

- Sistema de presentación (Modelo programación neurolingüística - PNL), que abarca tres estilos: visual, auditivo y kinestésico (Romo *et al.*, 2006)
- Modo de procesar la información (Kolb, 1984), en el cual se desglosan cuatro estilos: activo, reflexivo, pragmático y teórico.
- Categoría bipolar (Felder & Silverman, 1988), contempla ocho estilos, los primeros cuatro, son opuestos a los segundos, y sólo se tiene uno de los dos: sensoriales/intuitivos, visuales/verbales, secuenciales/globales y activos/reflexivos.

- Preferencias de pensamiento (Herrmann, 1991), incluye cuatro estilos: racionales, cuidadosos, experimentales y emotivos.
- Desarrollo de capacidades (McCarthy, 1987), incluye cuatro estilos: imaginativo, analítico, sentido común y dinámico.

El Sistema 4MAT es el resultado de la superposición de las descripciones de estilos de aprendizaje del modelo de Kolb (1984), la hemisfericidad cerebral y las actividades relacionadas a estos, como puntos más importantes. Este modelo propone clasificar los estilos de aprendizaje en 4 tipos, los cuáles determinan la manera en la que se percibe la realidad y se interpreta. Cabe mencionar que cada individuo, no tiene un estilo único, lo que se tiene es una combinación de los 4 estilos; pudiéndose presentar una preponderancia de alguno de ellos, lo que marcará una tendencia para aprovechar en mayor medida el estilo de aprendizaje predominante en el estudiante (McCarthy, 2000). Por consecuencia, el sistema es un proceso de ocho momentos pedagógicos (cuatro estilos, con dos hemisferios cada uno), para conseguir que el alumno obtenga aprendizaje significativo.

## **1.2 Objetivo**

Evaluar la eficiencia en el aprendizaje de los estudiantes, al aplicar el sistema 4MAT en la enseñanza del concepto de Biomoléculas del programa de Química 2 del nivel Medio Superior, del Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM) y del Centro de bachillerato tecnológico (DGEMS).

### **1.2.1 Objetivos Particulares**

- Conocer los estilos de aprendizaje y la hemisfericidad de un grupo de estudiantes, por medio de la aplicación de dos cuestionarios cargados previamente en una plataforma digital, para incluir estos resultados en la planeación didáctica.
- Determinar el conocimiento previo de los alumnos, sobre el concepto de biomoléculas, por medio de la aplicación de un test (pre-test).
- Elaborar la planeación didáctica del tema de biomoléculas, por medio del análisis de las características del grupo y las recomendaciones de McCarthy (sistema 4MAT), para determinar el diseño de la clase para su posterior aplicación.

- Evaluar el conocimiento obtenido por los alumnos después de la aplicación del sistema 4MAT, por medio de la aplicación de test (post-test), para determinar la ganancia conceptual y el aprendizaje significativo alcanzado.

### **1.3 Preguntas de Investigación**

1. ¿Cómo puede el Sistema 4MAT ser implementado en un curso de Química a nivel medio superior?
2. ¿Es viable el Sistema 4MAT para la enseñanza de Química, en el nivel medio superior en tiempo, alcance de objetivos de un programa y adquisición de conocimientos y competencias de los estudiantes?
3. ¿El Sistema 4MAT muestra ser eficiente en comparación con la enseñanza tradicional de la Química a nivel medio superior?

### **1.4 Hipótesis**

El sistema 4MAT es viable y eficiente en la enseñanza de Química, en el nivel medio superior en tiempo, para adquisición de conocimientos y desarrollo de competencias del estudiante.

## CAPÍTULO II

### Marco Conceptual

#### 2.1 El aprendizaje

Existen diversas definiciones del concepto “aprendizaje”, abordarlas todas sería casi imposible, por lo cual se presentan algunos ejemplos en orden cronológico.

Según Bloom (1964), se deben considerar de manera importante los ámbitos que cubre el aprendizaje, descritos como dominios los cuales pueden clasificarse como:

1. Cognitivo: relacionado con el saber
2. Conativo: relacionado con la practica o con el hacer
3. Afectivo: relacionado con los sentimiento.

Beltrán (1990), lo define como: *Un cambio más o menos permanente de la conducta que se produce como resultado de la práctica.*

Por su parte, Zabalza (1991), realiza una aproximación alterna del aprendizaje considerando las aportaciones de todas las teorías de aprendizaje que se derivan para el proceso didáctico:

1. El aprendizaje como constructor teórico, ¿Cómo se aprende?
2. El aprendizaje como tarea del alumno, ¿Cómo aprenden los alumnos?
3. El aprendizaje como tarea del profesor, ¿Cómo enseña a aprender?

Posteriormente, Bartolomé y Alonso (1992), proponen que existen cuatro niveles de aprendizaje, puesto que las informaciones se sustentan sobre cuatro aspectos del individuo:

1. Sus saberes: sus maneras de saber hacer en los campos específicos.
2. Sus capacidades multiplicadoras: métodos y técnicas de trabajo y aprendizaje.
3. Sus recursos estratégicos: conocimiento de sí mismos y su relación dinámica con el entorno.
4. Sus competencias dinámicas: motivación y actitudes con respecto al aprendizaje.

Por otra parte Alonso (1997), plantea que el aprendizaje puede ser entendido por tres enfoques distintos:

1. Como un producto.
2. Como un proceso.
3. Como una función.

Por lo tanto, un concepto de aprendizaje desde el punto de vista didáctico debe de tener tres dimensiones:

1. Dimensión cognitiva
2. Dimensión comportamental
3. Capacidades operativas

A partir de los aspectos anteriores Alonso (1997), da una definición ecléctica de aprendizaje:

*Aprendizaje es el proceso de adquisición de una disposición, relativamente duradera, para cambiar la percepción o la conducta como resultado de una experiencia*

Y clasifica las teorías de aprendizaje, por su importancia pedagógica en ocho tendencias:

- Teorías Conductistas
- Teorías Cognitivas
- La Teoría Sinérgica de F. Adam
- Tipología de Gagné
- Teoría Humanística de Rogers
- Teorías Neurofisiológicas
- Teorías de Elaboración de la Información
- El enfoque constructivista

En los últimos años, el enfoque constructivista ha tenido gran aceptación y se emplea en el ámbito del aprendizaje con mayor frecuencia.

## **2.2 Estilos de aprendizaje**

Los estilos de aprendizaje son la forma en la que los estudiantes responden o utilizan los estímulos en el entorno del aprendizaje, es decir, las condiciones educativas bajo las cuales un estudiante tiene más probabilidad de que aprenda.

Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje (Alonso, *et al.*, 2002).

Todas las estrategias didácticas deberían de estar basadas en los estilos de aprendizaje, para que sean los más adecuados para el alumno, ya que cada persona tiene necesidades y preferencias distintas a la hora de obtener un aprendizaje.



Los estilos de aprendizaje dependen de varios componentes, a continuación se mencionan algunos de los más mencionados:

- Condiciones ambientales
- Bagaje cultural
- Edad
- Preferencias de agrupamiento (se trabaja mejor individualmente o en equipo)
- Estilo seguido para la resolución de problemas
- Tipo de motivación, locus de control interno o externo

Así, podríamos deducir que los procesos de aprendizaje de los alumnos, no son estandarizados y por lo tanto, las estrategias que diseñamos los docentes no deberían ser iguales para todo el alumnado.

El concepto de los estilos de aprendizaje, está directamente relacionado con la concepción del aprendizaje como un proceso activo, acorde con la teoría constructivista del aprendizaje en donde éste requiere de la manipulación de la información, por parte del receptor, para lograr conocimientos (Aragón y Jiménez, 2009).

Existe una relación sobre el comportamiento de los alumnos en clase, y su manera de aprender, esto se ve reflejado en los estilos de aprendizaje, dando los tipos de estrategias pedagógicas que resultan más eficaces, ya sea por el contenido temático o la interacción social con sus compañeros de clase.

Así mismo, son útiles para que los alumnos, comprendan cuáles son las mejores estrategias de aprendizaje que les conviene seguir para que su rendimiento sea óptimo.

### **2.2.1 Sistema de representación neurolingüística (PNL)**

De acuerdo con este modelo, en el aprendizaje intervienen diversos factores, pero uno de los más influyentes es el relacionado con la forma en que selecciona y recibe la información (Burón, 1996).

Los sistemas de representación PNL son básicamente dependiente de los sentidos internos, es decir, los percibimos con los sentidos externo (ver, oír, sentir, oler y probar), pero cada persona los interpreta de manera distinta como los siente en el interior, así el cerebro selecciona únicamente parte de la información y el resto la ignora.

Por lo tanto, tenemos tres grandes sistemas para representar la información recibida:

1. Sistema de representación visual: recuerda más la información que se presenta mediante imágenes abstractas y concretas.
2. Sistema de representación auditivo: recuerda más la información hablada; es más fácil recordar una conversación que un apunte en el pizarrón.
3. Sistema de representación kinestésico: recuerda la información interactuando con ella, manipulándola.

Se estima que un 40% de las personas son visuales, un 30% auditivas y un 30% kinestésicas (Romo *et al.*, 2006). Es por esto, que no todos los alumnos de una clase, recuerdan lo mismo, algunos les será más fácil recordar lo que leyeron del pizarrón, otros lo que escucharon del docente y finalmente alumnos que recordarán la impresión que les causó la clase.

### **2.2.2 Modo de procesar la información (David Kolb)**

Kolb (1984), plantea que la supervivencia de los seres humanos depende de nuestra habilidad para adaptarnos a las condiciones cambiantes del mundo. Por lo tanto, propone que cada individuo enfoca el aprendizaje de una forma particular, la cual es producto de:

- Su herencia (inteligencia)
- Sus experiencias previas
- Las exigencias del ambiente en el que se desenvuelve.

Sin embargo, Honey & Mumford (1986), prescinden parcialmente del factor inteligencia, que no es fácilmente modificable y se quedan con las otras dos.

Posteriormente Kolb (1984), destaca dos dimensiones principales del aprendizaje, con sus cuatro diferentes componentes dando lugar al modelo de cuatro cuadrantes:

1. Activo: Se involucra totalmente y sin prejuicios en nuevas experiencias. Se aburren con los plazos largos, eligen actividades cortas y de resultados rápidos. Prefieren dialogar, les gusta dirigir debates o realizar presentaciones. La pregunta detonadora del aprendizaje para ellos es el ¿Cómo?
2. Reflexivo: analiza sus experiencias desde varios tipos de vista. Para llegar a una decisión, necesita tiempo para recoger datos y analizarlos detalladamente. Prefieren observar y escuchar a los demás y no intervienen

hasta que se han familiarizado con la situación. La pregunta detonadora del aprendizaje para ellos es el ¿Por qué?

3. Teórico: Los problemas los resuelve lógicamente, tienden a ser perfeccionistas. Integran hechos y teorías coherentes. Les disgusta lo subjetivo o ambiguo. Es indispensable la lógica en los eventos. La pregunta detonadora del aprendizaje para ellos es el ¿Qué?
4. Pragmático: Buscan la aplicación práctica de las ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Muestran poco interés por los conocimientos que no les ayudan en sus necesidades inmediatas. La pregunta detonadora del aprendizaje para ellos es el ¿qué pasaría si? (Honey & Mumford, 1986).

### **2.2.3 La categoría bipolar**

Richard M. Felder & Linda K. Silverman (1988), desarrollaron un modelo que explica los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos basados en los siguientes postulados:

- El tipo de información que recibe el alumno, es predominantemente sensitiva o bien intuitiva.
- La modalidad sensorial utilizada preferentemente por los alumnos es auditiva o visual.
- Los alumnos tienen dos formas de organizar la información: inductivamente o bien deductivamente.
- Los alumnos procesan y comprenden la información de dos maneras: secuencialmente o bien globalmente.
- Los alumnos trabajan con la información recibida de dos maneras: activamente o reflexivamente.

Como se deduce, estos postulados dan origen a cinco dimensiones o estilos de aprendizaje, las cuales conllevan categorías opuestas entre sí; por ello a este modelo se le conoce como modelo de la categoría bipolar. Las dimensiones de estilos de aprendizaje y las características de cada uno son:

#### **1. Sensitivos o intuitivos**

Los alumnos sensitivos son concretos y prácticos, les gusta resolver problemas siguiendo procedimientos establecidos, les gusta el trabajo práctico y memorizan hechos con facilidad. Los alumnos intuitivos son más bien conceptuales e

innovadores, orientados hacia las teorías y los significados, prefieren descubrir posibilidades y relaciones; pueden comprender rápidamente nuevos conceptos, les gusta trabajar con abstracciones y fórmulas matemáticas.

#### 2. Auditivos o visuales

Los alumnos auditivos prefieren obtener la información en forma hablada, ya que la recuerdan mejor; les gustan las exposiciones orales de los profesores. Los alumnos visuales prefieren obtener la información mediante representaciones visuales como los diagramas de flujo, mapas conceptuales, mapas mentales, ya que recuerdan mejor lo que ven.

#### 3. Inductivos o deductivos

Los alumnos inductivos entienden mejor la información cuando se les presentan hechos y observaciones particulares y posteriormente se hacen las inferencias hacia los principios o generalizaciones. Los alumnos deductivos prefieren que se les presenten primero las generalizaciones o principios rectores de los fenómenos o hechos y posteriormente, deducir ellos mismos las consecuencias y aplicaciones particulares.

#### 4. Secuenciales o globales

Los alumnos secuenciales aprenden mejor con pequeños pasos incrementales, su razonamiento es ordenado y lineal; resuelven problemas por pasos lógicos. Los alumnos globales aprenden a grandes saltos, visualizando la totalidad; generalmente resuelven problemas complejos rápidamente de forma innovadora.

#### 5. Activos o reflexivos

Los alumnos activos retienen y comprenden mejor nueva información cuando la manipulan (la discuten, la aplican); les gusta trabajar en equipo y ensayar las cosas. Los alumnos reflexivos tienden a retener y comprender nueva información analizando y reflexionando sobre ella; prefieren trabajar solos (González, 1996).

### **2.2.4 La preferencia de pensamiento**

Ned Herrmann (1991), describe las preferencias de pensamiento asociadas a algún cuadrante del cerebro y desarrolla un modelo de acuerdo con el cual, una vez que conocemos las maneras de pensar que nos satisfacen más y nos permiten mejores resultados, se abre la puerta para desarrollar la comunicación, la resolución de problemas, el liderazgo y la toma de decisiones, entre otros factores.

Este modelo ayuda a que el docente compare las características de sus alumnos con la manera en que están actuando según la situación que viven, pudiendo inferir si se sienten bien con lo que están haciendo y así lograr aprendizajes significativos para ellos. Adicionalmente, el modelo permite comparar los diferentes estilos entre los alumnos al momento de crear grupos de trabajo efectivos.

Según el modelo de cerebro completo de Ned Herrmann, se tiene cuatro áreas del cerebro y a cada una le corresponden diversas características (Figura 1).



Figura 1: Modelo de Ned Herrmann (modificado por Aragón y Jiménez, 2009).

Del modelo se desprende que existen cuatro estilos de aprendizaje de los alumnos:

1. Alumnos racionales (predominancia del Hemisferio Sup. Izq.). Generalmente son fríos y distantes, inteligentes, irónicos, buenos para criticar y evaluar, competitivos e individualistas. Aprenden analizando, razonando, usando la lógica; les gustan las clases argumentadas, apoyadas en hechos.
2. Alumnos cuidadosos (predominancia del Hemisferio Inf. Izq.). Se caracterizan por ser introvertidos, minuciosos, dan mucha importancia a la experiencia. Aprenden de manera secuencial, planificada, formal y estructuradamente; les gustan las clases organizadas y rutinarias.
3. Alumnos experimentales (predominancia del Hemisferio Sup. Der.). Tienen sentido del humor, son originales, independientes, arriesgados y tienden a las discusiones. Aprenden conceptualizando, sintetizando, visualizando, asociando e integrando, les gustan los proyectos originales.
4. Alumnos emotivos (predominancia del Hemisferio Inf. Der.). Son extrovertidos, emotivos, espirituales. Aprenden escuchando y preguntando, evaluando los comportamientos; integran mediante la experiencia, tienen la necesidad de compartir y convivir con sus compañeros. Son estudiantes que trabajan si el docente les agrada o si el tema es de su interés.

### 2.2.5 Desarrollo de las capacidades (Bernice McCarthy)

Para McCarthy (1987), los estilos tienen diferentes características y requieren de ciertos pasos en la enseñanza, la inclusión de la especificidad cerebral como otro determinante de diferencias en el aprendizaje, es una extensión que realiza McCarthy al modelo de Kolb.

El primer estilo propuesto por Kolb es *divergente* y McCarthy lo describe como *imaginativo*. Los alumnos utilizan su imaginación y buscan un significado personal de lo que van a aprender y quieren saber el porqué de las cosas.

- Fuerza: Imaginación.
- Funciona por medio de: clasificación de valores.
- Metas: estar involucrado en metas importantes y crear armonía.
- Carreras: Consejería, enseñanza, desarrollo organizacional, humanidades, ciencias sociales. Pregunta Favorita: ¿Por qué? (Guild & Garger, 1998).

El segundo estilo, *asimilador*, es descrito como *analítico*. Las personas perciben la información en forma abstracta y la procesan mediante la reflexión. El alumno debe imaginar más allá de la realidad para integrar la experiencia y debe estar informado dándole a conocer conceptos significativos.

- Fuerza: generación de conceptos y modelos.
- Funciona por medio de: pensamiento reflexivo.
- Metas: reconocimiento intelectual.
- Carreras: Matemáticas, investigación y planeación, ciencias sociales.
- Pregunta favorita: ¿Qué? (Guild & Garger, 1998).

El tercer estilo, *Convergente*, es descrito como el estilo del *sentido común*. La persona percibe información abstracta y la procesa activamente. Para los siguientes pasos, los alumnos deben extender los conocimientos haciendo algo propio haciendo uso y aplicación de lo que han aprendido. De igual manera practican lo que han trabajado por medio de algún tipo de ejercicio o actividad utilizando cuadernos de trabajo.

- Fuerza: aplicación práctica de las ideas.
- Funciona por medio de: recopilación de información objetiva mediante experiencias directas.

- Metas: enfocar su actividad presente a resultados futuros que le den seguridad.
- Carreras: Ingeniería, ciencias aplicadas, cirujano.
- Pregunta favorita: ¿Cómo funciona? (Guild & Garger, 1998).

Por último, *acomodador* es un estilo descrito como *dinámico*. Las personas perciben la información concreta y procesan en forma activa. Para terminar con el séptimo y octavo paso, lo que el alumno necesita hacer es ir más allá del objetivo y compartir, además de refinar lo que se aprendió para analizarlo en cuanto a su relevancia y significado.

- Fuerza: acción y metas.
- Funcionan por medio de: acción comprobación, creación de nuevas experiencias.
- Metas: llevar las ideas a la acción.
- Carreras: Mercadotecnia, ventas, educación, entretenimiento, profesiones de tipo social en general.
- Pregunta favorita: ¿Qué sucede sí..? (Guild & Garger, 1998).

Además de los estilos de aprendizaje de Kolb, a McCarthy le interesaba la relación entre la lateralidad y la especialización de ciertas tareas. Por lo tanto, incluyo algunas de las investigaciones sobre la hemisfericidad cerebral en su teoría.

De manera general, los hemisferios cerebrales se especializan en las siguientes funciones, citadas en la tabla 1.

Tabla 1: Hemisfericidad cerebral (McCarthy 2006)

<b>Izquierdo</b>	<b>Derecho</b>
Opera mejor por medio de la estructura y la secuencia. Prefiere el lenguaje, es secuencial, examina los elementos, tiene sentido del número. Trabaja para analizar información.	Opera de manera no estructurada, comprende imágenes, busca patrones, crea metáforas, es simultáneo. Busca sintetizar y consolidar información.

Todo lo anterior, dio por resultado el sistema generado por McCarthy, en el cual se considera un cuadrante por estilo de aprendizaje, y cada cuadrante una actividad

para el hemisferio derecho y una para el izquierdo. Lo que nos proporciona una guía de ocho pasos para la construcción general de ciclos de aprendizaje orientados hacia la ciencia (McCarthy, 1987).

### 2.3 El sistema 4MAT

El estudio de McCarthy (2006), pretende ayudar a los docentes a detonar las capacidades de sus alumnos y a completar el ciclo del aprendizaje significativo, por lo que se desarrolló un modelo con ocho momentos pedagógicos que deberán ser cubiertos en su totalidad para conectar la enseñanza con el aprendizaje de los alumnos de una manera efectiva. Los ocho momentos parten de la secuencia de un proceso de aprendizaje y conjugan los diferentes estilos de aprendizaje (Modelo de Kolb, de Felder y Silverman y el de Ned Herrmann) con las características y funciones de cada hemisferio.

En la figura 2, se puede observar esquemáticamente los ocho momentos del ciclo de aprendizaje que propone McCarthy.

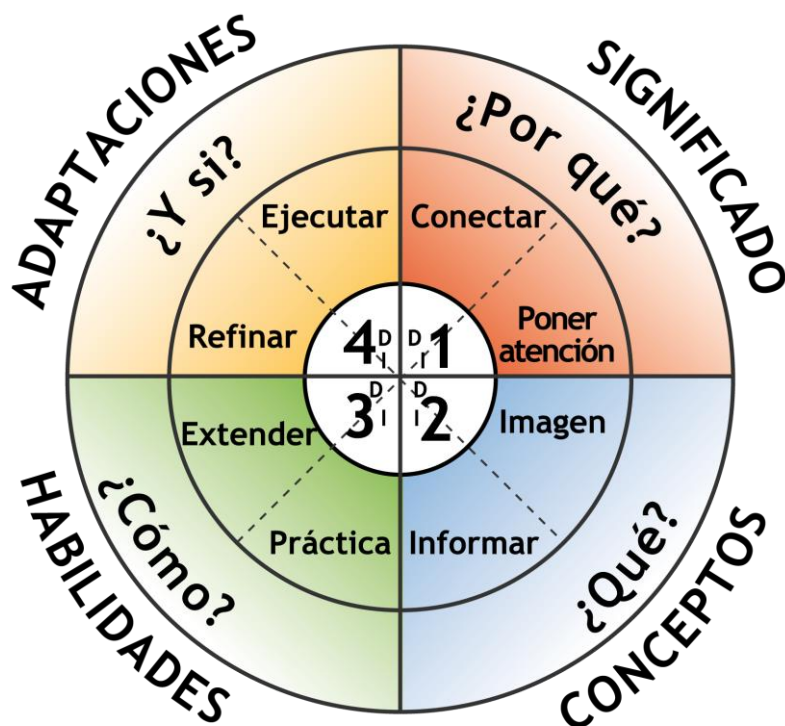


Figura 2: Ciclo de aprendizaje de Bernice McCarthy (Verlee, 1995)



### 2.3.1 Modelo 4MAT

El modelo de 4MAT está conceptualizado como un ciclo natural del aprendizaje. Para que el alumno aprenda, requiere conectar los cuatro cuadrantes con sus dos hemisferios cerebrales (izquierdo/derecho).

