

**LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL
APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE BIOLOGÍA CELULAR EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS.**

**IVÁN ANTONIO YABER GOENAGA
DANILO LUSBIN ARIZA RÚA
JORGE LUIS MUÑIZ OLITE**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
BARRANQUILLA**

2008

**LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL
APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE BIOLOGÍA CELULAR EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS.**

**IVÁN ANTONIO YABER GOENAGA
DANILO LUSBIN ARIZA RÚA
JORGE LUIS MUÑIZ OLITE**

Trabajo de investigación para optar el título de
Magíster en Educación con énfasis en enseñanza de las Ciencias Naturales

Director:
Ed. D. ROBERTO FIGUEROA MOLINA

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
BARRANQUILLA
2008**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, Noviembre de 2008

“Los conceptos y principios fundamentales de la ciencia son invenciones libres del espíritu humano.”

Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones;

Roberto Figueroa Molina, Ed. D. Director del presente trabajo de investigación.

Julio Hurtado Márquez, MsC. Profesor de Tiempo Completo Básicas. Universidad Tecnológica de Bolívar.

Ricardo Gutiérrez De Aguas. Universidad del Norte. Ph D. Departamento de Química y Biología.

Carlos Acosta Barros. Universidad del Norte. Ed.D. Director de la Maestría en educación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I	
1.1. INTRODUCCIÓN	17
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	24
1.4. OBJETIVOS	28
1.4.1. General.....	28
1.4.2. Específicos	28
CAPITULO II	
2.1. ANTECEDENTES	29
2.1.1. Marco Referencial.....	29
2.1.2. Marco Teórico.....	33
2.1.2.1. ¿Qué son los conceptos?.....	33
2.1.2.2. Teorías sobre el aprendizaje de conceptos.....	34
2.1.2.2.1. Teorías Asociacionistas sobre la formación de conceptos.....	34
2.1.2.2.2. Teoría constructivista del aprendizaje de conceptos.....	37
2.1.2.2.2.1. La Gestalt o el aprendizaje por insight	41
2.1.2.2.2.2. La teoría de la equilibración de Piaget	43
2.1.2.2.2.3. Teoría de Vygotsky	45
2.1.2.2.2.4. Aprendizaje significativo de Ausubel	49
2.1.2.2.2.4.1. Tipos de aprendizaje significativo	50
2.1.2.3. El aprendizaje significativo como base de los mapas conceptuales.....	54
2.1.3. Marco Conceptual.....	56
2.1.3.1. ¿Qué son los mapas conceptuales?	56
2.1.3.2. Distintos usos de los mapas conceptuales.....	58
2.1.3.2.1. Como herramienta para la enseñanza	59
2.1.3.2.2. Como organizador previo	60
2.1.3.2.3. Como técnica de estudio	61
2.1.3.2.4. Como método de aprendizaje colaborativo	62

2.1.3.2.5. Como instrumento de evaluación	62
2.1.3.2.6. Como instrumento en la resolución de problemas	64
2.1.4. Cmap Tools y mapas conceptuales	65

CAPITULO III

3.1. METODOLOGÍA	67
3.1.1. Tipo de Estudio	67
3.1.1.1. Enfoque	67
3.1.1.2. Diseño	67
3.1.2. Fases de la Investigación	67
3.1.3. Población y muestra	68
3.1.4. Hipótesis	69
3.1.4.1. Hipótesis de trabajo	69
3.1.4.2. Hipótesis nula	69
3.1.5. Variables de investigación	70
3.1.5.1. Variable independiente	70
3.1.5.2. Variables dependiente	70
3.1.5.3. Variables intervinientes	70
3.1.6. Control de variables	70
3.1.7. Técnicas e instrumentos para recoger la información	71
3.1.7.1. Técnicas	71
3.1.7.2. Instrumentos	71
3.1.8. Procedimiento para la recolección de información	72

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS	75
4.1.1. Equivalencias de grupos	75
4.1.1.1. Prueba de normalidad de las poblaciones en estudio	75
4.1.1.2 Prueba de igualdad de varianzas	75
4.1.1.3 Prueba de equivalencia de grupos	76