De acuerdo con este modelo, iniciando con el cuadrante 1 y siguiendo ocho pasos secuenciales, cualquier contenido o proceso puede ser enseñado y aprendido por el alumno. Las actividades a desarrollar en cada momento son:

- Momento 1, Hemisferio Derecho. Consiste en relacionar lo que el estudiante ya sabe con experiencias que tengan un sentido personal (técnicas de andamiaje); esto puede hacerse a través de un diálogo grupal. Se debe promover la participación y comprometer al estudiante en una experiencia concreta que conduzca a la búsqueda de nuevas experiencias. Lo que se recomienda es una actividad lúdica informal.
- Momento 2, Hemisferio Izquierdo. En este momento el docente da el primer acercamiento al concepto o tópico; deberá involucrar los conocimientos y experiencias expuestas por los estudiantes en el momento anterior con el nuevo tema. Para lograr esto, el profesor deberá hacer uso de sus capacidades para escuchar, priorizar y expresar. Se recomienda una actividad reflexiva y analítica.
- Momento 3, Hemisferio derecho. En este momento se debe hacer la construcción de una imagen que permita visualizar lo reflexionado anteriormente; las imágenes y los símbolos permiten al alumno llevar su experiencia al desarrollo de un pensamiento reflexivo. Algunos recursos que ayudarán en esta etapa son los sonidos, las imágenes y los diagramas. Se deberá programar una actividad formal, esquematizada ya sea con audiovisuales o diagramas, mapas mentales o conceptuales.
- Momento 4, Hemisferio izquierdo. Se debe definir el tema de manera sistemática; es aquí donde se enfatiza en el análisis de los conceptos, hechos, generalizaciones y teorías. El docente deberá mostrar la información de manera organizada con la finalidad de hacerle más clara al alumno la continuidad del proceso o tema. Es indispensable que el profesor esté consciente de los datos importantes para evitar sobrecargar al alumno de información. Para llevar a cabo este momento, el docente se deberá apoyar en algunos recursos como las lecturas, los textos, los oradores audiovisuales.

- Momento 5, Hemisferio izquierdo. Para este momento el alumno deberá ser capaz de aplicar lo aprendido. El profesor se encargará de revisar esta aplicación, a través de problemas, ejemplos, situaciones de vida, etc., y asegurarse de que lo aprendido es lo correcto; si no es así, deberá determinar la re-enseñanza y las estrategias que le ayudarán al alumno a lograrlo.
- Momento 6, Hemisferio Derecho. En este momento se amplía o extiende el tema, ya que el estudiante podrá desarrollar sus propias aplicaciones demostrando que es capaz de utilizar lo aprendido en su propio ambiente y contexto. El docente puede crear dinámicas en las que obligue a los alumnos a aplicar sus nuevos conocimientos; sin embargo, para este momento los alumnos deben ser capaces de crear situaciones y desarrollar proyectos. Se recomienda realizar una actividad que permita, a través de la experiencia, reflexionar sobre la práctica.
- Momento 7, Hemisferio Izquierdo. Es aquí donde se perfecciona lo aprendido. El alumno debe ubicar en su vida cotidiana la utilidad y la prioridad de lo que acaba de aprender. El profesor ayudará al estudiante a comparar, revisar y analizar los conocimientos con que contaba al inicio del proceso y los conocimientos adquiridos, con la finalidad de que éste pueda integrar los nuevos aprendizajes. Se recomienda el desarrollo de una actividad que permita experimentar y aplicar los conocimientos en la vida cotidiana y en el contexto habitual (estudios de caso).
- Momento 8, Hemisferio Derecho. Aquí es donde el ciclo del aprendizaje se cierra. El docente debe reconocer el conocimiento del alumno y, de manera práctica, aplicar dicho conocimiento y apoyarlo para que lo comparta mediante trabajos o publicaciones que puedan mostrarse a través de diversos medios. Se recomienda el desarrollo de una actividad que permita el seguimiento de los resultados para integrar el concepto en la vida y con el entorno, como resultado de lo aprendido (Aragón y Jiménez 2009).

En la figura 3, se muestran diagramas sugeridos para generar una planeación de una secuencia didáctica mediante el ciclo de aprendizaje de 8 pasos del sistema 4MAT descrito previamente, en el círculo de la izquierda de la figura, se enlistan las actividades tanto del docente como del alumno, para cada uno de los cuadrantes, cada uno con dos actividades, una para cada hemisferio cerebral

(derecho/izquierdo). En el círculo del lado derecho se muestran algunas estrategias didácticas para cubrir las actividades de ambos, debiendo tomar o conjuntar dos de ellas por cada cuadrante.

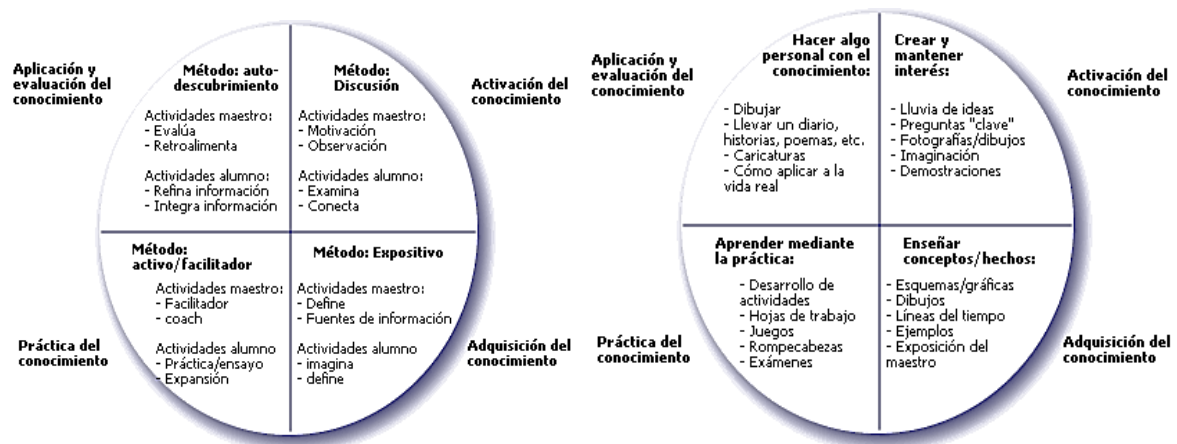


Figura 3: Diagramas que ejemplifican la planeación de clase 4MAT (McCarthy 2006)

## 2.4 EL 4MAT en las ciencias

El análisis de los Estilos de Aprendizaje ofrece indicadores que ayudan a guiar las interacciones de las personas con las realidades existenciales. Facilitan un camino limitado, de auto y heteroconocimiento (Alonso, 1997).

La atención a la diversidad de estilos de aprendizaje de los estudiantes, ha demostrado aumentar el interés de los estudiantes y su motivación para aprender (Harb *et al.*, 1993).

Por otro lado, para respetar la diversidad en la educación, los instructores requieren considerar los diversos estilos de aprendizaje de las personas que se sientan en sus aulas (Dwyer, 1993). Sin embargo, existe quien argumenta que en el nivel medio superior es tarea imposible personalizar la educación y enseñar a una variedad de estilos de aprendizaje, debido a la cantidad excesiva de alumnos. Ésta es una creencia errónea, si se utiliza un modelo de estilo de aprendizaje que tenga en cuenta las principales diferencias de aprendizaje y guíe en el desarrollo de estrategias de enseñanza que tome en cuenta esas diferencias. El Sistema 4MAT de McCarthy, es un modelo que toma en cuenta los estilos de aprendizaje y que ha sido utilizado en la enseñanza en el nivel superior con resultados favorables (Dwyer, 1993), (Scott, 1994), (Bowers, 1987).

El Sistema 4MAT, es un ciclo de instrucción de ocho pasos, está basado teóricamente en el Modelo del aprendizaje experimental de Kolb que considera

cuatro estilos de aprendizaje (McCarthy, 2006). Además, incorpora resultados de la investigación realizada en campos como la educación, psicología, neurología y liderazgo.

Dwyer (1993), reporta como el uso del Sistema 4MAT en estudiantes de nivel universitario del curso de lenguaje ha ayudado a mejorar su interés por la asignatura y ha mejorado el rendimiento de sus alumnos.

Para Scott, existe un problema en la validez del sistema, al ser defectuosas las investigaciones que se han hecho sobre el 4MAT. Por otro parte, señala que a pesar de no ser sinónimos, validez y legitimidad, ésta última se ha ido ganando para el Sistema 4MAT a través del tiempo, ya que cada vez existen mayor número de investigadores que utilizan al 4MAT como marco teórico (Scott, 1994).

Chávez y Ramírez, realizaron un estudio con profesores del nivel bachillerato de la universidad Nacional Autónoma del Estado de Hidalgo, México; los cuales, desconocían el concepto formal de los estilos de aprendizaje y tenían ciertos conceptos equivocados. Y se mostraron entusiastas con el sistema. Sin embargo no logró implementarse en dicha universidad, por la falta de compromiso de los docentes (Chávez y Ramírez, 2010), ya que la implementación implica mayor trabajo en la preparación de las estrategias y analizar los test de estilos de aprendizaje de cada alumno e ir adecuando las estrategias para dar énfasis en las actividades relacionadas al hemisferio cerebral predominante en el grupo.

Ya en el área de las ciencias; Ramírez, concluye que los estudiantes de física a nivel universitario, muestran un avance en la comprensión de los conceptos, y presentan a su vez, un grado alto de comodidad en al menos una de las estrategias del ciclo del sistema 4MAT (Ramírez *et al.*, 2009).

Por la parte de la química; Gutiérrez y colaboradores, concluyen que si existe un avance significativo en el aprendizaje en el tema de cambio químico, en relación del pre-test se reflejó una ganancia conceptual del 34.0%, según su investigación realizada en estudiantes de media superior en Bogotá (Gutiérrez y Santos, 2012).

## **2.5 Aprendizaje significativo**

El aprendizaje significativo es el proceso por el que se relaciona la nueva información con algún elemento ya existente en la estructura cognitiva del sujeto y relevante para el material que se intenta aprender. Lo que se ha aprendido

significativamente se retiene durante mucho más tiempo y ejerce un efecto dinámico sobre la información anterior, enriqueciéndola y modificándola (Moreira, 2005).

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Se relacionan de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel *et al.*, 1983).

Es importante recalcar que el aprendizaje significativo no es la "simple conexión" de la información nueva con la ya existente en la estructura cognoscitiva del que aprende, por el contrario, sólo el aprendizaje mecánico es la "simple conexión", arbitraria y no sustantiva; el aprendizaje significativo involucra la modificación y evolución de la nueva información, así como de la estructura cognoscitiva envuelta en el aprendizaje.

Ausubel, distingue tres tipos de aprendizaje significativo: de representaciones, de conceptos y de proposiciones.

1. Aprendizaje de representaciones: Es el aprendizaje más elemental, del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos; al respecto Ausubel dice: "Ocurre cuando se igualan en significado, símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan" (Ausubel *et al.*, 1983).

Este tipo de aprendizaje se presenta generalmente en los niños, por ejemplo, el aprendizaje de la palabra "pelota" ocurre cuando el significado de esa palabra pasa a representar, o se convierte en equivalente para la pelota que el niño está percibiendo en ese momento, por consiguiente, significan la misma cosa para él; no se trata de una simple asociación entre el símbolo y el objeto sino que el niño los relaciona de manera relativamente sustantiva y no arbitraria, como una equivalencia representacional con los contenidos relevantes existentes en su estructura cognitiva.

2. Aprendizaje de conceptos: Los conceptos se definen como "objetos, eventos, situaciones o propiedades de que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos" (Ausubel *et al.*, 1983).

Los conceptos son adquiridos a través de dos procesos: Formación y asimilación. En la formación de conceptos, los atributos de criterio (características) del concepto se adquieren a través de la experiencia directa, en sucesivas etapas de formulación y prueba de hipótesis, del ejemplo anterior podemos decir que el niño adquiere el significado genérico de la palabra "pelota", ese símbolo sirve también como significante para el concepto cultural "pelota", en este caso se establece una equivalencia entre el símbolo y sus atributos de criterios comunes. De allí que los niños aprendan el concepto de "pelota" a través de varios encuentros con su pelota y las de otros niños.

El aprendizaje de conceptos por asimilación se produce a medida que el niño amplía su vocabulario, pues los atributos de criterio de los conceptos se pueden definir usando las combinaciones disponibles en la estructura cognitiva por ello el niño podrá distinguir distintos colores, tamaños y afirmar que se trata de una "pelota", cuando vea otras en cualquier momento.

3. Aprendizaje de proposiciones: Este tipo de aprendizaje, va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, puesto que exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones.

El aprendizaje de proposiciones implica la combinación y relación de varias palabras cada una de las cuales constituye un referente unitario, luego estas se combinan de tal forma que la idea resultante es más que la simple suma de los significados de las palabras componentes individuales, produciendo un nuevo significado que es asimilado a la estructura cognoscitiva. Es decir, que una proposición potencialmente significativa, expresada verbalmente, como una declaración que posee significado denotativo (las características evocadas al oír los conceptos) y connotativo (la carga emotiva, actitudinal e idiosincrática provocada por los conceptos) de los conceptos involucrados, interactúa con las ideas relevantes ya establecidas en la estructura cognoscitiva y, de esa interacción, surgen los significados de la nueva proposición (Ausubel *et al*, 1983).

## 2.6 Evaluación del rendimiento

El rendimiento académico de los estudiantes constituye un factor impredecible y fundamental para la valoración de la calidad educativa y la enseñanza en todos sus niveles. Es el resultado de múltiples y complejos factores que intervienen en el proceso de aprendizaje (Pérez-Luñu, *et al.*, 2000).

Autores como Pérez (1978) definen el rendimiento académico, en términos generales, como la máxima eficiencia alcanzada en el nivel educativo, donde el educando puede mostrar sus capacidades cognitivas, conceptuales, aptitudinales, procedimentales, es decir, sus competencias

García y Prieto (1996) sostienen que es muy importante construir una prueba para evaluar el rendimiento, y ésta defina adecuadamente los indicadores a partir de los cuales se infiere el nivel de logro de las personas, en aquella materia que se quiere evaluar. Una prueba de rendimiento queda compuesta por indicadores que se conectan con ítems o tareas significativas, asociadas al dominio a través de definiciones semánticas (Burga, 2005).

Un aspecto muy importante de las pruebas de aprovechamiento o rendimiento, es que los reactivos deben ser acordes al contenido temático de lo enseñado (Anastasi y Urbina, 1998). Los ítems o preguntas de un test son seleccionados para ser representativos del saber básico que se puede esperar de un alumno (Ingebo, 1997).

Aiken (2003), Prieto y García (1996) y Thorndike (1989), coinciden en que uno de los principales tipos de ítem y sus características, mediante los cuales se evalúa el rendimiento académico, debe ser el siguiente:

Ensayo o preguntas abiertas: que se orientan a evaluar la capacidad del alumno para organizar, relacionar y comunicar sus conocimientos. Tienen la ventaja de que no da lugar a la adivinación, es necesario tener una matriz de calificación para este tipo de reactivos, por ejemplo, una rúbrica de evaluación para especificar de forma clara y demostrable que necesita una respuesta para ser considerada como adecuada.

En cuanto a su confección se debe:

- Definir el ítem de forma clara.
- Poner énfasis en preguntas que pidan solucionar problemas o ejemplificar.
- Utilizar una cantidad reducida de ítems que debe ser respondidos por todos

los estudiantes.

- Incluir preguntas que varíen su dificultad.

Los resultados obtenidos con la aplicación de los exámenes de diagnóstico son interpretados más fácilmente con el cálculo de la ganancia de Hake  $g$ , propuesta por Richard R. Hake en 1998. La ganancia  $g$ , es conocida también como ganancia relativa de aprendizaje conceptual o factor de Hake (Hake, 1998). Para el cálculo de la ganancia de Hake se consideran los aciertos obtenidos en el instrumento de evaluación utilizado en el pretest y el post-test. Si  $S_i$  denota el porcentaje de los aciertos del pretest y  $S_f$  corresponde al porcentaje de aciertos del post-test, determinamos la ganancia de Hake por medio de la siguiente ecuación:

$$g = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i}$$

Donde:

$g$ : Ganancia conceptual

$S_i$ : Puntaje porcentual del pre-test

$S_f$ : Puntaje porcentual del post-test

Para su interpretación se tomó la categorización de los resultados en las llamadas zonas de ganancia (Hake, 1998):

1. Zona de ganancia baja. Valor de ganancia menor a 0.3 ( $g \leq 0.3$ ).
2. Zona de ganancia media. Valor de ganancia en el rango  $0.3 \leq g \leq 0.7$ .
3. Zona de ganancia alta. Valor de ganancia mayor a 0.7 ( $g \geq 0.7$ ).



## CAPÍTULO III

### Marco teórico

#### 3.1 Aspectos generales de las biomoléculas

Las biomoléculas son aquellas organizaciones moleculares que integran la materia viva.

Reciben una clasificación general, que va a depender de la presencia de carbono en su estructura, de esta manera se les designa con el nombre de biomoléculas inorgánicas a las que en su estructura hay ausencia de átomos de carbono, estos no pueden ser sintetizados por el ser humano pero aun así son esenciales para el mantenimiento de la vida; en este grupo se puede tomar como ejemplo el agua. El grupo opuesto, posee átomos de carbono, los cuales son parte de su estructura se les designa biomoléculas orgánicas y éstos si pueden ser sintetizados por el cuerpo humano.

Biomoléculas inorgánicas:

- Agua
- Gases: oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno...
- Aniones: cloruros, fosfatos, carbonatos...
- Cationes: sodio, potasio, amonio, calcio, magnesio..

Biomoléculas orgánicas:

- Carbohidratos, como la glucosa o la celulosa.
- Lípidos o grasas, como los triacilgliceroles o los esteroides.
- Proteínas, como la insulina o la hemoglobina y sus componentes (aminoácidos)
- Ácidos nucleicos como el ADN y ARN y sus componentes (nucleótidos)  
(Macarulla y Goñi, 1993)

#### 3.2 Carbohidratos

Los carbohidratos son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrogeno y oxígeno. El nombre de carbohidratos o sacáridos proviene del griego: *sakcharón*, azúcar, son compuestos esenciales de los organismos vivos y son la clase más abundante de moléculas biológicas.

### 3.2.1 Constitución química

El nombre carbohidratos significa literalmente hidratos de carbono y proviene de su composición química, sin embargo los elementos básicos presentes son: carbono, hidrogeno y oxígeno, su fórmula general es  $(C-H_2O)_n$ , donde  $n \geq 3$ . Es decir, son compuestos en los que  $n$  átomos de carbono parecen estar hidratados con  $n$  moléculas de agua.

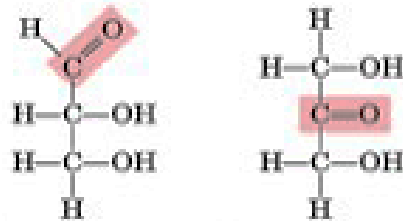


Figura 4: Estructura química básica de los carbohidratos (Wade, 2012).

Su estructura más simple de los carbohidratos son los monosacáridos, los cuales dentro de su estructura química, contienen varios grupos con oxígeno y comprende a los grupos funcionales hidroxilos y carbonilo. Si bien estas son moléculas lineales, tienden a formar compuestos cíclicos, debido a la reactividad de los grupos funcionales presentes. Así, por ejemplo, la D-Glucosa se cicla por reacción del hidroxilo de carbono 5 (C-5) con el carbonilo del aldehído (Figura 5), dando lugar al anillo hexagonal de piranosa (alfa o beta) (Stryer, et. al., 2003).

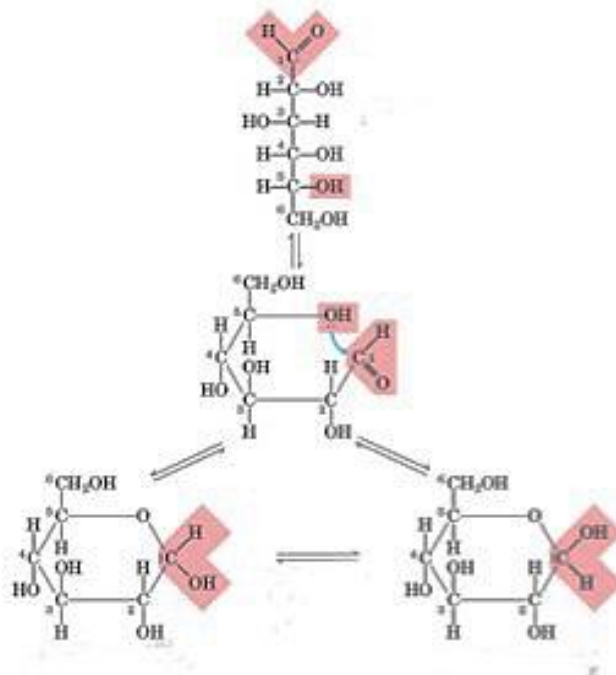


Figura 5: Ciclación de la glucosa (Wade, 2012)

### 3.2.2 Clasificación

Los carbohidratos se clasifican de acuerdo a su estructura en simples y compuestos; éstos a su vez pueden clasificarse en subdivisiones como se muestra a continuación:

**Carbohidratos simples.** Son aquellos azúcares que tienen una absorción rápida y aportan al organismo solamente energía. Estos son los:

- Monosacáridos. Son los hidratos de carbono con la estructura más simple. La glucosa, la galactosa y la fructuosa son hexosas (debido a que posee 6 átomos de carbono en sus fórmulas).
  - Glucosa. También se denomina dextrosa y es el carbohidrato más importante para el organismo, ya que es su primordial fuente de energía, se halla en las frutas y en la miel.
  - Galactosa. Se encuentra en la leche y se produce por la hidrólisis de la lactosa, también constituye una fuente energética.
  - Fructuosa. Su sinónimo es levulosa y es considerada el azúcar de las frutas (Mollinero y Benavides, 2014)
- Disacáridos. Se constituyen por dos a diez moléculas de glucosa. Ejemplos de disacáridos son:
  - Sacarosa. Es la unión de una molécula de glucosa y una de fructuosa mediante un enlace dicarbonílico. La sacarosa es el azúcar de mesa, se extrae principalmente de la caña de azúcar y de la remolacha.
  - Lactosa. Químicamente está formada por una molécula de glucosa y una de galactosa. Este disacárido se encuentra en la leche y es denominado el azúcar de la leche.
  - Maltosa. Es el azúcar de la malta y se constituye de dos moléculas de glucosa (Vilaplana, 2008)
- Oligosacáridos. Es la combinación de tres a nueve moléculas de monosacáridos unidos mediante enlaces glucosídicos. No tienen la capacidad de solubilizarse en agua y tampoco tienen sabor dulce. La fuente que los proporcionan son de origen animal principalmente, y escasamente de origen vegetal. Algunos ejemplos son:

- Maltodextrinas (que se obtienen mediante hidrólisis parcial del almidón y son muy empleadas como edulcorantes y modificadores de texturas de productos alimenticios).
- Maltotriosa y rafinosa (constituida por tres glucosas),
- Estaquiosa (formada por cuatro) (Stryer, *et al.*, 2003).

**Carbohidratos complejos.** Son los polisacáridos. Estos azúcares se absorben de forma lenta, por lo tanto el tiempo de digestión es más prolongado y se comportan como energía de reserva. Existen varios tipos de polisacáridos, pero los más relevantes son:

- Almidón. Se conoce como fécula, está compuesto de varias moléculas de glucosa vinculadas por uniones lineales, es el carbohidrato más abundante en la nutrición y se halla en los granos de cereales, leguminosas, tubérculos, etc.
- Glucógeno. Es un polisacárido que actúa como reserva de hidratos de carbono en los animales. Su lugar de almacenamiento es el hígado (como reserva de glucosa) y el tejido muscular (como combustible para la actividad muscular).
- Celulosa. Está formado por varias hileras o cadenas lineales de glucosa, se constituyen en el principal polisacárido de sostén estructural de las plantas. También se utiliza para fabricar papel.
- Pectina, mucílago, agar. Se relacionan con polímeros derivados de azúcares y tienen un uso muy notable en la industria alimenticia por su capacidad gelificante (Mollinero y Benavides, 2014).

### 3.2.3 Enlace representativo

Una de las reacciones más importantes de los monosacáridos es la reacción del carbono anomérico (del anillo de piranosa o furanosa) con un alcohol para producir un glucósido. El nuevo enlace que se forma recibe el nombre de enlace glucosídico. Son dímeros formados por dos moléculas de monosacáridos, iguales o diferentes, unidas mediante enlace glucosídico (Figura 6).

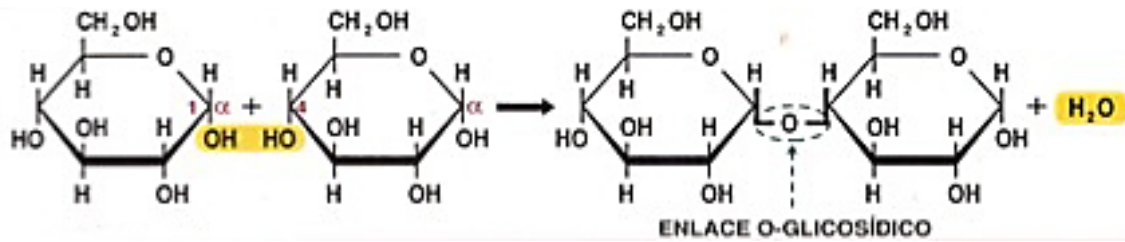


Figura 6: Formación de enlace glucosídico (Mesua, *et al.*,1997)

Para Baynes y Dominiczak (2011), este enlace puede realizarse de dos formas distintas; tomemos como ejemplo la glucosa.

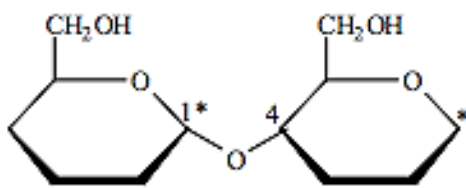


Figura 7: Enlace  $\alpha(1,4)$

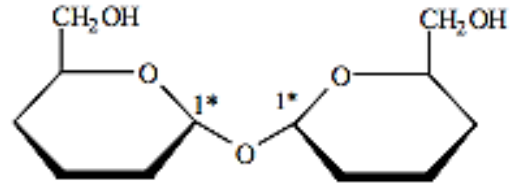


Figura 8: Enlace  $\alpha(1,1)\alpha$

En el primer caso (Figura 7), los dos monosacáridos están unidos mediante enlace Oglucosídico del tipo  $\alpha(1-4)$ ; como se puede apreciar, el disacárido formado presenta un carbono anomérico (\*) libre (en el anillo segundo). En el caso (Figura 8) la unión se establece a través de los carbonos anoméricos de ambos monosacáridos; en este caso, el enlace glucosídico es del tipo  $\alpha(1-1)$ , bloqueando los dos carbonos anoméricos (\*).

### 3.3 Proteínas

El nombre de las proteínas procede del griego "*proteios*" = primario, y hace alusión al Dios griego Proteo, hijo del Océano y guardián de los rebaños de focas de Poseidón. Proteo tenía el don de la profecía, e iban a consultarlo todos los que querían saber el futuro; pero antes de emitir sus dichos, había que apoderarse de él y sujetarlo, cosa nada fácil, porque Proteo adoptaba las formas más diversas y caprichosas: un dragón, un león o cualquier otro animal. Sólo cuando los visitantes no tenían miedo, Proteo se convertía en sí mismo y escrutaba para ellos el porvenir. La importancia de las proteínas ya fue sospechada por los investigadores en 1839 (Velazco *et al.*, 2009). Esta denominación fue casi profética ya que, a partir de esta fecha, los investigadores han ido revelando que las proteínas están dotadas de múltiples formas y funciones distintas (como Proteo) y están implicadas en todos los procesos metabólicos de las células.

### 3.3.1 Constitución química

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. En algunos tipos de proteínas, además pueden contener azufre fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos.

Las unidades básicas de las proteínas son los aminoácidos. Su denominación responde a la composición química general que presentan, en la que un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y otro carboxilo o ácido (-COOH) se unen a un carbono α (-C-). Las otras dos valencias de ese carbono quedan saturadas con un átomo de hidrógeno (-H) y con un grupo químico variable al que se denomina radical (-R) (Figura 9) (Weininger & Stermitz, 1988).

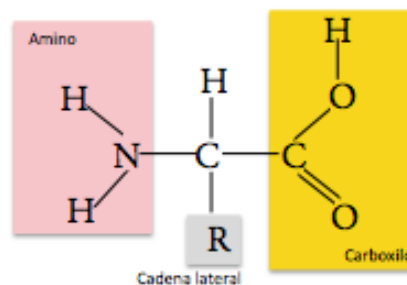


Figura 9: Fórmula general de los aminoácidos

### 3.3.2 Clasificación

Las proteínas se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios: su composición química, su estructura y sensibilidad, su solubilidad... una clasificación que engloba dichos criterios es:

- Proteínas simples: Son proteínas formadas únicamente por aminoácidos. Pueden ser globulares o fibrosas.
  - Las proteínas globulares se caracterizan por doblar sus cadenas en una forma esférica apretada o compacta dejando grupos hidrófobos hacia adentro de la proteína y grupos hidrófilos hacia afuera, lo que hace que sean solubles en disolventes polares como el agua. La mayoría de las enzimas, anticuerpos, algunas hormonas y proteínas de transporte, son ejemplos de proteínas globulares
  - Las proteínas fibrosas presentan cadenas polipeptídicas largas y una estructura secundaria atípica. Son insolubles en agua y en disoluciones acuosas.

- Proteínas conjugadas: Las heteroproteínas están formadas por una fracción proteínica y por un grupo no proteínico, que se denomina grupo prostético. Dependiendo del grupo prostético existen varios tipos:
  - Glucoproteínas: Son moléculas formadas por una fracción glucídica (del 5 al 40%) y una fracción proteica unidas por enlaces covalentes.
  - Lipoproteínas: Son complejos macromoleculares esféricos formados por un núcleo que contiene lípidos apolares (colesterol esterificado y triglicéridos) y una capa externa polar formada por fosfolípidos, colesterol libre y proteínas (apolipoproteínas).
  - Nucleoproteínas: Son proteínas estructuralmente asociadas con un ácido nucleico (que puede ser ARN o ADN).
  - Cromoproteínas: Las cromoproteínas poseen como grupo prostético una sustancia coloreada, por lo que reciben también el nombre de pigmentos. Según la naturaleza del grupo prostético, pueden ser pigmentos porfirínicos y no porfirínicos (Cheftel, *et al.*, 1989).

### 3.3.3 Enlace representativo

Los aminoácidos se encuentran unidos linealmente por medio de uniones peptídicas. Estas uniones se forman por la reacción de síntesis (vía deshidratación) entre el grupo carboxilo del primer aminoácido con el grupo amino del segundo aminoácido.

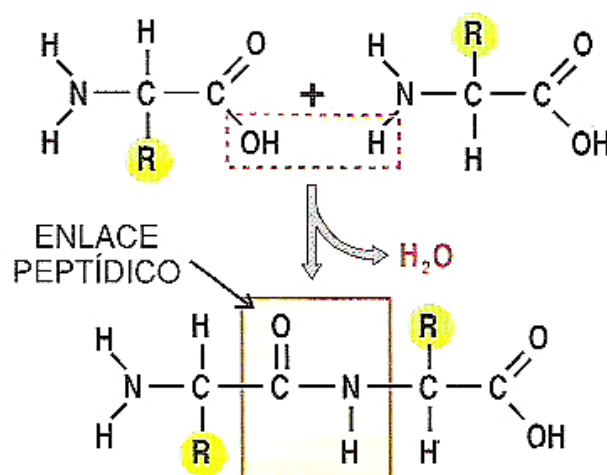


Figura 10: Formación de enlace peptídico

La formación del enlace peptídico entre dos aminoácidos es un ejemplo de una reacción de condensación. Dos moléculas se unen mediante un enlace de tipo covalente CO-NH con la pérdida de una molécula de agua y el producto de esta unión es un dipéptido. El grupo carboxilo libre del dipéptido reacciona de modo similar con el grupo amino de un tercer aminoácido, y así sucesivamente hasta formar una larga cadena. Podemos seguir añadiendo aminoácidos al péptido, porque siempre hay un extremo NH<sub>2</sub> terminal y un -COOH terminal (Weininger & Stermitz, 1988).

### **3.4 Lípidos**

La palabra lípido proviene del griego *lipos*, que significa grasa y cuya aplicación no ha sido bien establecida; originalmente se definía como “una sustancia insoluble en agua, pero soluble en disolventes orgánicos como cloroformo, hexano y éter de petróleo”; con esta consideración de solubilidad, existen muchos otros compuestos, como terpenos, vitaminas y carotenoides que también están incluidos. Sin embargo, algunos autores consideran como lípidos sólo a aquellas moléculas que son derivados reales o potenciales de los ácidos grasos y sustancias relacionadas; según esta definición, los aceites y las grasas se consideran por antonomasia como lípidos (Badui, 2006).

#### **3.4.1 Constitución química**

Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O pudiendo contener además N, P y S. son un grupo de principios inmediatos muy heterogéneo desde un punto de vista molecular pero que mantienen una característica común: la porción principal de su estructura es de naturaleza hidrocarbonada, razón por la cual son solubles en disolventes orgánicos y la insolubilidad en medio acuoso.

Participan en funciones orgánicas diversas como la estructural (membranas), depósitos energéticos, y hormonal o señalización celular.

En forma pura, todas las grasas y los aceites están constituidos exclusivamente por triacilglicéridos (o triglicéridos), los que a su vez son ésteres de ácidos grasos con glicerol; por consiguiente, dichos ácidos representan un gran porcentaje de la composición de los triacilglicéridos y en consecuencia de las grasas y los aceites. Las diferencias de estabilidad a la oxidación, de plasticidad, de estado físico, de patrón de cristalización, de índice de yodo, de temperaturas de solidificación y de



fusión, de las grasas y los aceites se deben fundamentalmente a sus ácidos grasos constituyentes (Argüeso, et. al., 2011).

Los lípidos, no se forman a través de la polimerización, solo son ácidos carboxílicos de cadena larga que suelen tener un número par de carbonos (de 14 a 22); los más abundantes tienen 16 y 18 carbonos, su fórmula general es:  $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_n \text{COOH}$  (McKeen, 2009)

### 3.4.2 Clasificación

El número de sustancias consideradas como lípidos es muy grande y la manera de clasificarlas resulta difícil; existen diversos métodos para hacerlo, cada uno con sus propias ventajas y desventajas, pero todos se basan en las propiedades físicas o químicas que los caracterizan.

Una de las formas de clasificarlas es mediante su estructura química (Badui, 2006):

- Lípidos simples. Ésteres de ácidos grasos y alcoholes.
  - Grasas y aceites. Ésteres de glicerol con ácidos monocarboxílicos.
  - Ceras. Ésteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos.
- Lípidos compuestos. Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas.
  - Fosfoglicéridos. Ésteres que contienen ácido fosfórico en lugar de un ácido graso, combinado con una base de nitrógeno.
  - Glucolípidos. Compuestos de hidratos de carbono, ácidos grasos y esfingosinol, llamados también cerebrósidos.
- Lipoproteínas. Integradas por lípidos y proteínas.
- Lípidos asociados.
  - Ácidos grasos (derivados de los lípidos simples).
  - Pigmentos.
  - Vitaminas liposolubles.
  - Esteroles.

### 3.4.3 Enlace representativo

Un ácido graso, es una biomolécula de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal y en un extremo un grupo carboxilo. Cada átomo de carbono se une al siguiente y al precedente por medio de un enlace covalente sencillo o doble.

Existen dos tipos principales de ácidos grasos: los saturados, que no poseen dobles enlaces, y los insaturados, que poseen uno o más dobles enlaces a lo largo de su cadena hidrocarbonada (Figura 11). Entre los insaturados los más abundantes son monoinsaturados, con un solo doble enlace entre los carbonos 9 y 10. Los ácidos grasos poliinsaturados suelen tener un doble enlace entre los carbonos 9 y 10 y los dobles enlaces 3 adicionales situados entre éste y el extremo metilo terminal de la cadena hidrocarbonada. La existencia de dobles enlaces implica la existencia de isómeros geométricos (cis-trans) según sea la disposición de los sustituyentes a ambos lados del doble enlace. La mayoría de los ácidos grasos insaturados que existen en la naturaleza presentan configuración cis (McKee, 2009).

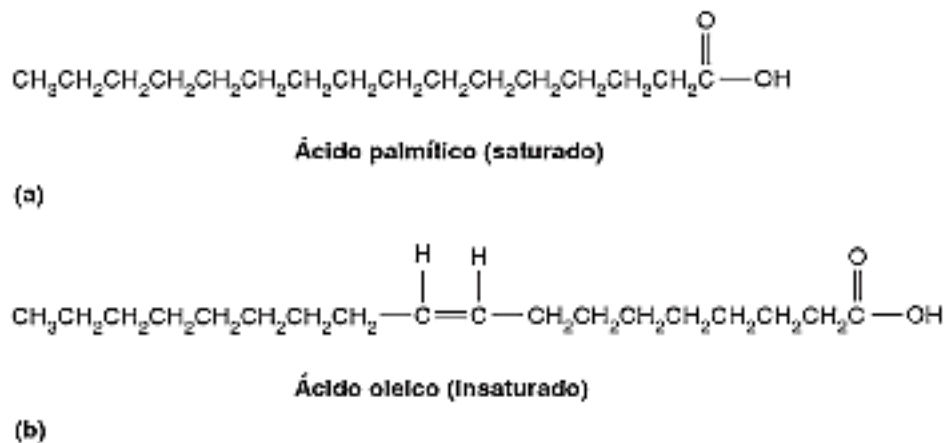


Figura 11: Estructura de los ácidos grasos (McKee, 2009)

## CAPÍTULO IV

### Metodología

Para evaluar la eficiencia en el aprendizaje de los estudiantes, al aplicar el sistema 4MAT en la enseñanza del concepto de Biomoléculas del programa de Química del nivel Medio Superior. Se realizó una investigación de tipo experimental, cuantitativa y cualitativa, con diseño de cuatro grupos (Solomon, 1949).

Previamente, se realizó un estudio exploratorio con la finalidad de probar si la estrategia y los materiales no presentaban errores y eran comprensibles para los alumnos de bachillerato, se trabajó con un grupo de último esfuerzo de Química 2, del Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco de la UNAM.

Una vez comprobado que la aplicación era viable y entendible se aplicó el diseño de cuatro grupos (Solomon), como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Diseño de cuatro grupos (Solomon, 1949)

AZ.	E	Y <sub>1</sub>	X	Y <sub>2</sub>	
AZ.	T <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	--	Y <sub>2</sub>	
AZ.	T <sub>2</sub>	--	X	Y <sub>2</sub>	Control positivo
AZ.	T <sub>3</sub>	--	--	Y <sub>2</sub>	Control negativo

Donde:

AZ: Asignación aleatoria

E: Grupo experimental

T<sub>(1,2,3)</sub>: Testigo (1,2,3)

X: Variable experimental

Y<sub>1</sub>: Medición del pre-test

Y<sub>2</sub>: Medición del post-test

Se trabajó con dos grupos de Química 2, del Centro de Bachillerato Tecnológico (CBT) "Jaime Keller Torres":

Grupo 206 con orientación técnica a Diseño Gráfico

Grupo 207 con orientación técnica a Mercadotecnia

Cada grupo era de 36 alumnos y se dividió de manera aleatoria en dos grupos de 18 alumnos, para la aplicación de la estrategia, sin conocer sus estilos de aprendizaje, ni su desempeño escolar; para cumplir con el modelo de Solomon, garantizando la aleatoriedad y la validez interna de la experimentación.

En la siguiente tabla, se presentan los grupos de trabajo y el tratamiento que recibieron durante la experimentación (tabla 3).

Tabla 3: Diseño de experimentación

	<b>Grupo</b>	<b>Escuela</b>	<b>Pretest</b>	<b>4MAT</b>	<b>Magistral</b>	<b>Post-test</b>
Estudio exploratorio	Ultimo esfuerzo	CCH Azcapotzalco	✓	✓	×	✓
Grupo Experimental	½ Grupo 206	CBT Huehuetoca	✓	✓	×	✓
Grupo control	½ Grupo 206	CBT Huehuetoca	✓	×	✓	✓
Grupo control Positivo	½ Grupo 207	CBT Huehuetoca	×	✓	×	✓
Grupo control Negativo	½ Grupo 207	CBT Huehuetoca	×	×	✓	✓

En la tabla 4, se muestra un resumen de la metodología y herramientas utilizada para la experimentación.

Tabla 4: Resumen de metodología

<b>Actividad</b>	<b>Método</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Fuente</b>
Características del grupo	Estilos de aprendizaje y hemisfericidad	Cuestionarios (multimedia)	Gatelú (2002) Ramírez (2004)
Aplicación Test de conocimiento	Conocimiento previo	Pre-test	
Planeación didáctica	Secuencias Didáctica	Sistema 4MAT	McCarthy (2000)
Diseño de Clase	Secuencias Didáctica	Sistema 4MAT	McCarthy (2006)
Aplicación Test de Conocimiento	Conocimiento adquirido	Post-Test	
Efectividad del Test	Índice de dificultad Porcentaje de distribución	Análisis cuantitativo	Doran (1980) Bao (2001)
Análisis de ganancia conceptual	Pre-test y Post-test	Zona de ganancia	Hake (1998)
Aprendizaje significativo	Pre-test y Post-test	Análisis cualitativo	Moreira (2005)

#### 4.1 Características del grupo de investigación

Las características del grupo, se determinaron mediante un test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral (Gastelú, 2002; Ramírez, 2004, el cual se precargó en la plataforma de Google Forms. Para evitar confusiones, a cada grupo se les generó un link diferente, pero con el mismo contenido y organización. Un ejemplo del test está disponible en el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/1rr3l7Xv0lOkR2nt092Y-d4UApXhxR8OiDgUh2tmTFoY/viewform>

Para facilitar el manejo de la información, antes de iniciar el test de estilos de aprendizaje, se solicitaron los datos del estudiante (nombre, edad y género), como se muestra en la figura 12.

Posteriormente, se proporcionaron las indicaciones para responder el test de estilos de aprendizaje y una vez terminado, se le dan las indicaciones para responder el de hemisfericidad cerebral, como se muestra en la figura 13.

Estilos de aprendizaje

\*Obligatorio

Nombre: \*

Tu respuesta

Escolaridad: \*

Bachillerato

Licenciatura

Edad: \*

Elige ▾

Género \*

M

F

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura 12: Datos del estudiante

Estilos de aprendizaje

\*Obligatorio

**Estilos de Aprendizaje**

Instrucciones:  
Las siguientes preguntas están diseñadas para detectar preferencias referentes a su modo de aprendizaje. Al aprender, ¿cuál opción lo describiría mejor?  
Usando 4, 3, 2 y 1, seleccione 4 en la opción que mejor lo describe y 1 en la que lo describe lo menos. Entonces coloque 2 y 3 en las opciones restantes. Debe seleccionar los cuatro números. No repita o iguale opciones.

1.- Soy excelente cuando: \*

	Tomo decisiones realistas	Llego a conclusiones precisas	Descubro relaciones ocultas	Entiendo los sentimientos de las personas
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Hemisfericidad cerebral**

\*Obligatorio

Instrucciones:  
En cada pregunta selecciona la opción que mejor lo describe.

1.- Al aprender prefiero: \*

Un ambiente silencioso

Un ambiente activo

2.- Al aprender prefiero: \*

Reflexionar antes de actuar

Actuar y luego reflexionar

Figura 13: Indicaciones del test

Una ventaja de la plataforma empleada, es que muestra errores al responder de manera incorrecta (figura 14), lo cual evita que se conteste de manera aleatoria, sin leer las preguntas. Así mismo, no le permite al usuario enviar las respuestas hasta que no esté completo el formulario. Para evitar test incompletos que impidieran el análisis de la información y la pérdida de datos, que se derive en la eliminación de algún alumno que haya participado en la experimentación.

13.- Particularmente tengo fricciones con personas que son: *				
	Rigidas	Desorganizadas	Indecisas	Agresiva
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

En esta pregunta se debe introducir una respuesta por fila

5.- Una de mis fortalezas es: *				
	Mi experiencia al planear	Mi entusiasmo	Mi practicidad	Mi capacidad de escuchar
4	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

No selecciones más de una respuesta por columna

Figura 14: Error en la respuesta del test

Para el análisis de los estilos de aprendizaje, se realizó una gráfica de distribución de los 4 estilos de aprendizaje, como la que se presenta en figura 15, para determinar que cuadrante domina en el grupo, y poner mayor énfasis en las actividades específicas de ese cuadrante.