4.1.2 Comparación del rendimiento académico del grupo control versus grupo experimental.....	78
4.1.2.1 Comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T ₁	78
4.1.2.2 Comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T ₂	80
4.1.2.3 Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T ₃	82
4.1.2.4 Comparación grupo control versus grupo experimental en post-prueba.....	84
4.1.2.5 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el total de preguntas.....	86
4.1.3 Comparación del rendimiento académico del grupo experimental versus el grupo control por niveles de aprendizaje.....	87
4.1.3.1 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de conocimiento.....	87
4.1.3.2 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de comprensión.....	87
4.1.3.3 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de aplicación.....	88
4.1.4 Comparación del rendimiento académico entre pruebas.....	88
4.1.4.1 Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo control.....	88
4.1.4.2 Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental.....	89
4.1.4.2.1 Comparación de prueba repetida en T ₁ con prueba en T ₂	90
4.1.4.2.2 Comparación de prueba repetida en T ₂ con prueba en T ₃	90
4.1.4.2.3 Comparación de prueba repetida en T ₃ con post-prueba.....	90
4.1.5 Comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.....	91
4.1.5.1 Comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.....	91
4.1.5.2 Comparación de mapa en T ₁ con mapa en T ₂	92
4.1.5.3 Comparación de mapa en T ₂ con mapa en T ₃	92

4.1.5.4 Comparación de resultados entre mapas y resultados de las pruebas (grupo experimental).....	93
4.1.5.4.1 Correlación de prueba repetida en T ₁ con mapa en T ₁	93
4.1.5.4.2 Correlación de prueba repetida en T ₂ con mapa en T ₂	94
4.1.5.4.3 Correlación de prueba repetida en T ₃ con mapa en T ₃	95
4.1.5.4.4 Correlación de la post- prueba con mapa en T ₃	96
4.1.6 Comparación del rendimiento académico del grupo control versus grupo experimental por genero.....	97
4.1.6.1 Comparación mujeres grupo control mujeres grupo experimental en prueba repetida en T ₁	97
4.1.6.2 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T ₂	99
4.1.6.3 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T ₃	101
4.1.6.4 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en post-prueba.....	103
4.1.6.5 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₁	105
4.1.6.6 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₂	107
4.1.6.7 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₃	109
4.1.6.8 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en post-prueba.....	111
4.1.6.9 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₁	113
4.1.6.10 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₂	115
4.1.6.11 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T ₃	117
4.1.6.12 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en	119

prueba repetida en la post-prueba.....	
4.1.6.13 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en pruebas repetidas.....	121
4.1.6.13.1 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T_1	121
4.1.6.13.2 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T_2	123
4.1.6.13.3 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T_3	125
4.1.6.13.4 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en la post-prueba.....	127
4.1.7 Evolución en el rendimiento académico del grupo experimental por género.....	128
4.1.7.1 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T_1	128
4.1.7.2 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T_2	131
4.1.7.3 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T_3	133
4.1.7.4 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en post-prueba.....	135
4.1.7.5 Comparación ANOVA Mujeres Hombres grupo experimental con los resultados en las pruebas.....	137
4.1.8 Resultados de los mapas del grupo experimental por género.....	138
4.1.8.1 Comparación de mapa en T_1 entre mujeres y hombres.....	139
4.1.8.2 Comparación de mapa en T_2 entre mujeres y hombres.....	139
4.1.8.3 Comparación de mapa en T_3 entre mujeres y hombres.....	139
4.1.8.4 Comparación entre las mujeres en los diferentes mapas.....	140
4.1.8.5 Comparación entre los hombres en los diferentes mapas.....	141
4.1.8.6 Comparación ANOVA para los géneros con los resultados de los mapas.....	143

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	144
----------------------------------	-----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución por género grupo experimental y grupo control	69
Tabla 2. Distribución porcentual por género grupo experimental y grupo control.	69
Tabla 3. Valores Z de Kolmogorov – Smirnov para los resultados ICFES grupo Control y grupo experimental.	75
Tabla 4. Resultados de los estadísticos de la prueba de Levene para la igualdad de varianzas.	76
Tabla 5. Prueba de muestras independientes.	77
Tabla 6. Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T ₁ .	78
Tabla 7. Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T ₂ .	80
Tabla 8. Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T ₃ .	82
Tabla 9. Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control versus grupo experimental en la post- prueba.	84
Tabla 10. Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control para el total de preguntas.	86
Tabla 11. Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: conocimiento.	87
Tabla 12. Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: comprensión.	87
Tabla 13. Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: aplicación.	88
Tabla 14. Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo control.	88
Tabla 15. Resumen estadístico de los datos y comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental.	89
Tabla 16. Resumen estadístico de los datos y comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.	91
Tabla 17. Prueba ANOVA grupo experimental para los tres mapas en los tres tiempos.	93
Tabla 18. Correlación de prueba repetida en T ₁ con mapa en T ₁ .	93
Tabla 19. Correlación de prueba repetida en T ₂ con mapa en T ₂ .	94