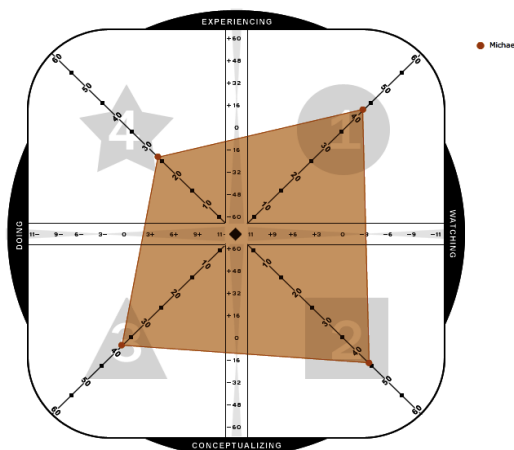


Figura 15: Distribución de los estilos de aprendizaje.

El análisis del test de la hemisfericidad cerebral, nos indicó la distribución de los estudiantes y cuales actividades, les parecerán más atractivas, dependiendo de las funciones de su hemisferio predominante. Las funciones del lado izquierdo o derecho del cerebro (tabla 1; apartado 2.2.5), nos permitió adecuar las actividades del modelo 4MAT.

Además, durante el penúltimo momento pedagógico del sistema 4MAT se formaron parejas (una persona de cada hemisferio), ya que se procuró que se complementaran, de acuerdo a las funciones que se les facilitan y trabajen de manera armónica este paso.

## 4.2 Aplicación del Pre-test

La aplicación del pre-test, nos permitió determinar los conocimientos previos de los estudiantes, mediante los cuales, se comparó con el post-test para evaluar la efectividad del sistema 4MAT, mediante el aprendizaje significativo.

El tiempo de aplicación para el pretest es de 15 minutos y respondieron las siguientes preguntas:

- ¿Qué son los carbohidratos?
- ¿Qué son las proteínas?
- ¿Qué son los lípidos?
- ¿Cuáles son las características del enlace glucosídico?
- ¿Cuáles son las características del enlace peptídico?
- ¿Cuáles son las características del enlace covalente?
- ¿Cuáles son los grupos funcionales presentes en los monómeros?
- ¿Cuáles son los grupos funcionales presentes en los aminoácidos?
- ¿Cuáles son los grupos funcionales presentes en los ácidos grasos?

## 4.3 Planeación didáctica del tema de biomoléculas

La planeación didáctica se basó en los aprendizajes señalados en el programa de estudios de Química II (anexo 1), se elaboró utilizando la guía de ocho pasos del sistema 4MAT, para la construcción general de ciclos de aprendizaje orientados hacia la ciencia (McCarthy, 1987):

### *Paso Uno*

En el primer cuadrante nos esforzamos por revelar el significado detrás del aprendizaje. Se debe abordar mutuamente entre instructor y estudiantes la pregunta ¿Por qué?

El modo derecho del cuadrante se compromete a crear una experiencia concreta relacionada al concepto. Introducir una experiencia con sentido para que los estudiantes sean capaces de ver las conexiones con su propia experiencia.

Se realizó una *lluvia de ideas* a partir de la pregunta generadora, enfocando a los estudiantes a defender sus posturas con argumentos sobre la experiencia.

Pregunta generadora:

¿Por qué son diferentes los lípidos, los carbohidratos y las proteínas?

Pregunta secundaria:

¿Cuáles son las diferencias entre los lípidos, los carbohidratos y las proteínas?

¿Qué elementos constituyen a los lípidos, carbohidratos y proteínas?

#### *Paso Dos*

El modo izquierdo refleja aspectos de la experiencia en la calidad del análisis. Ahora los estudiantes examinaron la experiencia. El método es el debate, que es el método en el primer cuadrante, pero el enfoque ha cambiado.

En este paso se *guio la discusión* hacia los tipos de carbohidratos, lípidos y proteínas.

#### *Paso Tres*

El modo derecho del cuadrante dos, se profundizó en la reflexión, con el objetivo de ordenar y formalizar el concepto.

Se debe de buscar otro medio, otra forma de ver algo que involucra los sentidos y al mismo tiempo ofrezca la oportunidad de más reflexión. Debe de crear una actividad que impulse a reflexionar sobre la experiencia y el análisis para cerrar el cuadrante uno y ayude a formular una profundización en la comprensión del concepto, que es el propósito del cuadrante dos.

Mediante una presentación de PowerPoint, el docente *mostro la formula* general de las grasas, proteínas y carbohidratos, poniendo algunas estructuras de ejemplo que contengan alguno de los diferentes tipos de enlace: peptídico, glucosídico y covalente.

El docente, proporcionara información relevante sobre cada tipo de enlace.

#### *Paso Cuatro*

El modo izquierdo del cuadrante dos tiene a los estudiantes en el centro de la información conceptual.

Es en este paso que la formalidad del concepto organiza la experiencia validada. Aquí es donde el alumno dispuso de la información relacionada con el concepto a fin de comprenderlo en las maneras convencionales. No



estamos interesados en memorizar, la antítesis del pensamiento. Estamos subrayando que la información está relacionada con el núcleo del concepto. Se abordarán algunos conceptos teóricos, como la funcionalidad y los grupos funcionales presentes en cada biomolécula, mediante el *video* “BIOMOLECULAS: CARBOHIDRATOS - LIPIDOS - PROTEINAS - ACIDOS NUCLEICOS: DOCUMENTAL COMPLETO” [Disponible en línea] <https://www.youtube.com/watch?v=8HrGH3S6ddA&t=247s>

#### *Paso Cinco*

En el modo izquierdo del enfoque, el estudiante reacciona a lo proporcionado en los pasos anteriores. Elabora hojas de trabajo, libros de texto, etc. Estos materiales se utilizan para reforzar el concepto y las habilidades enseñadas en el cuadrante dos.

El docente, solicitar a los estudiantes *construir una práctica de laboratorio*, para comprobar los conceptos sobre las características de las biomoléculas. Este paso lo realizaron como actividad extra clase.

#### *Paso Seis*

El paso seis es el pensamiento activo. Se trata de aprender haciendo, y su esencia es la solución de problemas.

Los estudiantes, *experimentaron* en el laboratorio las prácticas propuestas y contrastar con la teoría.

#### *Paso Siete*

Este es el paso donde a los estudiantes se les pide analizar lo que han planeado como prueba de su aprendizaje.

Aquí los estudiantes están obligados a organizar y sintetizar lo que han aprendido en alguna forma personal. Esta es el gran final del modo izquierdo en este viaje de concepto de unidad. Cuando este paso cierra, deben tener un sentido acumulativo de la exploración a través de todos los pasos anteriores.

El docente proporcione un esqueleto de un *mapa conceptual* sobre lípidos, carbohidratos y proteínas; y los conceptos recortados, para que los estudiantes los coloquen en el lugar que les corresponde dentro del mapa

(anexo 4). Esta actividad se realizó en parejas para fomentar que los estudiantes compartan lo que han aprendido y cubrir parte del paso ocho.

### Paso Ocho

El último paso de la unidad, el paso ocho es cuando los estudiantes comparten lo que han aprendido con los demás.

Se les alienta a asumir la responsabilidad de hacer su propio sentido de lo que han aprendido para su aplicación en la vida. La culminación de este paso es extender el sentido de haber aprendido el concepto para su *aplicación en la vida* y hagan conciencia de para que les sirve saber, lo visto en clase, con una pequeña participación oral.

Además, se evaluaron los conocimientos obtenidos por el alumno, mediante la aplicación del post-test, con la finalidad de que los alumnos observaran sus avances en el tema.

En la figura 16, se muestra la representación gráfica de la planeación didáctica sobre el concepto de proteínas, lípidos y carbohidratos:

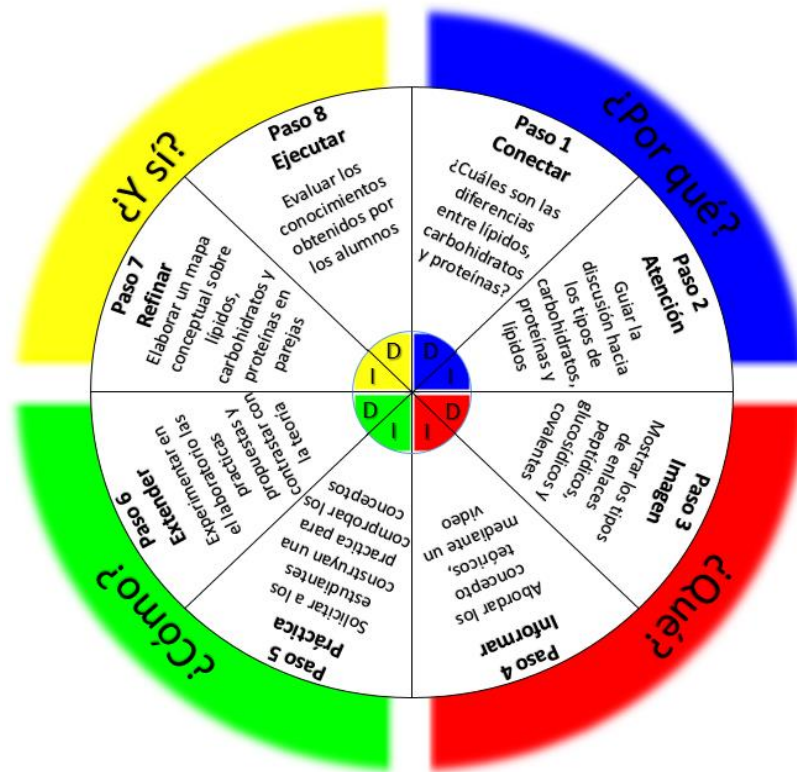


Figura 16: Planeación didáctica biomoléculas.

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.4 Diseño de la Clase 4MAT

Para la aplicación del modelo se requieren 4 horas de clase efectiva, por lo tanto se requieren 2 sesiones de 100 minutos, más actividades extra clase, para completar el tiempo requerido por el modelo.

En las siguientes tablas, se muestra las actividades de clase:

### PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Clase 1: paso 1 al 5

#### Datos Generales

Nombre del docente Ing. Dulce Parrales Vargas	Nombre de la Materia Química II	No. de Sesión	Grupo
	Horario:	1	
Módulo II		Duración de la Lección 120 min	

#### Momentos

Momentos	Descripción de la Estrategias	Recursos	Tiempo
<b>Pre-clase</b>	Test de Estilos de Aprendizaje	Multimedia *	15 min
Introducción	Orden del día	Exposición	5 min
	Objetivos		
Diagnostico	Pre-test	Pre-test****	20 min
Activación de conocimientos	Paso 1: ¿Cuáles son las diferencias entre lípidos, proteínas y carbohidratos? Pregunta activadora	Lluvia de ideas	15 min
Desarrollo	Paso 2: Guiar la discusión hacia los tipos de lípidos, proteínas y carbohidratos	Mesa redonda	25 min
	Paso 3: Ilustrar los tipos de enlaces	Exposición**	25 min
Cierre	Paso 4: Informar sobre los lípidos, proteínas, carbohidratos y su clasificación.	Audiovisual***	13 min
<b>Extra-clase</b>	Paso 5: Construir práctica para comprender los conceptos de clase.	Explicación	5 min

#### Anexos y Fuentes

*TEST DE ESTILOS DE APRENDIZAJE (anexo 2) <a href="https://docs.google.com/forms/d/1rr3l7Xv0IOkR2nt092Y-d4UApXhXR8OiDgUh2tmTFoY/viewform">https://docs.google.com/forms/d/1rr3l7Xv0IOkR2nt092Y-d4UApXhXR8OiDgUh2tmTFoY/viewform</a>
**EXPOSICIÓN EN POWERPOINT (anexo 5) ALTERNADO CON LA ACTIVIDAD DE CLASE 1 (anexo 3)
***BIOMOLECULAS : CARBOHIDRATOS - LIPIDOS - PROTEINAS - ACIDOS NUCLEICOS : DOCUMENTAL COMPLETO <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WzXlJSr8EjM">https://www.youtube.com/watch?v=WzXlJSr8EjM</a>

**** VER PRE-TEST (anexo 6)
McCarthy, B. y McCarthy, D. (2006). "Teaching Around the 4MAT Cycle: Designing Instruction for diverse Learners Whit Diverse Learning Styles". Thousand Oaks, California. Corwin Press.
McCarthy, B., Samples, B. y Hammond, B. (1985). "4MAT and Science toward wholeness in science education". Barrington, Illinois

## PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Clase 2: Continuación paso 5 al 8

### Datos Generales

Nombre del docente Ing. Dulce Parrales Vargas	Nombre de la Materia Química II	No. De Sesión 2	Grupo
Módulo II	Horario:	Duración de la Lección 120 min	

### Momentos

Momentos	Descripción de la Estrategias	Recursos	Tiempo
Introducción	Orden del día	Exposición	5 min
	Objetivos		
Activación de conocimientos	Paso 5: Construir practica para comprender los conceptos de clase (material).	pedir material	10 min
Desarrollo	Paso 6: Realizar la práctica de laboratorio, analizar resultados y comparar con la teoría.	Análisis y exposición	50 min
	Paso 7: En parejas, elaborar un mapa conceptual, de los lípidos, proteínas y carbohidratos.	Construir *	20 min
Cierre	Paso 8: Evaluar los conocimientos del alumno	Post-test**	20 min

### Anexos y Fuentes

* VER ANEXO 4
** VER POST-TEST (anexo 8)

#### 4.5 Aplicación del Post-test

Se realizó la evaluación de los conocimientos adquiridos sobre el post-test, para evaluar la efectividad del sistema 4 MAT, mediante el aprendizaje significativo. Se aplicó el mismo test, que al inicio (anexo 8)

#### 4.6 Análisis de efectividad del Test (pre-test, post-tests)

La efectividad de los test se analizó cualitativamente bajo tres condiciones: la primera, es el índice de dificultad del ítem mediante el índice de dificultad: la segunda, su poder de discriminación mediante el porcentaje de distribución y el modelo; y la tercera las pendientes de sus curvas el cual no se presenta ya que el tipo de ítem elegido no es apto para determinar una curva.

Por lo tanto, los test, se analizaron bajo dos condiciones:

- La primera, es el índice de dificultad, mediante el grado de dificultad, según Doran (1980):

$$P = N_1 / N$$

Donde:

*P*: Índice de dificultad

*N<sub>1</sub>*: Número de respuestas correctas por ítem

*N*: Número total de estudiantes que realizaron la prueba

Un test se considera (Sandoval y Mora, 2009):

- Muy fácil cuando su índice de dificultad es de 0.85 a 1.00
  - Moderadamente fácil de 0.60 a 0.85
  - Moderadamente difícil de 0.35 a 0.60
  - Muy difícil de 0.00 a 0.35.
- La segunda, es su poder de discriminación mediante el porcentaje de distribución y el modelo, según las ideas de Lei Bao (2001):

$$PD = \text{No. De respuestas} / \text{No. De Población}$$

Donde, se utilizaron las siguientes categorías:

- Un modelo: La mayor parte de las respuestas se concentran en una opción.
- Dos modelos: La mayor parte de las respuestas se concentran en dos opciones.

- Ningún modelo: Las respuestas están eventualmente distribuidas en tres o más respuestas.

#### **4.7 Análisis de la ganancia Conceptual**

La interpretación de los resultados de evaluación se facilita con el cálculo de la ganancia conceptual, también es conocida como ganancia relativa de aprendizaje conceptual o factor de Hake (Hake, 1998). Aplicando la siguiente fórmula.

La ganancia está definida por:

$$g = \frac{Sf - Si}{100 - Si}$$

Donde:

*g*: Ganancia conceptual

*Si*: Puntaje porcentual del pre-test

*Sf*: Puntaje porcentual del post-test

Para su interpretación se tomó la categorización de los resultados en las llamadas zonas de ganancia (apartado 2.5) (Hake, 1998).

#### **4.8 Análisis del aprendizaje significativo**

Para realizar el análisis del aprendizaje significativo se consideraron el concepto según Moreira (2000), en donde se menciona que el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En ese proceso el conocimiento adquiere significado para el aprendiz y el conocimiento previo queda más rico, más diferenciado y más elaborado en relación con los significados ya presentes y sobre todo más estables. Con base en esto, se presentó el análisis cualitativo de la ganancia conceptual en términos de aprendizaje significativo, comparando los conocimientos previos (pre-test) y el nuevo conocimiento (post-test).

## CAPÍTULO V

### Resultados y análisis de resultados

#### 5.1 Características de la muestra del estudio exploratorio

A continuación se muestran los resultados obtenidos durante el estudio exploratorio de los materiales, aplicados a los alumnos del grupo de “último esfuerzo” de Química 2, del Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco de la UNAM, se probó en este grupo, debido a que el 100% de los alumnos cursaron y reprobaron la asignatura con anterioridad.

El estudio exploratorio, se realizó con una muestra de 17 alumnos del nivel medio superior, el cual estuvo conformado de 7 hombres y 10 mujeres. Sin embargo, la muestra final es de 15 alumnos, en virtud de que 2 alumnos (género: hombre), no respondieron el test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral. La distribución se muestra en la figura 17.

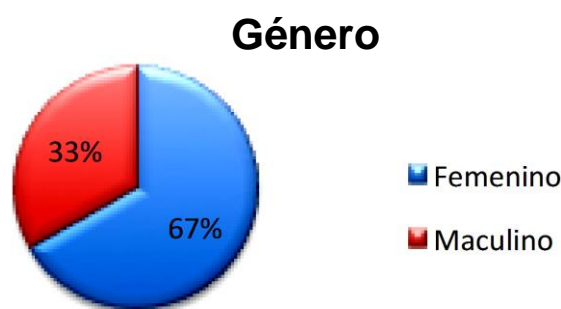


Figura 17: Distribución de género del estudio exploratorio

#### 5.2 Resultados del estudio exploratorio

Por medio del test de estilos de aprendizaje propuesto por McCarthy, se determinó la distribución de los estilos en el grupo (Figura 18); donde predomina el estilo 2 (analítico) y con menor presencia el estilo 1 (imaginativo). Así mismo, también se determinó la hemisfericidad cerebral del grupo (Figura 19).

Se aplicó la planeación didáctica previamente establecida con las recomendaciones del sistema 4MAT, dando énfasis a los estilos predominantes (figura 18) y la hemisfericidad cerebral (figura 19).

## Estilos de aprendizaje

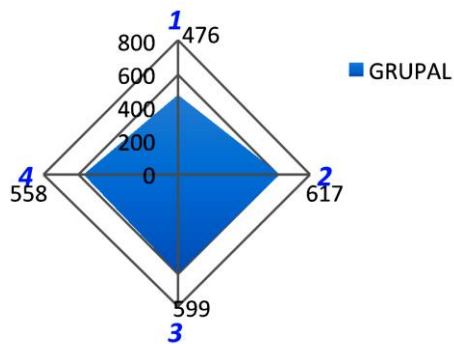


Figura 18: Estilos de aprendizaje del grupo del estudio exploratorio

## Hemisfericidad

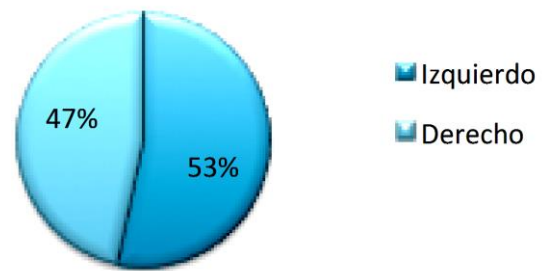


Figura 19: Hemisfericidad cerebral del grupo del estudio exploratorio

Con la finalidad, de medir la efectividad de los test (pre y post-test), se realizó el cálculo del índice de dificultad (tabla 5), y el porcentaje de distribución (figuras 20 y 21), en el cual todas las preguntas se encuentran en el modelo 1, según las recomendaciones de Boa (2001), se tomando en cuenta los puntos por pregunta, puesto que son ítems abiertos.

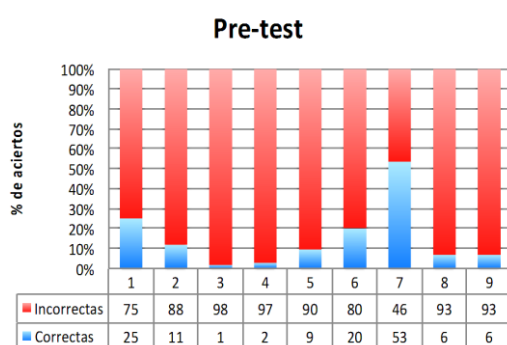


Figura 20: Distribución de Pre-test del estudio exploratorio

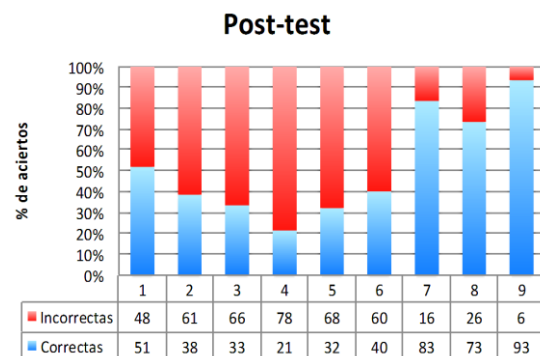


Figura 21: Distribución de Pos-test del estudio exploratorio

Por otra parte, se determinó la ganancia conceptual promedio del grupo, en términos de índice de ganancia relativa, el cual es de 0.341 que corresponde a la zona de ganancia conceptual *Media* (Hake, 1998).

En la figura 22, se muestra la distribución de ganancia conceptual por alumno, el alumnos #7 obtuvo la menor ganancia conceptual con 0.105 y el alumno #14, obtuvo la mayor ganancia conceptual, con 0.571.



## Ganancia conceptual

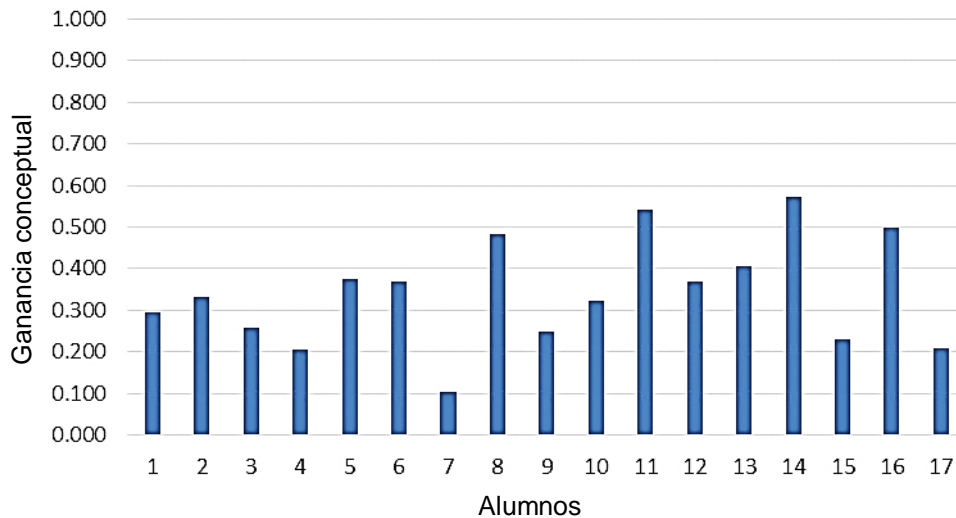


Figura 22: Ganancia conceptual en estudio exploratorio.

Para descartar que no se produce influencia por parte del docente que diseña y aplica, se propone hacer un análisis por hemisferio cerebral, para dicha ganancia conceptual. En este caso, no se produce dicha influencia, obteniendo una ganancia conceptual parecida para ambos hemisferios (tabla 6).

Tabla 5. Índice de Dificultad de los test del estudio exploratorio

Pregunta	Dificultad			
	Pre-test		Post-test	
1	0.25	Muy Dificil	0.52	Mod. Dificil
2	0.12	Muy Dificil	0.38	Mod. Dificil
3	0.02	Muy Dificil	0.33	Muy Dificil
4	0.03	Muy Dificil	0.21	Muy Dificil
5	0.09	Muy Dificil	0.32	Muy Dificil
6	0.20	Muy Dificil	0.40	Mod. Dificil
7	0.53	Mod. Dificil	0.83	Mod. Facil
8	0.07	Muy Dificil	0.73	Mod. Facil
9	0.07	Muy Dificil	0.93	Muy Facil

Tabla 6. Ganancia conceptual del estudio exploratorio

	Zona de Ganancia	
	Promedio	Media
<b>Izquierdo</b>	0.34985	Media
<b>Derecho</b>	0.33192	Media

Para finalizar el análisis de los test, se realizó un análisis cualitativo por pregunta y por alumno, en el cual en la mayoría de las preguntas existe un aprendizaje significativo, a continuación se muestra un ejemplo sobre la pregunta 1, del test.

### ¿Qué son los carbohidratos?

Las concepciones alternativas que tienen los alumnos, son debidos a la materia de biología, que cursaron previamente, como se puede observar a continuación:

Pretest	Post-test
<i>“Son hidratos y carbonos”</i>	<i>“Son biomoléculas formadas por Carbono, Hidrogeno y Oxígeno”</i>
<i>“Son un tipo de nutriente que aporta energía”</i>	<i>“Son moléculas portadoras de energía, biomolécula compuestas por C, H y O”</i>
<i>“Son Carbonos con Hidrógenos”</i>	<i>“Se forman a partir de C,H y O, los monosacáridos se unen por un enlace glucosídico”</i>
<i>“Son las que nos dan energía”</i>	

Después de comparar con las respuestas del post-test, se observa claramente una ganancia conceptual en el área de química, algunos conjuntándola con sus concepciones alternativas.

En contraste, en la pregunta 4 del test, sobre las características del enlace glucosídico, se muestra el menor aprendizaje significativo (figura 20).

También se aplicó, una encuesta de opinión a los alumnos participantes, en el cual otorgaron una calificación 9.33 de un máximo de 10. Algunos de los comentarios más recurrentes son:

*“La clase me fue muy entretenida”*

*“La clase me agrado mucho, los temas se entendieron muy bien y me gustaron los ejercicios”*

*“Las clases me gustaron mucho, ya que siempre estuvimos realizando actividades diferentes, que nos ayudaron a relacionar los concepto con las cosas cotidianas”*

Posteriormente, al análisis del estudio exploratorio de los materiales, se concluyó que son adecuados y entendibles en redacción y conceptos para los alumnos de bachillerato, debido a la baja ganancia conceptual en la pregunta 4 del test, se decidió realizar cambios en el lenguaje del docente paso tres de la estrategia (apartado 3.4), para hacerlo más entendible y se mejoró la calidad de las imágenes que se mostraban para explicar el concepto de enlace peptídico,

durante la presentación en power point (paso 3 de la estrategia). Los demás materiales se utilizaron como se habían diseñado previamente.

### 5.3 Características del grupo experimental

El grupo experimental está conformado por la mitad del grupo 206 del CBT Jaime Keller Torres, de la carrera técnica de Diseño Gráfico. Se dividió de manera aleatoria, quedando un grupo de 18 alumnos, en un rango de edad de 16 a 18 años. La distribución de género en el grupo experimental es la siguiente: 11 femeninos y 7 masculinos (figura 23).

#### Género Experimental

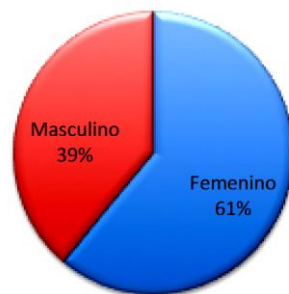


Figura 23: distribución de género del grupo experimental

### 5.4 Resultado y análisis del grupo experimental

También, se determinó la distribución de los estilos de aprendizaje del grupo experimental (figura 24), mediante test de estilos de aprendizaje (anexo 2), propuesto por McCarthy y modificado por Ramírez (2004); donde predomina el estilo 4 (dinámico) y con menor presencia el estilo 1 (analítico). Así mismo, también se determinó la hemisfericidad cerebral del grupo (figura 25), obteniendo 9 alumnos que aprenden haciendo (hemisferio izquierdo) y 9 alumnos que aprenden observando (hemisferio derecho).

Se aplicó la planeación didáctica diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT y las modificaciones realizadas después del estudio exploratorio de los materiales. Se dio énfasis a los estilos de aprendizaje predominantes (figura 24) y en este caso la hemisfericidad cerebral era uniforme, por lo cual la didáctica se presentó para ambos casos de manera uniforme.

## Estilos de aprendizaje

### Experimental

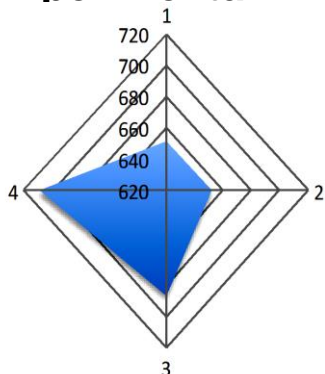


Figura 24: Estilos de aprendizaje del grupo experimental

## Hemisfericidad

### Experimental

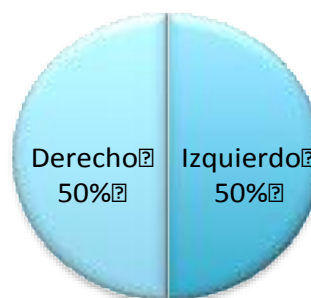


Figura 25: Hemisfericidad cerebral del grupo experimental

Se aplicó la planeación didáctica diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT y las modificaciones realizadas después del estudio exploratorio de los materiales. Se dio énfasis a los estilos de aprendizaje predominantes (figura 24) y en este caso la hemisfericidad cerebral era uniforme, por lo cual la didáctica se presentó para ambos casos de manera uniforme.

Para medir la efectividad de los test (pre y post-test), se realizó el cálculo del índice de dificultad (tabla 7), donde la percepción de los alumnos hacia el pretest fue muy difícil para todos los ítems, ya que carecían de conocimientos previos o tenían conceptos erróneos acerca del tema de biomoléculas.

Tabla 7: Índice de dificultad de los test en el grupo experimental

Pregunta	Dificultad			
	Pre-test		Post-test	
1	0.06	Muy Dificil	0.53	Mod. Dificil
2	0.07	Muy Dificil	0.56	Mod. Dificil
3	0.00	Muy Dificil	0.49	Mod. Dificil
4	0.01	Muy Dificil	0.49	Mod. Dificil
5	0.00	Muy Dificil	0.40	Mod. Dificil
6	0.09	Muy Dificil	0.54	Mod. Dificil
7	0.06	Muy Dificil	0.81	Mod. Fácil
8	0.03	Muy Dificil	0.72	Mod. Fácil
9	0.00	Muy Dificil	0.89	Muy Fácil

Así mismo, los ítems del test (pretest y post-test), se encuentran en el modelo 1, según las recomendaciones de Boa (2001), donde todos los ítems se dividen en

una sola respuesta, se toma en cuenta los puntos por pregunta, puesto que son ítems abiertos.

En el porcentaje de distribución del pretest (figuras 26), se puede observar claramente que la mayoría de los ítems tienen un porcentaje mayor en color rojo que representa a las respuestas incorrectas, el ítem 6 ¿Cuáles son las características del enlace covalente?, es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 9.26%, el ítem con menor porcentaje fue el número 3 ¿Qué son los lípidos?, con un 0% de respuestas correctas.

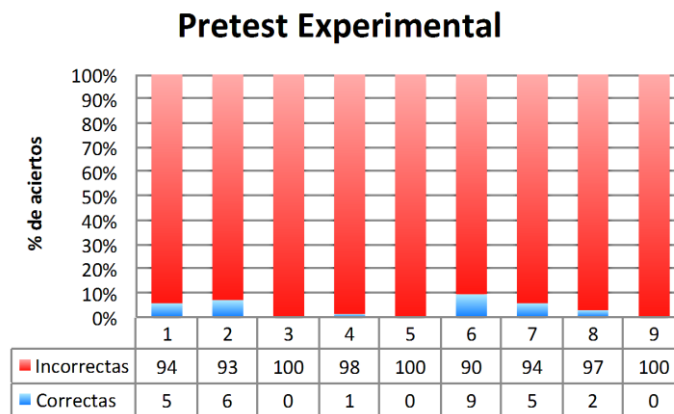


Figura 26: Distribución del pretest experimental

De la misma manera, se realizó el porcentaje de distribución del post-test (figura 27), donde se observa un notable cambio en el porcentaje de respuestas correctas (color azul). El ítem 9 ¿Cuáles son los grupos funcionales presentes en los lípidos?, es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 88.89% y el ítem 5 ¿Cuáles con las características del enlace peptídico?, es el que obtuvo menor porcentaje de respuestas correctas con un 40%.

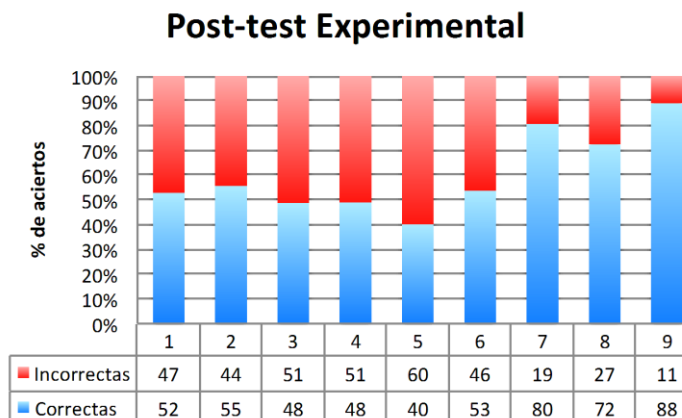


Figura 27: Distribución del post-test experimental

Por otra parte, se determinó la ganancia conceptual promedio del grupo experimental, en términos de índice de ganancia relativa, el cual es de 0.524 que corresponde a la zona de ganancia conceptual *Media* (Hake, 1998). En la figura 28, se muestra la distribución de ganancia conceptual por alumno del grupo experimental, en la cual, el alumnos #15 obtuvo la menor ganancia conceptual con 0.207 y el alumno #19, obtuvo la mayor ganancia conceptual, con 0.933.

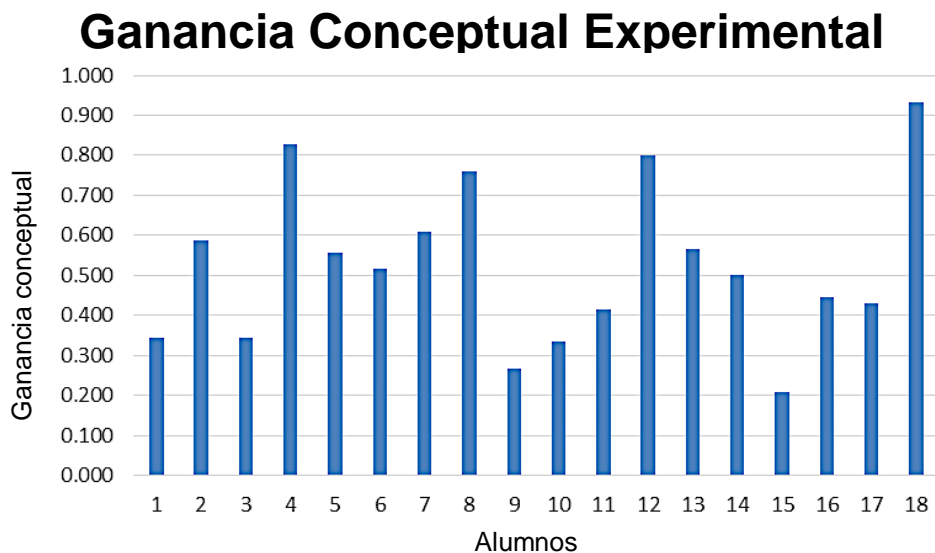


Figura 28: Ganancia conceptual del grupo experimental

Para descartar, que no se produce influencia por parte del profesor que diseña y aplica, se propone realizar un análisis por hemisferio cerebral para dicha ganancia conceptual. En este caso, no se produce dicha influencia, obteniendo una ganancia conceptual parecida para ambos hemisferios (tabla 8).

Tabla 8: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo experimental

	Promedio	Zona de ganancia
<b>Izquierdo</b>	0.5238	Media
<b>Derecho</b>	0.5246	Media

Para finalizar el análisis de los test, se realizó un análisis cualitativo para determinar si existe aprendizaje significativo, se realiza por pregunta y por alumno, a continuación se muestran las respuestas de cada ítem, de los alumnos 4, 12 y 18 como ejemplo.

### **Pregunta 1: ¿Qué son los carbohidratos?**

El cambio conceptual que se presenta en este ítem, es importante ya que los alumnos tenían conceptos muy escasos sobre los carbohidratos, teniendo respuestas en el pretest, tales como:

Alumno 4: *Son azucares*

Alumno 12: *Se encuentran en las frutas*

Alumno 18: *Sustancias que brindan energía al cuerpo*

La respuesta al mismo ítem, pero después de tomar la clase de biomoléculas con el sistema 4MAT, fue la siguiente:

Alumno 4: *Son compuestos de H,C y O y dan energía*

Alumno 12: *Son biomoléculas compuestas por H,C y O, su unidad fundamental son los monosacáridos y forman polímeros mediante enlaces glucosídicos*

Alumno 18: *Son biomoléculas que contienen C,H,O en su estructura los grupos funcionales hidroxilo y carboxilo son la parte reactiva*

Al comparar las respuestas de los test, observamos que los alumnos tienen una idea más clara de que los elementos químicos presentes en los carbohidratos, así como su importancia en el cuerpo humano al nombrarlas biomoléculas.

### **Pregunta 2: ¿Qué son las proteínas?**

En este ítem, los alumnos no presentaron conceptos muy claros, la mayoría de las respuestas estuvieron enfocadas a los suplementos para entrenamiento físico, algunas de las respuestas al pretest, son:

Alumno 4: *Son una clase de suplementos*

Alumno 12: *Sin respuesta*

Alumno 18: *Se encuentran en la carne y ayudan al funcionamiento del cuerpo*

Algunas respuestas del post-test son las siguientes:

Alumno 4: *Biomoléculas compuestas por C, H, O y N*

Alumno 12: *Biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos unidas por enlaces peptídicos*

Alumno 18: *Moléculas compuestas por CHON forman polímeros lineales, sus funciones son estructurales, hormonales, defensa, transporte y enzimática*

En este ítem, se presentó un importante cambio conceptual, ya que después de la estrategia con el sistema 4MAT, tienen conceptos más claros sobre la función de las proteínas en el cuerpo, sus elementos químicos y hasta su enlace representativo.

### **Pregunta 3: ¿Qué son los lípidos?**

Los alumnos presentaron conceptos previos deficientes en el pretest, algunas respuestas obtenidas son:

Alumno 4: *Son las grasas de los vegetales*

Alumno 12: Grasa

Alumno 18: *Son las grasas trans*

Es interesante la respuesta “*Son las grasas de los vegetales*” ya que es recurrente en al menos 7 alumnos. Sin embargo, después de la clase de biomoléculas con las recomendaciones del sistema 4MAT, las respuestas fueron las siguientes:

Alumno 4: *Biomoléculas con CHONS*

Alumno 12: *Biomoléculas formadas por CHON y S principalmente, solubles en disolventes orgánicos*

Alumno 18: *Biomoléculas constituidas por ácidos grasos + alcohol no solubles en agua, elementos C,H,O,N,S*

Al comparar los test, se observa que existe un cambio conceptual y una corrección sobre sus ideas previas, ya poseen conceptos claros sobre los elementos químicos presentes, los grupos funcionales presentes en los lípidos e identifican a las proteínas como biomoléculas.

### **Pregunta 4: ¿Cuáles son las características del enlace glucosídico?**

Para este ítem, ningún alumno tenía conocimientos previos, por lo cual no se registraron respuestas en el pretest.

Las respuestas obtenidas en el post-test, son las siguientes:

Alumno 4: *Monosacárido – oxígeno - monosacárido*

Alumno 12: *Se unen dos monosacáridos, liberando una molécula de agua*

En este ítem, algunos alumnos dibujaron el enlace (figura 29), en el cual se identifica de manera correcta el tipo de enlace.

Lo cual representa un avance significativo en el aprendizaje, ya que son capaces de reproducir e identificar el enlace glucosídico, después de la aplicación de la estrategia, en específico del paso 3 en el cual se representó visualmente los enlaces para abarcar a los alumnos con este estilo de aprendizaje.



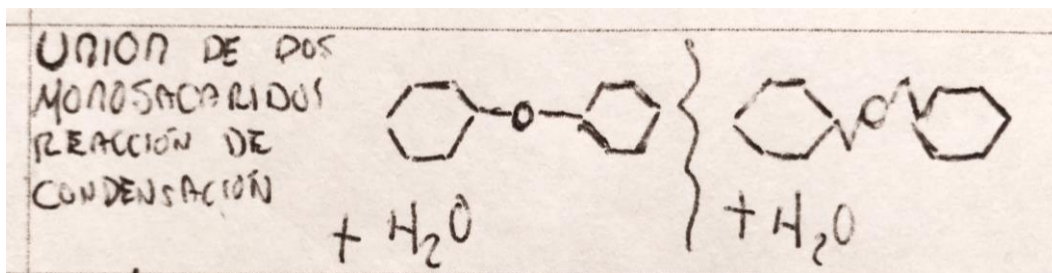


Figura 29: Enlace glucosídico dibujado por alumno 18

**Pregunta 5: ¿Cuáles son las características del enlace peptídico?**

Para este ítem, los alumnos no poseen conocimientos previos, por lo cual no se registraron respuestas en el pretest, para ningún alumno.

Las respuestas obtenidas en el post-test, son las siguientes:

Alumno 12: *Une a dos aminoácidos*

Alumno 18: *Unión de dos aminoácidos, reacciona los grupos funcionales amino y carboxilo, reacción de condensación, libera H<sub>2</sub>O*

En este ítem, algunos alumnos dibujaron la estructura química y señalaron el enlace peptídico (figura 30), lo cual representa un avance significativo en el aprendizaje de este subtema, debido a que se abarca mediante explicación con imágenes (paso 3 de la didáctica).

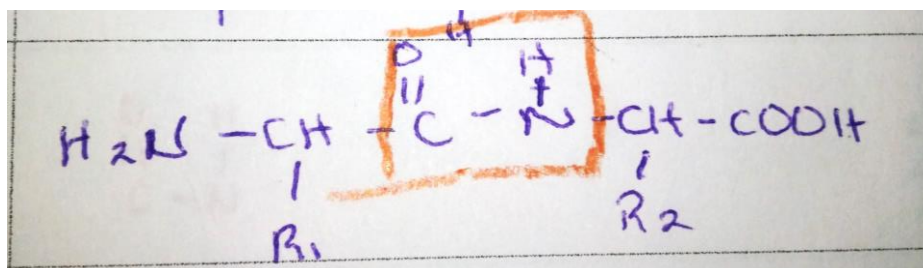


Figura 30: Enlace peptídico dibujado por alumno 4

En la comparación de los test, se aprecia el cambio conceptual obtenido de manera clara.

**Pregunta 6: ¿Cuáles son las características del enlace covalente?**

En este ítem, sólo el 9% de los alumnos lo respondieron, sus respuestas en el pretest son las siguientes:

Alumno 4: *Sin respuesta*

Alumno 12: *Comparten electrones*

Alumno 18: *Comparten dos electrones*

Las respuestas obtenidas en el post-test, son:

Alumno 4: *Comparten electrones de su capa de valencia, para ser estables*

Alumno 12: *Comparten electrones para ser estables*

Alumno 18: Cuando los átomos comparten pares de electrones para alcanzar la regla del octeto y ser estables

Para este ítem, se observa que reafirman el concepto previo y se tiene una idea más clara de para que, se comparten los electrones en este tipo de enlace.

**Pregunta 7: ¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los aminoácidos?**

En este ítem, pocos alumnos registraron respuestas, se muestran a continuación:

Alumno 4 y 12: *Aminas y amidas*

Alumno 18: *sin respuesta*

Un par de alumnos respondieron: *vitaminas*

Las respuestas obtenidas en el post-test, son las siguientes:

Alumno 4, 12 y 18: *Amino y carboxilo*

En la comparación de los test, observamos que existe un cambio conceptual, aumento en las respuestas correctas y la eliminación del concepto de que las vitaminas son un grupo funcional.

**Pregunta 8: ¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los monómeros?**

En este ítem, la mayoría de los alumnos carecen de conocimientos previos, por lo tanto, se registraron pocas respuestas en el pretest, sin embargo responden un compuesto formado por uno de los grupos funcionales presentes, la respuesta registra es las siguientes:

Alumno 4: *Alcoholes*

Alumno 12: *Sin respuesta*

Alumno 18: *Sin respuesta*

Las respuestas obtenidas en el post-test son:

Alumno 4: *Hidroxilo*

Alumno 12 y 18: *Hidroxilo y carbonilo*

Al comparar los test, se observa claramente y que existe un cambio conceptual, reafirmaron cuales son los grupos funcionales y cuáles son los compuestos formados por estos, y claramente señalan los grupos funcionales presentes en los monómeros.

### **Pregunta 9: ¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los ácidos grasos?**

Para este ítem, sólo un alumno de los 18, respondió en el pretest, su respuesta fue la siguiente:

Alumno 4: *Sin respuesta*

Alumno 8: *Aldehídos*

Alumno 12: *Sin respuesta*

Alumno 18: *Sin respuesta*

La repuesta registrada en el post-test, es la siguiente:

Alumno 4, 8, 12 y 18: *Carboxilo*

En la comparación con el pretest, la cantidad de respuestas aumento hasta el 88% con la respuesta correcta, presentando un cambio conceptual en los alumnos, después de tomar la clase de biomoléculas con el sistema 4MAT.