Tabla 20. Correlación de prueba repetida en T ₃ con mapa en T ₃ .	95
Tabla 21. Correlación de post-prueba con mapa en T ₃ .	96
Tabla 22. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T ₁ .	97
Tabla 23. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T ₂ .	99
Tabla 24. Comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T ₃ .	101
Tabla 25. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la post-prueba.	103
Tabla 26. Resumen estadístico y comparación hombres grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T ₁ .	105
Tabla 27. Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T ₂ .	107
Tabla 28. Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T ₃ .	109
Tabla 29. Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la post-prueba.	111
Tabla 30. Prueba 1, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.	113
Tabla 31. Prueba 1, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	114
Tabla 32. Prueba 2, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.	115
Tabla 33. Prueba 2, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	115
Tabla 34. Prueba 3, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.	117
Tabla 35. Prueba 3, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	117
Tabla 36. Post-prueba, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.	119
Tabla 37. Post-prueba, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	119
Tabla 38. Prueba 1, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.	121

Tabla 39. Prueba 1, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	122
Tabla 40. Prueba 2, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.	123
Tabla 41. Prueba 2, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	123
Tabla 42. Prueba 3, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.	125
Tabla 43. Prueba 3, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	125
Tabla 44. Post-prueba, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.	127
Tabla 45. Post-prueba, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.	127
Tabla 46. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T_1 .	128
Tabla 47. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T_2 .	131
Tabla 48. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T_3 .	133
Tabla 49. Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la post-prueba.	135
Tabla 50. Comparación ANOVA para los géneros en el grupo experimental con los resultados en las pruebas.	137
Tabla 51. Resumen estadístico de los datos y comparación de los mapas entre hombres y mujeres.	138
Tabla 52. Resumen estadístico de los datos y comparación entre las mujeres en los diferentes mapas.	140
Tabla 53. Resumen estadístico de los datos y comparación entre los hombres en los diferentes mapas.	141
Tabla 54. Comparación ANOVA para los géneros en el grupo experimental con los resultados en los mapas.	143

LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE BIOLOGÍA CELULAR EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS.

Danilo Lusbin Ariza Rúa, Iván Antonio Yaber Goenaga,
Jorge Luis Muñiz Olite

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se muestran los resultados de la utilización de los mapas conceptuales para el aprendizaje significativo de conceptos de biología celular en estudiante universitarios de primer semestre del programa de medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla. Los mapas conceptuales cumplieron dos funciones: como *estrategia de aprendizaje* (los estudiantes aprendieron la técnica y generaban un mapa conceptual), y como *estrategia de evaluación* (para explorar el nivel de comprensión de los conceptos). Se trabajó con una muestra de 82 estudiantes con edades entre 16 y 20 años, de los cuales 62,20% fueron mujeres y 37,80 % hombres, distribuidos en dos grupos. Las condiciones de experimentación fueron: el grupo control no recibió entrenamiento en mapas conceptuales; el grupo experimental recibió entrenamiento en mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje. En este trabajo se demostró que no existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a los estudiantes que utilizan los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos biología celular. Sin embargo se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos de estudiantes en el nivel de aplicación, observándose mejor resultados en el grupo de estudiantes que utilizaron los mapas conceptuales.

Palabras Claves: Mapas conceptuales, estrategia didáctica, aprendizaje de concepto.

CONCEPT MAPS AS A DIDACTIC STRATEGY FOR LEARNING OF CONCEPTS OF CELL BIOLOGY IN UNIVERSITY STUDENTS.

Danilo Lusbin Ariza Rúa, Iván Antonio Yaber Goenaga,
Jorge Luis Muñiz Olite

ABSTRACT

In this research work the results of the utilization of the concept maps for the significant learning of concepts of cell biology in university students of first semester of the program of medicine of an institution of higher education of the city of Barranquilla are shown.