### **5.5 Encuesta de opinión grupo experimental**

Finalmente, se aplicó una encuesta de opinión (anexo 4), a los alumnos del grupo experimental, después de la aplicación de la didáctica diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT, en la cual el grupo otorgo una calificación 9.61 de un máximo de 10. Algunos de los comentarios más recurrentes fueron:

*“La clase me fue muy divertida, al implementar experimentos que puedo hacer en casa”*

*“Es más fácil de aprender y entender los temas con los ejemplo en las imágenes”*

*“Las clases me gustaron mucho, los experimentos”*

Y las actividades que más les gustaron fueron los experimentos, y el trabajo en equipos.

### **5.6 Características del grupo control (testigo 1), control positivo (testigo 2) y control negativo (testigo 3)**

El grupo control está conformado por la otra mitad del grupo 206 del CBT Jaime Keller Torres, de la carrera técnica de Diseño Gráfico. Se dividió de manera aleatoria, sin conocer sus estilos de aprendizaje, ni su desempeño escolar; quedando un grupo de 18 alumnos, en un rango de edad de 16 a 18 años. La distribución de género en el grupo control, es la siguiente: 11 femeninos y 7 masculinos (figura 31).

El grupo testigo 2 (testigo positivo), estuvo conformado por la mitad del grupo 207 del CBT Jaime Keller Torres, de la carrera técnica de Mercadotecnia. De la misma manera que el grupo experimental y el testigo 1, se dividió de manera aleatoria quedando un grupo de 18 alumnos, en un rango de edad de 16 a 18 años. La distribución de género del grupo testigo 2, es la siguiente: 7 femeninos y 11 masculinos (figura 31). A este grupo se le aplicó la estrategia didáctica con la estructura del sistema 4MAT, pero únicamente no se le realizó la aplicación del pretest, la demás secuencia se le aplicó igual que al grupo experimental, con la finalidad de determinar la influencia del pretest en el aprendizaje final.

El grupo testigo 3 (testigo negativo), estuvo conformado por la otra mitad del grupo 207 del CBT Jaime Keller Torres, de la carrera técnica de Mercadotecnia. Se dividió de manera aleatoria quedando un grupo de 18 alumnos, en un rango de edad de 16 a 18 años. La distribución de género del grupo testigo 2, es la siguiente: 8 femeninos y 10 masculinos (figura 31). Este grupo tomo el tema de biomoléculas con la clase magistral, únicamente al final se le aplico el post-test de la experimentación.

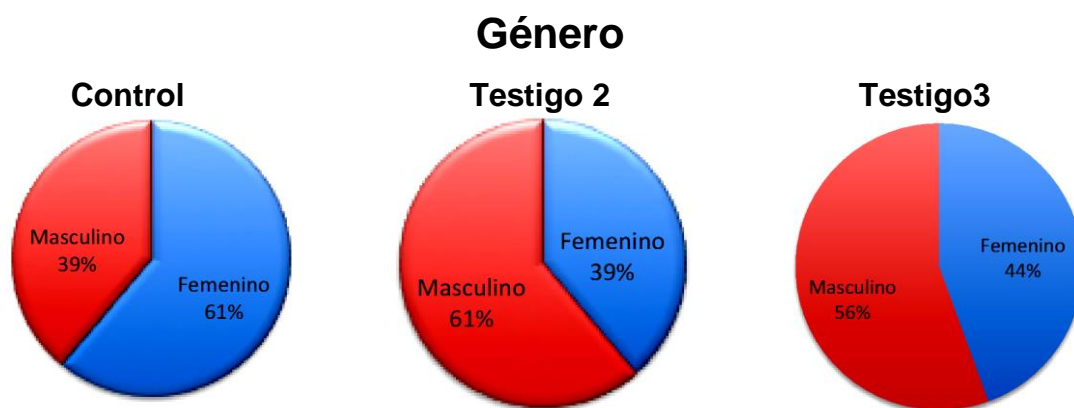


Figura 31: Distribución de género del grupo control, testigo 2 y testigo 3.

### **5.7 Resultados del grupo control (testigo 1), control positivo (testigo 2) y control negativo (testigo 3)**

De la misma manera, que al grupo experimental se les determinó la distribución de los estilos de aprendizaje a los grupos testigos (figura 32); obteniendo que en el grupo control, el estilo más predominante fue el estilo 2 (analítico) y con menor presencia el estilo 1 (imaginativo); en el grupo testigo 2 (testigo positivo), el estilo de mayor presencia fue estilo 4 (dinámico) y con menor presencia el estilo 1

(imaginativo) y en el testigo 3 (testigo negativo), el estilo predominante fue el 3 (sentido común) y el de menor presencia en este grupo es el 1 (analítico).

### Estilos de aprendizaje

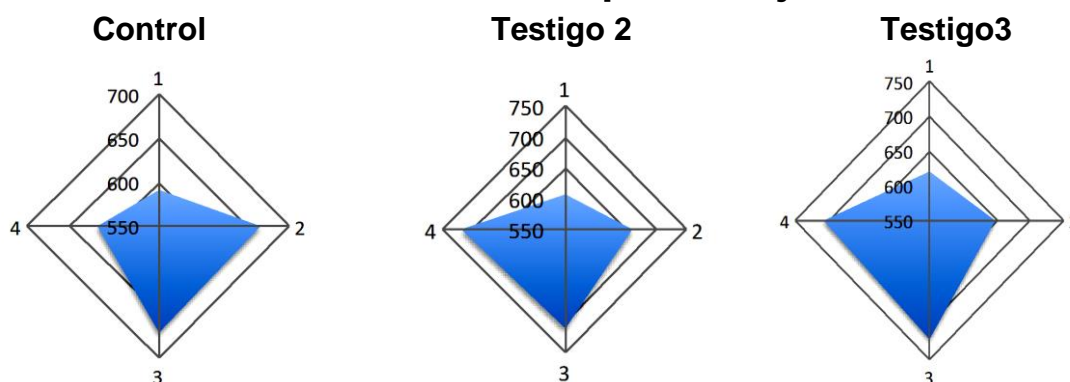


Figura 32: Estilos de aprendizaje grupo control, testigo 2 y testigo 3.

Así mismo, también se determinó la hemisfericidad cerebral de los grupos testigo (figura 33), obteniendo que en el grupo control 5 alumnos que aprenden haciendo (hemisferio izquierdo) y 13 alumnos que aprenden observando (hemisferio derecho). Para el grupo testigo 2 (positivo) se encontraron 10 alumnos que aprenden haciendo (hemisferio izquierdo) y 8 alumnos que aprenden observando (hemisferio derecho) y el grupo testigo 3 (negativo) estuvo conformado por 14 alumnos que aprenden haciendo (izquierdo) y 4 alumnos que aprenden observando (derecho).

### Hemisfericidad



Figura 33: Hemisfericidad cerebral grupo control, testigo 2 y testigo 3.

Al grupo testigo 2 (testigo positivo), se aplicó la planeación didáctica diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT. Se dio énfasis a las actividades correspondientes a los estilos de aprendizaje predominantes (figura 32 testigo 2);

estilo 4 (dinámico) y estilo 3 (sentido común). De la misma forma, se tomó en cuenta la hemisfericidad cerebral, este caso la hemisfericidad cerebral era cuasi-uniforme (figura 33 testigo 2), por lo cual la didáctica se presentó sin preferencia por alguna actividad relacionada, con algún hemisferio.

Para medir la efectividad de los test (pre y post-test) del grupo control, se realizó el cálculo del índice de dificultad (tabla 9), donde la percepción de los alumnos hacia el pretest fue muy difícil para todos los ítems, ya que carecían de conocimientos previos o tenían conceptos erróneos acerca del tema.

Para el post-test, después de haber tomado el tema de biomoléculas mediante la clase magistral, la percepción de todos los ítems es la misma (tabla 9).

Tabla 9: Índice de dificultad de los test en el grupo control

Pregunta	Dificultad			
	Pre-test		Post-test	
1	0.11	Muy Dificil	0.32	Muy Dificil
2	0.00	Muy Dificil	0.28	Muy Dificil
3	0.01	Muy Dificil	0.22	Muy Dificil
4	0.00	Muy Dificil	0.08	Muy Dificil
5	0.00	Muy Dificil	0.07	Muy Dificil
6	0.06	Muy Dificil	0.13	Muy Dificil
7	0.03	Muy Dificil	0.17	Muy Dificil
8	0.00	Muy Dificil	0.14	Muy Dificil
9	0.00	Muy Dificil	0.11	Muy Dificil

Al grupo testigo 2 y testigo 3, únicamente se les aplico el post-test, obteniendo que para los alumnos del grupo testigo 2, percibieron los ítems 2, 3 y 5 como muy difíciles, el 1,4 y 6 moderadamente difíciles, el 7 y el 8 moderadamente fáciles y el ítem 9 como muy fácil. Por la parte, del grupo testigo 3, el índice de dificultad de todos los ítems del post-test fue muy difícil.

Tabla 10: Índice de dificultad de los post-test de los grupos testigo 2 y 3.

Pregunta	Dificultad Testigo 2		Dificultad Testigo 3	
	Post-test		Post-test	
1	0.36	Mod. Dificil	0.32	Muy Dificil
2	0.32	Muy Dificil	0.28	Muy Dificil
3	0.26	Muy Dificil	0.22	Muy Dificil
4	0.40	Mod. Dificil	0.08	Muy Dificil
5	0.34	Muy Dificil	0.07	Muy Dificil
6	0.57	Mod. Dificil	0.13	Muy Dificil
7	0.69	Mod. Fácil	0.17	Muy Dificil
8	0.61	Mod. Fácil	0.14	Muy Dificil
9	0.83	Muy Fácil	0.11	Muy Dificil

De la misma forma que al grupo experimental, se le determino el porcentaje de distribución del pretest del grupo control y los post-test del grupo control, testigo 2 y testigo 1. En los tres grupos, los ítems del test (pretest y post-test), se encuentran en el modelo 1, donde todos los ítem se dividen en una sola respuesta, según las recomendaciones de Boa (2001), se tomaron en cuenta los puntos por pregunta, puesto que son ítems abiertos.

En el porcentaje de distribución del pretest del grupo control (figuras 34), se puede observar claramente que la mayoría de los ítems tienen un porcentaje mayor en color rojo que representa a las respuestas incorrectas, el ítem 1 ¿Qué son los carbohidratos? es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 11.11%, los ítem 2, 4, 5, 8 y 9 no tuvieron respuestas correctas.

Así mismo, se realizó el porcentaje de distribución del post-test del grupo control (figura 35), donde el ítem 1 ¿Qué son los carbohidratos?, es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 31.94% y el ítem 5 ¿Cuáles con las características del enlace peptídico?, es el que obtuvo menor porcentaje de respuestas correctas con un 6.67%

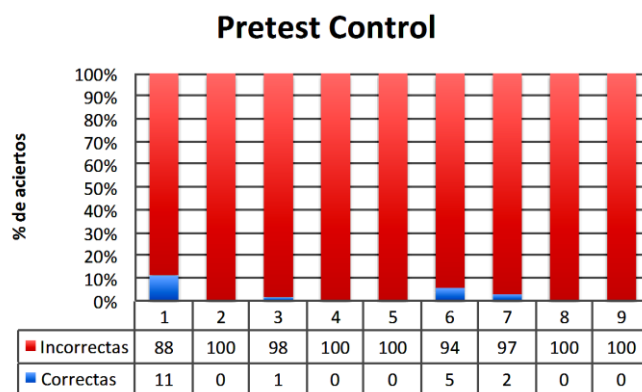


Figura 34: Distribución del pretest del grupo control

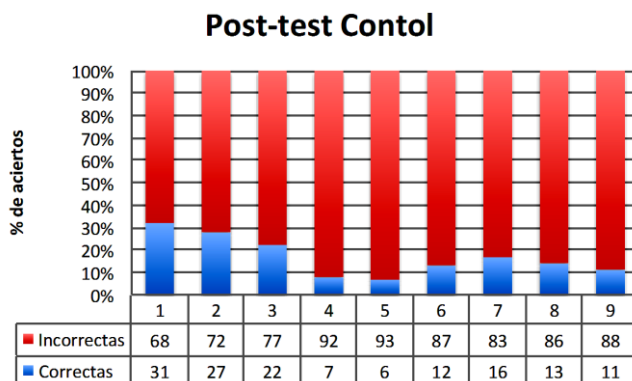


Figura 35: Distribución del post-test del grupo control

También, se determinó el porcentaje de distribución del post-test de los grupos testigo 2 y testigo 3.

En la distribución del post-test del grupo testigo 2 (figura 36), se observa un notable cambio en el porcentaje de respuestas correctas (color azul). El ítem 9 ¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los ácidos grasos?, es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 83.33% y el ítem 3 ¿Qué son los lípidos?, es el que obtuvo menor porcentaje de respuestas correctas con un 26.39%.

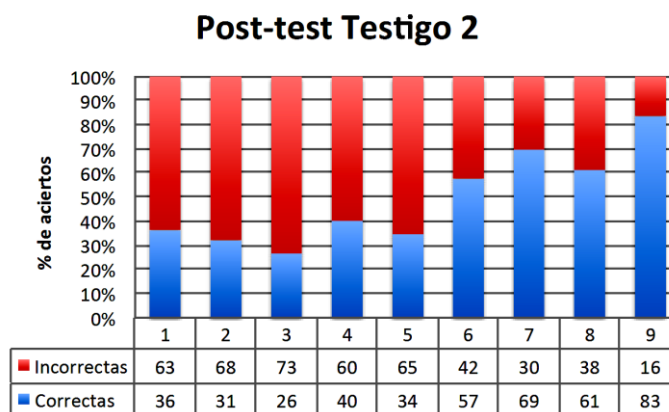


Figura 36: Distribución del post-test del grupo testigo 2.

Por su parte, la distribución del post-test del grupo testigo 3 (figura 37), se puede observar claramente que la mayoría de los ítems tienen un porcentaje mayor en color rojo que representa a las respuestas incorrectas. El ítem 2 ¿Qué son las proteínas?, es el que obtuvo mayor porcentaje de respuestas correctas con un 25% y el ítem 5 ¿Cuáles con las características del enlace peptídico?, es el que obtuvo menor porcentaje de respuestas correctas con un 3.33%.

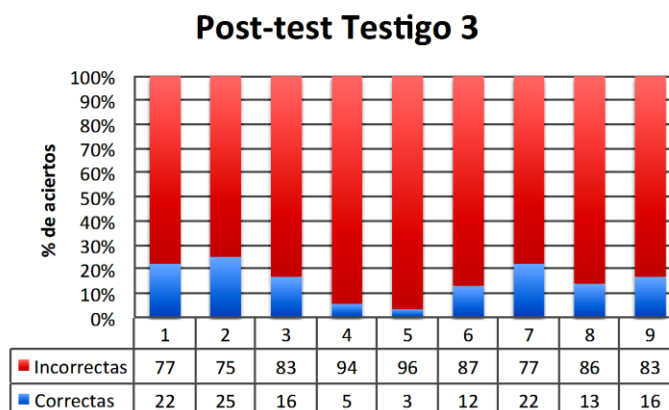


Figura 37: Distribución del post-test del grupo testigo 3.



Por otra parte, se determinó la ganancia conceptual promedio del grupo control, en términos de índice de ganancia relativa, el cual es de 0.148 que corresponde a la zona de ganancia conceptual *Baja* (Hake, 1998). En la figura 38, se muestra la distribución de ganancia conceptual por alumno del grupo control, en la cual, el alumno #2 obtuvo la menor ganancia conceptual con 0.0 y el alumno #13, obtuvo la mayor ganancia conceptual, con 0.467.

## Ganancia Conceptual Experimental

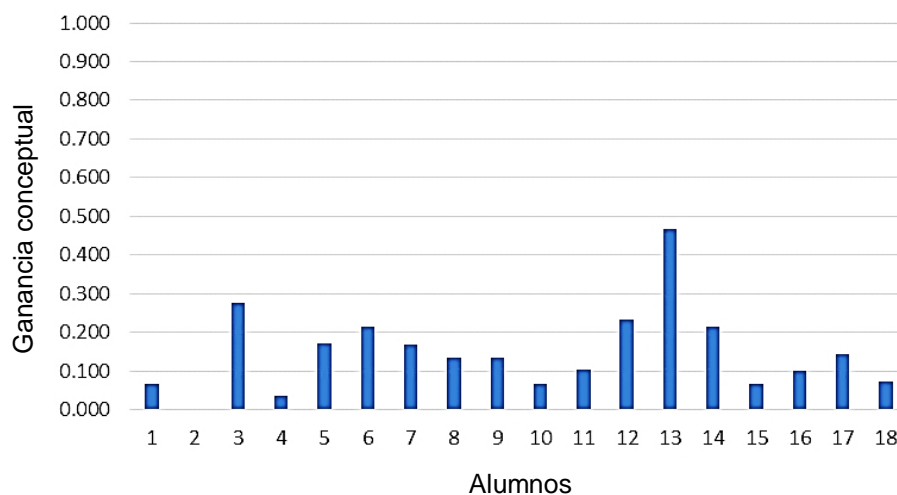


Figura 38: Ganancia conceptual del grupo control

Para descartar, que no se produjo influencia por parte de la hemisfericidad cerebral del profesor que diseña y aplica, se propone realizar un análisis por hemisferio cerebral para dicha ganancia conceptual. En este caso, no se produce dicha influencia, obteniendo una ganancia conceptual parecida para ambos hemisferios (tabla 11).

Tabla 11: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo control

	Promedio	Zona de ganancia
<b>Izquierdo</b>	0.1506	Baja
<b>Derecho</b>	0.1469	Baja

### 5.8 Análisis de resultados y estadísticos

Comparando la ganancia conceptual del grupo experimental y el grupo control (tabla 12), según la escala propuesta por Hake (1998), se observa que utilizando la clase magistral para el tema de biomoléculas de la asignatura de química se

obtuvo una ganancia conceptual baja, mientras que utilizando la estrategia basada en el sistema 4MAT, se obtiene una ganancia conceptual media, realizando el cálculo porcentual, la ganancia conceptual aumento un 37.6%, lo cual es algo parecido a lo obtenido por Gutiérrez y colaboradores, que aplicaron el sistema 4MAT, para el tema de cambio químico en estudiantes de media superior en Bogotá y obtuvieron un aumento en la ganancia conceptual del 34.0%, (Gutiérrez y Santos, 2012). Podemos estimar con esta evidencia que al utilizar el sistema 4MAT como estrategia de aprendizaje se aumenta entre 30 y 40% de la ganancia conceptual en comparación de la clase magistral.

Tabla 12: Ganancia conceptual por hemisferios del grupo experimental y control

	Promedio Experimental	Zona de ganancia	Promedio control	Zona de ganancia
<b>Izquierdo</b>	0.5238	Media	0.1506	Baja
<b>Derecho</b>	0.5246	Media	0.1469	Baja

Para determinar si existe una diferencia significativa entre los alumnos que tomaron la clases diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT y la clase magistral, se realizó un análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza del 95%, con prueba de turkey entre los resultados del post-test del grupo experimental (E) y el testigo 1 (T1), en el cual se encontró que estadísticamente, si existe diferencia significativa entre los alumnos que tomaron la clase con 4MAT (E), y el grupo que tomo la clase magistral (T1), como se muestra en la figura 39. Esto nos da evidencia de la eficiencia del método y la estrategia elaborada para el concepto de Biomoléculas.

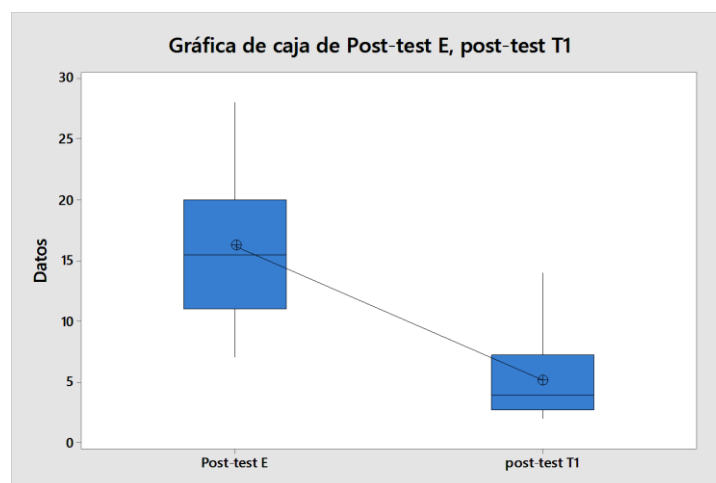


Figura 39: Gráfica de cajas post-test experimental Vs post-test control

Por otra parte, con el mismo tratamiento, se compararon los pretest y post-test del grupo experimental (E) y el testigo 1 (t1) con la finalidad de saber si hay diferencias significativas entre los aprendizajes previos y finales. En la figura 40, se observa que no existe diferencias significativas entre los pre-test de E y T1, con lo cual se garantiza la aleatoriedad y la validez interna de la experimentación. También se observa, que si existe diferencia significativa entre los pre-test de E y T1 con el post-test de los mismos, debido a que con la clase magistral del tema de biomoléculas los alumnos si obtuvieron una ganancia conceptual, sin embargo es menor a la obtenida con la estrategia utilizando 4MAT.

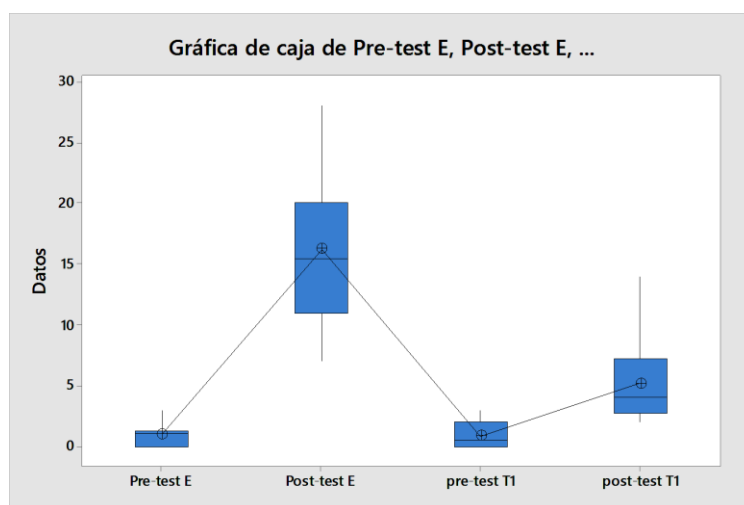


Figura 40: Gráfica de cajas pretest y post-test de grupo experimental Vs control

Así mismo, se compararon los resultados del post-test entre el grupo control positivo (t2) y el grupo control negativo (t3), en los cuales entre ellos tienen diferencias significativa, esto debido a la aplicación de la estrategia diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT, con esto se comprueba que la aplicación de los pre-test, no influye como factor externo, dependiente del sistema 4MAT en la experimentación. Por otro lado, se compararon con los resultados de los post-test del testigo 1 (t1) con el testigo 3 (t3), como se muestra en la figura 41, los cuales no presentan diferencia significativa, comprobando que la prueba previa no influye como factor externo, independientemente de la aplicación del sistema 4MAT.

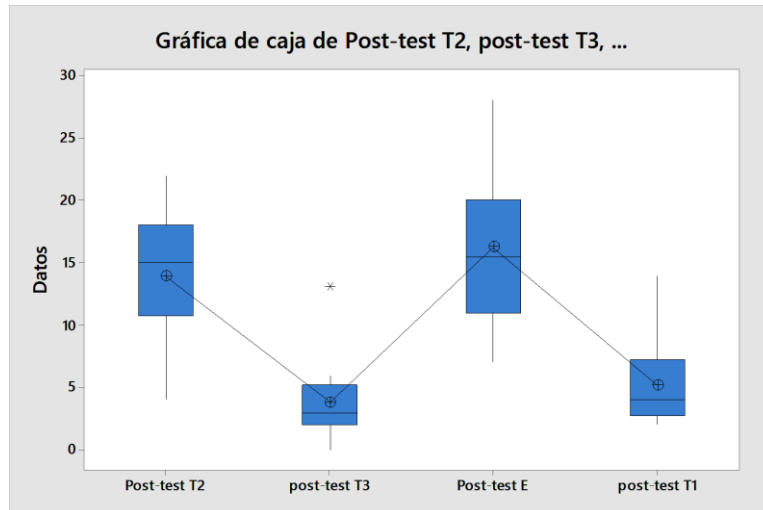


Figura 41: Gráfica de cajas post-test de todos los grupos

En la figura 42, se muestra el análisis de varianza realizado entre el grupo experimental (E) y el grupo control positivo (t2), en el cual se encontró que no existe diferencia significativa, esto es evidencia que la aplicación del pretest no afecto en los grupos con la aplicación de 4MAT, además de esta manera se garantiza la veracidad del experimento.

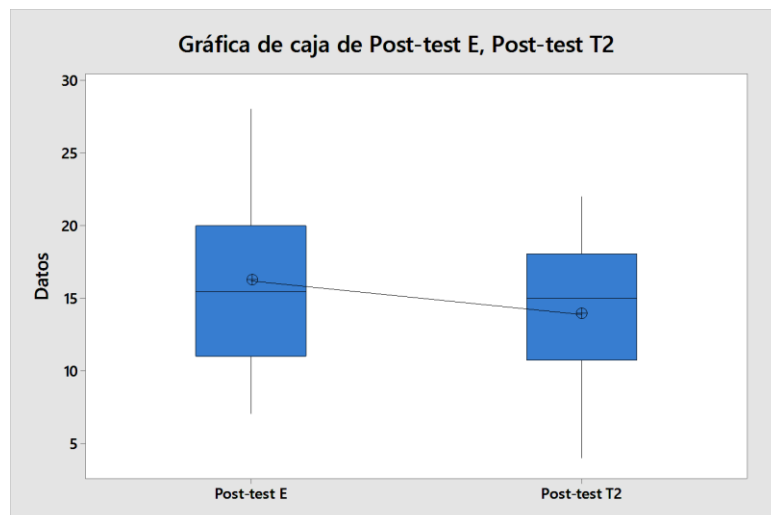


Figura 42: Gráfica de cajas post-test experimental Vs post-test testigo positivo (t2)

Para finalizar, se comparó el pretest del testigo 1 (t1) y el post-test del testigo negativo (t3), como se observa en la figura 43, si se presenta una diferencia significativa, esto se debe a que el grupo control negativo, realizo el post-test, después de haber tomado una clase magistral del biomoléculas, por lo tanto adquirió conocimientos previos. Sin embargo en el análisis entre el grupo con

clase magistral y el grupo al que se le aplicó el sistema 4MAT, existe un 37.6% de diferencia, en cuanto a la ganancia conceptual del grupo.

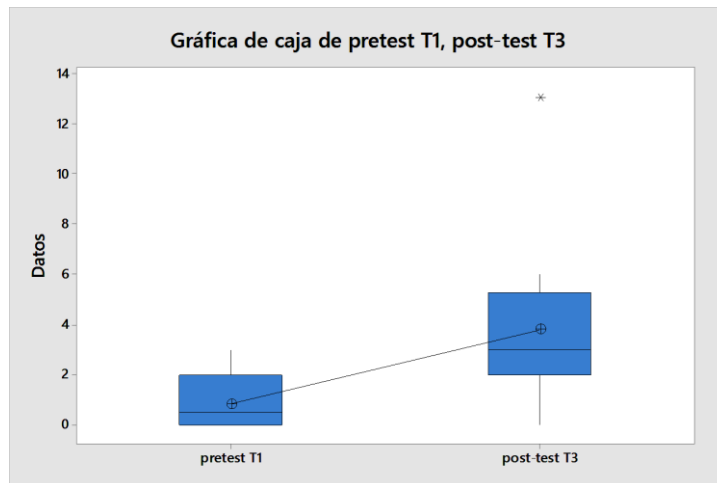


Figura 43: Gráfica de cajas pretest control vs post-test testigo negativo (t3)

### 5.9 Encuesta de opinión grupo testigo positivo

Finalmente, se aplicó una encuesta de opinión (anexo 4), a los alumnos del grupo control positivo (t3) al finalizar la clase diseñada con las recomendaciones del sistema 4MAT, en la cual otorgaron una calificación 9.46 de un máximo de 10. Algunos de los comentarios más recurrentes son:

*“La clase me fue muy entretenida, las dinámicas muy originales”*

*“Me gusto no solo ver, entender y escribir”*

*“Me gustaron mucho los experimentos”*

Las actividades que más les gustaron fueron, la presentación de manera visual, el trabajo en equipo y la experimentación, que realizaron con materiales que encontraron en su casa.

## **CAPÍTULO VI**

### **Conclusiones y recomendaciones**

#### **6.1 Conclusiones**

A lo largo de esta investigación se desarrolló una estrategia didáctica, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje y la hemisfericidad cerebral, bajo las recomendaciones de McCarthy, el objetivo fue “Evaluar la eficiencia en el aprendizaje de los estudiantes, al aplicar el sistema 4MAT en la enseñanza del concepto de Biomoléculas del programa de Química del nivel Medio Superior”, para poder aportar una alternativa, en donde todos los estudiantes se sientan cómodos y se favorezca el aprendizaje significativo. Al finalizar el trabajo se concluye que se cumplió con el objetivo, ya que se diseñó bajo las recomendaciones del sistema, se realizó un estudio exploratorio de los materiales, sin tener algún conflicto en ellos, se aplicó considerando siempre los tiempos de cada actividad y finalmente se evaluó obteniendo una respuesta favorable en la aplicación de esta estrategia basada en el sistema 4MAT. Además de ser una virtud del sistema 4MAT, que no se privilegia ningún estilo de aprendizaje en particular, ya que las actividades están perfectamente distribuidas para que todos los alumnos tengan la posibilidad de adquirir el mismo conocimiento.

De acuerdo con el objetivo planteado se generaron preguntas de investigación las cuales se contestan de acuerdo a la implementación y al análisis realizado, en relación a la primera pregunta se manifiesta lo siguiente:

El sistema 4MAT es compatible para la enseñanza de las ciencias químicas, según los resultados obtenidos en este trabajo, las actividades son muy variadas y eso da la posibilidad de generar nuevas estrategias con diversas modificaciones que apoyen a los estudiantes a generar mayor confianza y comodidad lo que les permita estar abiertos al aprendizaje. Las actividades variadas les gustaron mucho a los estudiantes, ya que tienen la concepción de que la química teórica es aburrida y la práctica es peligrosa, con la estrategia didáctica planteada en esta investigación; se combate estas percepciones, lo que hace la clase más atractiva para los alumnos.

La segunda pregunta de investigación trata sobre la viabilidad, lo cual se concluye a continuación:

El sistema 4MAT es viable para la enseñanza de la Química, en nivel medio superior, en tiempo, siempre y cuando se busquen alternativas para cubrir el

tiempo que pudiera faltar de las clases, ya que se requieren de al menos 4 horas por aplicación del sistema, para poder cubrir los 8 momentos pedagógicos propuestos por el sistema. En el caso de esta estrategia se alternaron con elementos en plataformas electrónicas y actividades de búsqueda en línea, lo que permitió tener holgura en las actividades planeadas para realizarse en el salón.

En cuanto al alcance de objetivos del programa, no tiene ningún inconveniente, ya que en esta investigación se cubrieron de forma favorable.

En cuestión de los conocimientos y las competencias, es bastante favorable, podemos observarlo en el análisis de los test de esta investigación donde, después de haber tomado la clase, su nivel de respuestas correctas aumenta de manera considerable y debido a que se trata de abarcar a todos los estudiantes con las actividades dirigidas a cada estilo de aprendizaje (práctica) y aplicarla a su vida cotidiana, promoviendo las competencias requeridas en el área de química, sin embargo, estas no se evalúan en la investigación.

En general el sistema 4 MAT es viable, ya que al cubrir los 4 estilos de aprendizaje y las comodidades cerebrales, hace que los alumnos se encuentren motivados, al encontrarse cómodos en la realización de las actividades, participando activamente y tengan disposición de aprender, factor principal que menciona Moreira (2000) en su artículo de aprendizaje significativo.

La última pregunta de investigación cuestiona si es eficiente en comparación con la clase magistral de la enseñanza de la química a nivel medio superior.

El análisis de resultados muestra que si es eficiente ya que el promedio general de ganancia conceptual en términos de índice de ganancia relativa del aprendizaje conceptual es de 0.524, lo cual se interpreta como una ganancia media. En porcentaje la clase magistral obtuvo 14.8%, mientras que la clase de biomolecular con las recomendaciones del sistema 4MAT obtuvo un 52.4%, lo que se refleja en un 37.6% en comparación de la clase magistral.

Respecto a la hipótesis planteada, se corrobora que es verdadera, ya que el sistema 4MAT resulto viable y eficiente en la enseñanza de la química, en nivel medio superior en tiempo y adquisición de conocimientos, además de promover las competencias en los estudiantes.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda a futuras investigaciones, se diversifiquen las TIC's, implementadas en este trabajo, para complementar y reducir los tiempos en la aplicación del sistema.

Asegurarse de contar cuando menos con 4 horas para su aplicación y analizar con anticipación los test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral, para lograr una eficiente aplicación y obtener los resultados esperados.

Se requiere un esfuerzo extra del docente, ya que es necesario invertir más tiempo en la preparación de los materiales, para abordar el paso 3 y paso 4 de la estrategia didáctica presentada, ya que es indispensable que la explicación se acompañe de mayor cantidad de imágenes posible, para cubrir el estilo 2 de aprendizaje, según McCarthy.

Para facilitar la aplicación y no perder tiempo valioso, es importante considerar que se requiere un medio audiovisual.

## **6.3 Prospectivas del trabajo**

Partiendo de los resultados y conclusiones expuestos en apartados anteriores, se sugieren algunas prospectivas de investigación para futuras investigaciones:

- Sería interesante evaluar las competencias que adquieren los alumnos, después de la aplicación de la clase de biomoléculas, con el sistema 4MAT.
- Por otra parte, también se podría analizar la estrategia con base a la evaluación de la motivación de los estudiantes, comparando la clase tradicional y la utilizada con el sistema 4MAT.
- También, se puede estudiar, si los estilos de aprendizajes de los profesores, influyen en la aplicación del sistema 4MAT.
- Otra línea de investigación sería, adaptar la propuesta de este trabajo, bajo diversos temas de las ciencias químicas, ya que se demostró que es factible su utilización en esta área, siempre y cuando se consideren las recomendaciones del sistema 4MAT.



## REFERENCIAS

- Aiken, L. R. (2003). Tests psicológicos y evaluación. 11<sup>va</sup> Edición. Prentice Hall, México.
- Alonso, T. J. (1997). Motivar para el aprendizaje. Edebé, España.
- Alonso, C., Gallegos, D. y Honey, P. (2002). Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. 6<sup>ta</sup> Edición. Ediciones Mensajero, España.
- Aragón, G. M. y Jimenez, G, Y. (2009). Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategia docente para evaluar la calidad educativa. Rev. De Invest. Educativa, (9) 1-21.
- Argüeso R., Díaz JL., Díaz JA. y Rodríguez A., Castro M., Diz-Lois F. (2011). Lípidos, colesterol y lipoproteínas. Galicia Clin. 72 (1), S7-S17
- Anastasio, A. y Urbina, S. (1998). Test psicológicos. Prentice Hall, México
- Ausbel, D.p., Novak, J.D & Hanesian, H. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2da ed. Trillas, México.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. 4<sup>ed</sup>, Pearson educación. México.
- Bao, L. & Redish, E. F. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student state, Am.J. Phys. 69, 45-53.
- Bartolomé, A., Alonso C. (1992) Principios comunes para la evaluación de los resultados cognitivos de la formación. Eurotecnec y Universidad de Barcelona, España.
- Baynes, JW. & Dominiczak, MH., (2011). Bioquímica médica. 3<sup>era</sup> edición. Elsevier, España.
- Beltrán, J. (1990) “Aprendizaje”, en Diccionario de Ciencias de la Educación. Paulinas. Madrid.
- Bloom, B. (1964). Stability and change in human characteristics. John Wiley & Sons. USA.
- Bowers, S. P. (1987) The Effect of the 4MAT System on Achievement and Attitudes in Science. Ph. D. Dissertation. University of North Carolina.
- Burga, A. (2005). Evaluación del rendimiento académico. Introducción a la teoría de respuesta al ítem. Recuperado el 7 de Junio de 2017, de <http://www2.minedu.gob.pe/umc/admin/images/publicaciones/artiumc/1.pdf>

- Burón, O. J. (1996). Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición. Ediciones Mensajero, Bilbao.
- Chávez, E. y Ramírez, M. (2010). Introducción del sistema 4mat de estilos de aprendizaje para la práctica innovadora en la enseñanza de ciencias, caso universidad autónoma del estado de Hidalgo, México. Estilos de aprendizaje. 6 (3), 1-18.
- Cheftel, J.C., Cuq, J.L. & Lorient, D. (1989). Proteínas alimentarias: Bioquímica-propiedades funcionales, valor nutricional-modificaciones químicas. Acribia, España.
- Doran, R. L. (1980). Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction. Washington. N.S.T.A.
- Dwyer, K. (1993). Join Meeting of the Southern States Communication Association. Lexington, USA. 14-18.
- Felder, R. M. & Silverman, L. K. (1988). Estilos de aprendizaje y de enseñanza de la educación de ingeniería Ing. Educación, 78 (7), 674-681.
- García, A. y Prieto, G. (1996). Construcción de ítems. Psicometría. Pirámide, España.
- Gastelú, M. A. (2002). Propuesta de un diseño instruccional innovador como respuesta al Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México (Tesis de maestría). ITESM, México, D.F.
- González, J. (1996). Estilos cognitivos y de aprendizaje. 2da. Ed. Santillana, Barcelona.
- Gutiérrez H., y Santos M. (2012) El Aprendizaje del Cambio Químico a partir de una Unidad Didáctica basada en el Modelo 4mat System de Estilos de Aprendizaje. Tesis Para obtener el título de Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Guild, P. & Garger, S. (1998): Marching to Different Drummers. ASCD-Association for Supervision and Curriculum Development. 2nd Edition. USA.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics course. American Journal of Physics. 66, 64-74.
- Harb, N. J., Durrant, S. O. & Terry, R. E. (1993). Use of the Kolb learning cycle and the 4mat system in engineering education. Journal Engineering Education. 82 (2), 70-77.

- Herrman, N. (1991). The creative brain. The Journal of Creative Behavior. 25 (4), 276-295.
- Honey, P. & Mumford, A. (1986). Using our learning styles. Reino Unido.
- Ingebo, G. (1997). Probability in the measure of achievement. Mesa, USA.
- Kolb, D. (1984) Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development. New Jersey. Prentice Hall.
- Larkin, H. T. (2003). Learning Styles in the Physics Classroom: A Research-informed Approach. Proceedings of the American Society for. Engineering Education Annual Conference & Exposition. American Society for Engineering Education. Nashville Tennessee.
- Macarulla, J. y Goñi, F. (1993). Biomoléculas: lecciones de bioquímica estructural. Reverte, España.
- McCarthy, B. (1987). The 4MAT System Teaching to Learning Styles with Right/Left Mode Techniques. EXCEL, USA.
- McCarthy, B. (2000). About Teaching 4Mat in the Classroom. About Learning, Inc. USA.
- McCarthy, B. & McCarthy, D. (2006). Teaching Around the 4MAT Cycle: Designing Instruction for diverse Learners Whit Diverse Learning Styles. Corwin Press, USA.
- Mckeen, J., (2009). Bioquímica, las bases moleculares de la vida. 4ed, Mc Graw Hill. México.
- Mensua, JI., Gil, C., Martínez, J., Berges T., Carrión, F. (1997). Biología C.O.U. Anaya. Madrid.
- Mollinedo, P. M. y Benavidez, C. G.(2014).Carbohidratos. Revista de actualización clínica. 41, 2133-2136.
- Mora, C., Sandoval, M. (2009). Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios. Lat. Am. J. Phys. Educ. (3) 3, 647-655.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. VISOR, Madrid.
- Moreira, M.A. (2005). Aprendizaje significativo Crítico. Boletín de Estudios e Investigación, 6, 83-102
- Pérez, G. (1978). Definición multidimensional del rendimiento escolar en relación con el nivel sociocultural. Revista Ciencias de la Educación 96. 591.

- Pérez-Luñu, A.; Ramón J. y Sánchez J. (2000). Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.
- Ramírez, D. M. (2004) Estilos de aprendizaje y desempeño académico. Innovación Educativa 4(19), 31-39.
- Ramírez, M., González, A. y Miranda, I. (2009). Detección y análisis de errores conceptuales en estudiantes de física de nivel universitario utilizando el sistema 4MAT. Lat. Am. J. Phys. Educ. 1(3), 93-101.
- Romo, M., López, D. Y López, I. (2006). ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la programación neurolingüística (PNL). Revista Iberoamericana de Educación, 38 (2), 1-9.
- Scott H. (1994) A Serious Look at the 4MAT Model. Information Analyses. West Virginia State College Institute, USA.
- Stryer L., Berg JM., Tymoczko JL. (2003). Bioquímica. 5<sup>ta</sup> edición, Reverte. España.
- Solomon, R. L. (1949). An extension of control group design. Psychological Bulletin, 46(2), 137-150.
- Thorndike, R. (1989). Psicometría aplicada. Limusa, México.
- Vilaplana, B. M. (2008). Hidratos de carbono simples y complejos. Offarn. (27) 2, 54-57
- Verlee, L. (1995). Aprender con todo el cerebro. Martínez Roca, España.
- Velazco, JM., Romero, T., Salamanca, C. y López, R. (2009). Biología 2 Bachillerato. Editex. España.
- Wade, L. (2012). Química Orgánica. Vol, 2. 7<sup>ma</sup> Edición. Pearson educación, México.
- Weininger, S.T. & Stermitz, F.R. (1988). Química Orgánica. Reverte, España.
- Zabalza, M.A. (1991). Fundamentos de didáctica y del conocimiento didáctico. En A Medina y M.L. Sevillano.: El currículo fundamentación, diseño, desarrollo y educación Universidad Nacional de Educación a distancia, España.

## ANEXO 1

### QUIMICA II SEGUNDA UNIDAD

#### ALIMENTOS, PROVEEDORES DE SUSTANCIAS ESENCIALES PARA LA VIDA

Aprendizajes	Estrategia sugerida	temática
<p>22. Incrementa sus habilidades en la búsqueda de información pertinente y en su análisis y síntesis.</p> <p>23. Aumenta sus capacidades de análisis y síntesis, y de comunicación oral y escrita al expresar fundamentando sus observaciones y opiniones.</p> <p>24. Indica qué elementos constituyen a las grasas, carbohidratos y proteínas. (N1)</p> <p>25. Identifica enlaces sencillos, dobles y triples en fórmulas de biomoléculas. (N3)</p> <p>26. Identifica los grupos funcionales presentes en fórmulas de grasas, carbohidratos, proteínas y vitaminas. (N2)</p> <p>27. Señala cuál es la fórmula general de las grasas, carbohidratos y proteínas. (N2)</p> <p>28. Reconoce en fórmulas de polisacáridos y polipéptidos los enlaces Glucosídicos y peptídicos, respectivamente. (N1)</p> <p>29. Incrementa su habilidad en el manejo de equipo y sustancias de laboratorio al experimentar.</p> <p>30. Reconoce la importancia del análisis químico para la identificación de sustancias.</p>	<p>¿Qué grupos funcionales están presentes en los nutrimentos orgánicos? 4 horas</p> <p>+ Investigación documental de la fórmula estructural de las siguientes sustancias y del tipo de nutrimento al que corresponden: trioleína, alanilglicina, glucosa, vitamina A (retinol), sacarosa, aspartame (dipéptido de ácido aspártico y fenilalanina), vitamina C (ácido ascórbico) y triestearina.</p> <p>Análisis en equipo de la investigación para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicar los elementos que constituyen a cada compuesto.</li> <li>- Enlaces presentes (sencillos, dobles o triples).</li> <li>- Señalar e identificar los grupos funcionales presentes.</li> <li>- Indicar a qué grupo de nutrimento pertenecen.</li> </ul> <p>Discusión grupal para generalizar respecto a qué parte de la estructura es común en los lípidos (grasas), en los carbohidratos y en las proteínas. Establecer la fórmula general de las grasas y de los carbohidratos. Clasificar a los carbohidratos en mono, di y polisacáridos; destacar que los polisacáridos son macromoléculas (polímeros) formadas por monosacáridos unidos por medio de enlaces glucosídicos, que las proteínas son macromoléculas (polímeros) formadas por la unión de aminoácidos a través de enlaces peptídicos, y que todas las vitaminas presentan estructuras diferentes. (A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28))</p> <p>+ Mostrar nuevamente las fórmulas que sirvieron para ejemplificar la complejidad de la estructura de los nutrimentos (en ¿Por qué es el carbono el elemento predominante en los alimentos) y solicitar a los alumnos que identifiquen en ellas la parte de la molécula que los caracteriza como lípidos, carbohidratos o proteínas. (A24, A26, A28)</p> <p>+ Identificación experimental de lípidos (grasas), carbohidratos y proteínas en diferentes alimentos y elaboración de un informe de la actividad. (A24, A29, A30)</p>	<p>ELEMENTO +Elementos presentes en los lípidos (grasas), carbohidratos y proteínas (N1)</p> <p>ENLACE + Enlace covalente Sencillo, doble y triple. (N3) + Enlace glucosídico (N1) + Enlace peptídico. (N1)</p> <p>ESTRUCTURA DE LA MATERIA + Grupos funcionales presentes en las grasas, carbohidratos y proteínas (N2) + Fórmula general de las grasas, carbohidratos</p>

## Anexo 2

### Test de estilos de aprendizaje y hemisfericidad cerebral

<b>Parte A</b>				<b>Parte B</b>	
<b>Instrucciones:</b> Las siguientes preguntas están diseñadas para detectar preferencias referentes a su modo de aprendizaje. Al aprender, ¿cuál opción lo describiría mejor? Usando 4, 3, 2 y 1, coloque 4 en la opción que mejor lo describe y 1 en la que lo describe lo menos. Entonces coloque 2 y 3 en las opciones restantes. Debe colocar los cuatro números. No repita o iguale opciones.				<b>Instrucciones:</b> Para cada elemento numerado, haga un círculo alrededor de la opción que mejor lo describe:	
<b>1. Soy excelente cuando:</b>				<b>1. Al aprender prefiero:</b>	
tomo decisiones realistas ___	llego a conclusiones precisas ___	descubro relaciones ocultas ___	entiendo los sentimientos de las personas ___	un ambiente silencioso ___	un ambiente activo ___
<b>2. Es más importante que un ambiente de aprendizaje:</b>				<b>2. Al aprender prefiero:</b>	
sea dinámico ___	te haga pensar ___	sea colaborativo ___	está orientado a la tarea ___	reflexionar antes de actuar ___	actuar y luego reflexionar ___
<b>3. Aprendo mejor al:</b>				<b>3. Tiendo a:</b>	
experimentar y modelar ___	Escuchar y compartir ___	Intuir y explorar ___	reflexionar y pensar ___	pensar mucho ___	hablar de mis ideas ___
<b>4. La gente me identifica como una persona:</b>				<b>4. Soy:</b>	
Productiva ___	Creativa ___	Sensible ___	Lógica ___	público ___	privado ___
<b>5. Una de mis fortalezas es:</b>				<b>5. Prefiero:</b>	
mi experiencia al planear ___	mi entusiasmo ___	mi practicidad ___	mi capacidad de escuchar ___	iniciar ___	evaluar ___
<b>6. Al aprender disfruto:</b>				<b>6. La gente me considera:</b>	
explorar posibilidades escondidas ___	organizar ideas ___	crear relaciones propias ___	producir resultados ___	orientado a la acción ___	reflexivo ___
<b>7. Mi esfuerzo por lograr:</b>				<b>7. Al resolver problemas:</b>	
Consenso ___	Precisión ___	Eficiencia ___	Aventura ___	pondero ___	experimento ___
<b>8. Generalmente soy:</b>				<b>8. Generalmente soy:</b>	
___ creativo	___ preciso	___ decisivo	___ intuitivo	___ reservado	___ enérgico
<b>9. Tiendo a ser:</b>				<b>9. La gente me considera:</b>	
muy impulsivo ___	muy sensible ___	muy ansioso por concluir ___	muy crítico ___	parlanchín ___	callado ___
<b>10. Generalmente soy:</b>				<b>10. Tiendo más a ser:</b>	
___ cooperativo	___ ordenado	___ directo	___ libre	___ extrovertido	___ introvertido
<b>11. Los ambientes de aprendizaje deben enfatizar:</b>				<b>11. Prefiero aprender tareas:</b>	
___ el sentido común	___ la claridad del razonamiento	___ el compromiso con valores personales	___ la adaptación al cambio	___ individuales	___ grupales
<b>12. Estoy más cómodo con gente que es:</b>					
___ sustentadora	___ innovadora	___ productiva	___ racional		
<b>13. Particularmente tengo fricciones con personas que son:</b>					
___ rígidas	___ desorganizadas	___ indecisas	___ agresivas		
<b>14. Generalmente</b>					
___ soy estudioso	___ estoy orientado a la gente	___ tengo los pies en la tierra	___ soy innovador		
<b>15. Preferiría</b>					
___ hacer del mundo un lugar más feliz	___ adquirir conocimientos	___ resolver problemas prácticos	___ crear nuevas maneras de hacer cosas		

PARTE A				PARTE B	
<b>Instrucciones:</b> asigne los valores de la tabla anterior a cada una de las figuras que se encuentran en los siguientes renglones.				Circule los números de igual manera como lo en la página anterior.	
1					1.
					-1      +1
2					2.
					-1      +1
3					3.
					-1      +1
4					4.
					+1      -1
5					5.
					+1      -1
6					6.
					+1      -1
7					7.
					-1      +1
8					8.
					-1      +1
9					9.
					+1      -1
10					10.
					+1      -1
11					11.
					-1      +1
12					Calificación de <b>haciendo</b> (números +1) = _____
13					Calificación de <b>observando</b> (números -1) = _____
14					Calificación <b>observando / haciendo</b> (Calcule la diferencia algebraica) =
15					<input type="text"/>

## ANEXO 3

### Actividad para clase 1

Nombre: \_\_\_\_\_

### Biomoléculas

Objetivos:

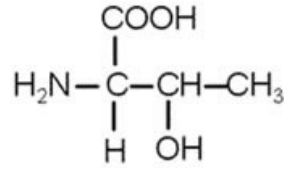
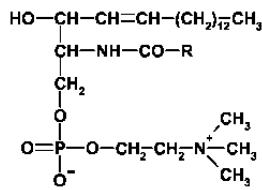
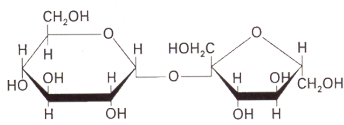
- Identificar los elementos presentes en los carbohidratos, lípidos y proteínas.
- Identificar los enlaces glucosídico, peptídico y covalente.
- Reconocer los grupos funcionales en cada grupo de nutrimentos.
- Comprenda la formula general de cada nutrimento.

Actividades:

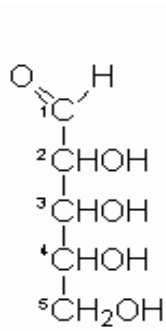
**1.- En el espacio siguiente anote lo más relevante del video de Biomoléculas.**



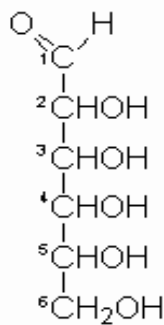
2- A continuación se muestran 3 estructuras químicas, tomando en cuenta los elementos presentes, indique en la línea de abajo, el grupo de nutrimento al que pertenecen (carbohidrato, lípido o proteína).



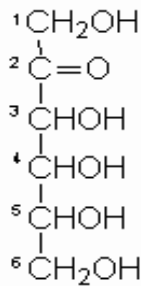
3.- Coloque el número correspondiente a "n" para cada uno, de los siguientes sacáridos. Considere que la fórmula general de los sacáridos es  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$



C\_(H<sub>2</sub>O)\_\_\_

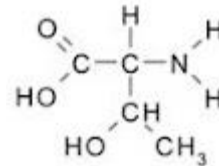
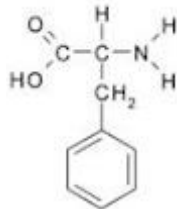
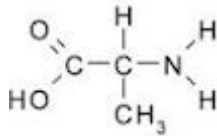


C\_(H<sub>2</sub>O)\_\_\_

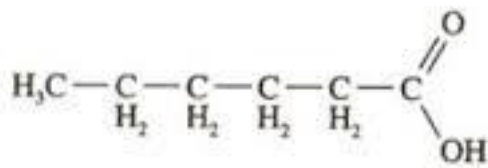


C\_(H<sub>2</sub>O)\_\_\_

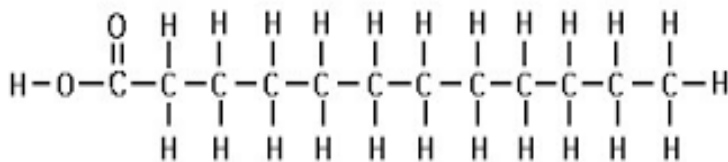
4.- Encierre en un círculo, el carbono alfa de los siguientes aminoácidos.



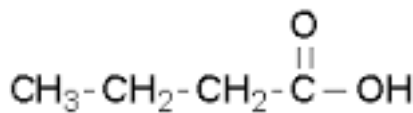
5.- Escriba el número correspondiente a "n" para cada uno, de los siguientes lípidos. Considere que la fórmula general de los lípidos es  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$



$\text{CH}_3(\text{CH}_2)$ \_\_\_ $\text{COOH}$



$\text{CH}_3(\text{CH}_2)$ \_\_\_ $\text{COOH}$

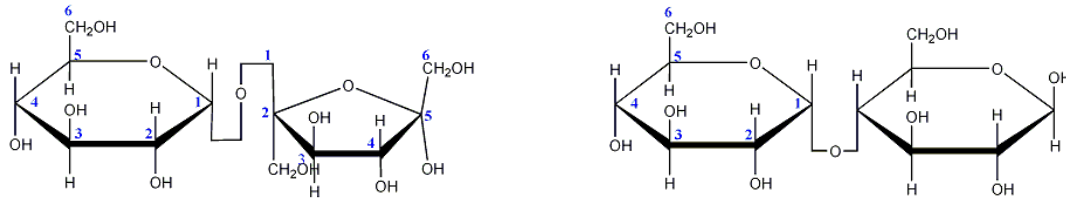


$\text{CH}_3(\text{CH}_2)$ \_\_\_ $\text{COOH}$

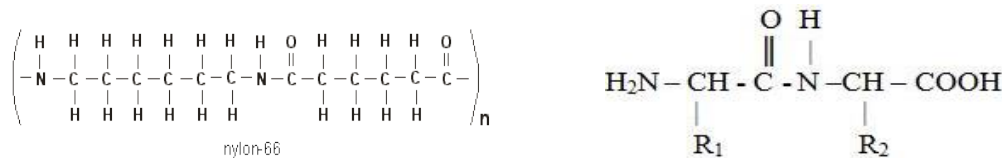
6.- Según la definición ¿Qué tipo de enlace está presente en cada grupo de nutrimentos?

	Carbohidratos	Proteínas	Lípidos
Tipo de Enlace			

7.- Encierre en un círculo, el enlace glucosídico de las siguientes estructuras.



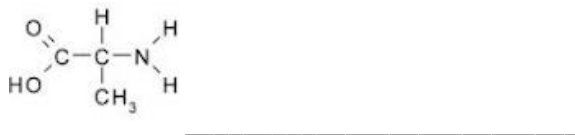
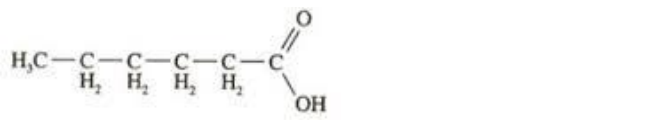
8.- Encierre en un círculo, el enlace peptídico de las siguientes estructuras.



9.- El elemento A forma un enlace covalente con el elemento B, para completar su ultimo nivel de energía, dibuje en cada orbital, cuantos electrones tiene cada elemento, que no está compartiendo.

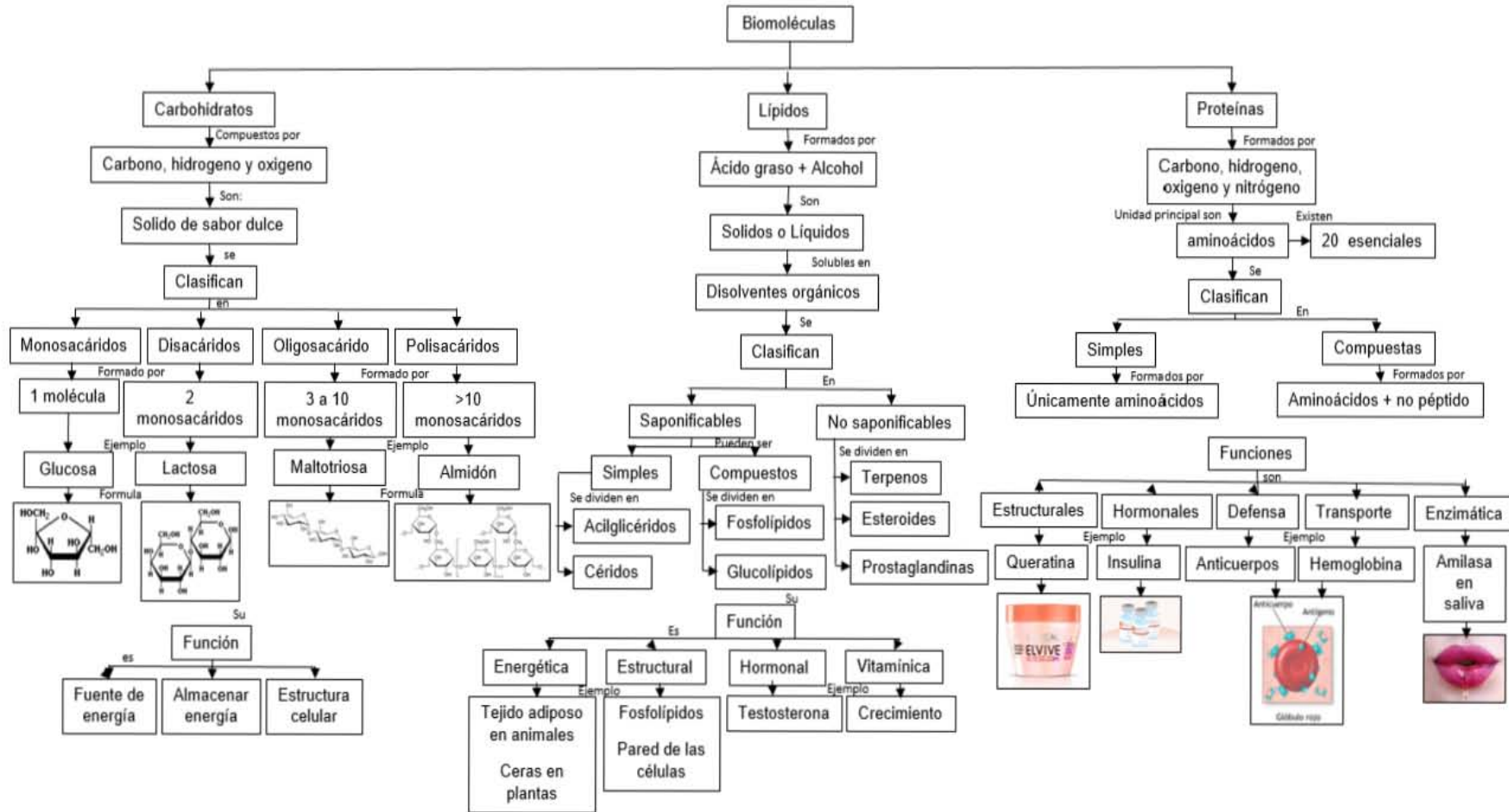


10.- En las siguientes estructuras, encierre en un círculo sus grupos funcionales presentes y de acuerdo a estos, escriba en la línea si son: sacáridos, aminoácidos o ácidos grasos.



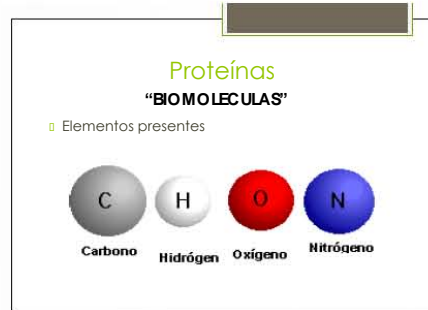
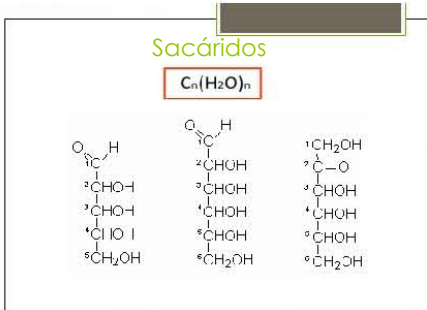
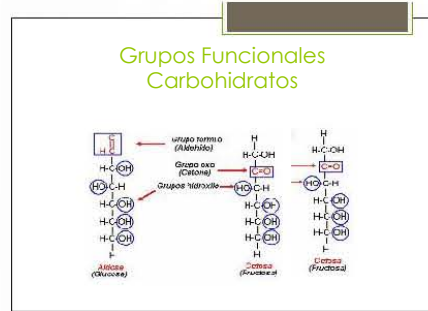
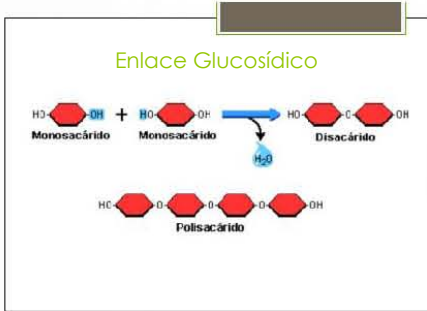
## ANEXO 4

### Mapa conceptual base, para biomoléculas





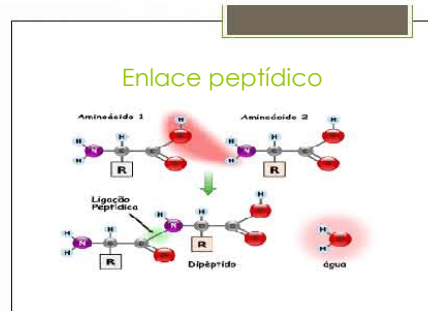




### Proteínas

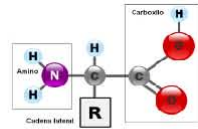
Son macromoléculas, formadas por cadenas lineales de AMINOACIDOS.

Todos los aminoácidos componentes de las proteínas son L-alfa-aminoácidos.



## Grupos Funcionales Proteínas

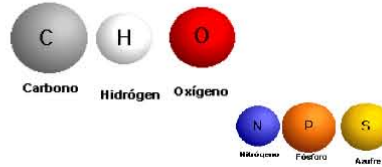
- Un aminoácido: GRUPO AMINO Y GRUPO CARBOXILICO



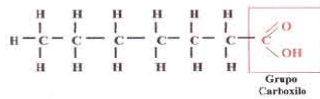
## Lípidos

### "BIOMOLECULAS"

- Elementos presentes



## Ácidos Grasos

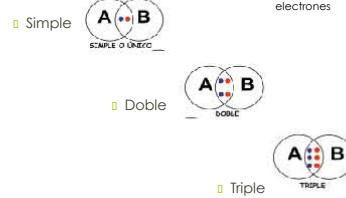


Son ácidos carboxílicos de cadena larga que suelen tener un número par de carbonos (de 14 a 22); los más abundantes tienen 16 y 18 carbonos.

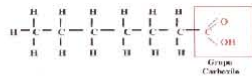
(No hay polímeros)

## Enlaces covalentes

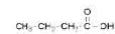
Compartición de pares de electrones



## Grupos Funcionales Lípidos



## Lípidos



### TAREA



Estructurar una practica experimental  
con las cosas que encuentro en casa  
para determinar  
¿Cuál es la proteína?  
¿Cuál es la lípido?  
¿Cuál es la carbohidrato?

Gracias



**ANEXO 6**  
**Pretest**  
**Cuestionario diagnóstico**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** En la columna de la derecha escriba lo que sabe sobre las siguientes preguntas. Responda de manera individual, si no posee conocimientos al momento sobre alguna pregunta, puede dejarla en blanco.

	<b>Lo que sé</b>
¿Qué son <b>los Carbohidratos</b> ?	
¿Qué son <b>las proteínas</b> ?	
¿Qué son <b>los lípidos</b> ?	
¿Cuáles son las características del <b>enlace glucosídico</b> ?	
¿Cuáles son las característica del <b>enlace peptídico</b> ?	
¿Cuáles son las característica del <b>enlace covalente</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>aminoácidos</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>monómeros</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>ácidos grasos</b> ?	

**ANEXO 7**  
**Pretest con respuestas de alumno**

**Cuestionario diagnostico**

Nombre: Mariz Cesar Sanchez Gomez  
 Edad: 18 Genero: H

**Instrucciones:** En la columna de la derecha escriba lo que sabe sobre las siguientes preguntas. Responda de manera individual, si no posee conocimientos al momento sobre alguna pregunta, puede dejarla en blanco.

	Lo que sé
¿Qué son los Carbohidratos?	Las grasas de un elemento dado
¿Qué son las proteínas?	Son las que nos dan energía
¿Qué son los lípidos?	Son las grasas que se encuentran en las verduras
¿Cuáles son las características del enlace glucosídico?	Que contienen glucosa
¿Cuáles son las característica del enlace peptídico?	no lo sé
¿Cuáles son las característica del enlace covalente?	Son los atomos que se pueden unir a los hidrogenos
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los aminoácidos?	Amino
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los monómeros?	_____
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los ácidos grasos?	no lo sé

**ANEXO 8**  
**Post-test**  
**Evaluación de conocimientos adquiridos**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** En la columna de la derecha escriba lo que aprendió sobre las siguientes preguntas. Responda de manera individual.

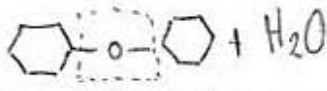
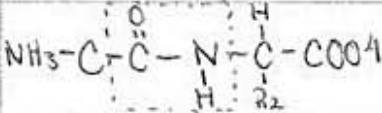
	<b>Lo que aprendí</b>
¿Qué son <b>los Carbohidratos</b> ?	
¿Qué son <b>las proteínas</b> ?	
¿Qué son <b>los lípidos</b> ?	
¿Cuáles son las características del <b>enlace glucosídico</b> ?	
¿Cuáles son las característica del <b>enlace peptídico</b> ?	
¿Cuáles son las característica del <b>enlace covalente</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>aminoácidos</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>monómeros</b> ?	
¿Cuáles <b>grupos funcionales</b> están presentes en los <b>ácidos grasos</b> ?	

**ANEXO 9**  
**Post-test con respuestas de alumno**

**Evaluación de conocimientos adquiridos**

Nombre: Angela Serrano Garcia  
 Edad: 17 Genero: Femenino

**Instrucciones:** En la columna de la derecha escriba lo que aprendió sobre las siguientes preguntas. Responda de manera individual.

	Lo que aprendí
¿Qué son los Carbohidratos?	Son biomoléculas compuestas por C, H, O formadas por monosacáridos unidos mediante enlaces glucosídicos para formar polímeros
¿Qué son las proteínas?	Biomoléculas compuestas por C, H, O, N es formada por varios aminoácidos unidos por enlaces peptídicos forma polímeros
¿Qué son los lípidos?	Biomolécula formada por C, H, O, N, P, S unidos mediante enlaces covalente no forman Polímeros
¿Cuáles son las características del enlace glucosídico?	
¿Cuáles son las características del enlace peptídico?	
¿Cuáles son las características del enlace covalente?	Comparten pares de electrones regla del octeto (A, B)
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los aminoácidos?	Carboxilo amino
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los monómeros?	Hidroxi lo Carbonilo
¿Cuáles grupos funcionales están presentes en los ácidos grasos?	Carboxilo