The concept maps complied two functions: as strategy of learning (the students learned the technique and they generated a concept map), and like strategy of evaluation (to explore the level of comprehension of the concepts). This work consists of a sample of 82 students with ages between 16 and 20 years, of which 62.20% were women and 37.80% men, distributed in two groups. The conditions of experimentation were: the group control did not receive training in concept maps; the experimental group received training in concept maps as strategy of learning. In this work was shown that not differences in the cell biology concepts learning among the students exist that do not utilize concept maps as strategy of learning set against the students that utilize the conceptual maps in the cell biology concepts learning. Nevertheless they were found significant differences between these two groups of students in the level of application, being observed better results in the group of students that utilized the concept maps.

Keywords: Concept maps, didactic strategy, learning of concepts.

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico-tecnológico de las últimas décadas ha traído como consecuencia la necesidad del aprendizaje de las ciencias naturales en todos los niveles de enseñanza (Cajas, 2001; Santos & Hernández, 2005). Las ciencias naturales comprenden un área básica del currículo tanto a nivel escolar, como superior, y necesitan de estrategias didácticas innovadoras para reformular la labor del maestro y de los estudiantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Reyes & González, 2006)

Una de las disciplinas con mayor desarrollo en la actualidad es la biología. Muchos de sus fundamentos, aplicaciones y desarrollos han trascendido el ámbito puramente científico, y se han convertido en temas de interés público e incluso de debate en diferentes ámbitos como el legal, médico, ambiental, entre otros.

Debido a la trascendencia social que tiene la biología, es necesario que todos los ciudadanos, y en caso particular los médicos posean un bagaje de conocimientos fundamentales de esta disciplina que les permitan afrontar con éxito los problemas que se le presenten relacionados con este campo del conocimiento; de ahí la importancia de una formación biológica integral en los diferentes niveles educativos.

Sin embargo, existe un reconocimiento generalizado que la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y la biología no es excepción, presenta diversas dificultades. Uno de los problemas que se señala es que los estudiantes no se sienten atraídos por los contenidos curriculares de naturaleza científica. Si bien esta es una situación que se debe a diversos factores, parte del problema reside en la manera como se enseñan dichos contenidos. Por lo que una tarea central del profesor es el desarrollo e implementación de estrategias didácticas necesarias para lograr interés hacia el aprendizaje de las ciencias de parte de los estudiantes.

En el caso particular de la educación superior, el aprendizaje de las ciencias requiere de habilidades y estrategias, que en la mayoría de los casos los profesores y estudiantes desconocen o usan de manera intuitiva. En este sentido, las corrientes constructivistas han puesto a consideración un diverso número de estrategias de aprendizaje que promueven logros cognoscitivos en el sujeto que aprende. El mapa conceptual es una de ellas.

Los mapas conceptuales es una de las estrategias didácticas que cada día se aplica en los diferentes niveles educativos y ha alcanzado gran aceptación tanto en profesores como estudiantes, integrándose con las tecnologías computacionales y de la comunicación. Se han convertido en elementos de planeación curricular, de evaluación, de enseñanza - aprendizaje y su uso se ha extendido a diferentes esferas de la vida donde la gestión de conocimiento ocupa un lugar preponderante (Cuevas, 2003)

Existen diversos antecedentes sobre la aplicación de mapas conceptuales en el contexto del aprendizaje de las ciencias. Novak (1982), recomienda el uso del mapa conceptual como herramienta para el mejoramiento de la eficacia del aprendizaje científico, en la medida que muestra una organización jerárquica del conocimiento similar a la estructura en que la información se almacena en nuestra conciencia.

El uso de mapas conceptuales durante el tiempo destinado a aprender los conceptos permite diferenciar el desarrollo conceptual en los estudiantes ya que en ellos se muestran esquemas jerarquizados de contenido, donde los conceptos se relacionan de acuerdo a un orden decreciente de generalidad.

En este sentido, los mapas conceptuales ayudan a los estudiantes a visualizar mejor sus ideas y la manera cómo éstas se relacionan con sus ideas previas, de tal forma que las estructuras de conocimiento que poseen los estudiantes se puedan modificar, diferenciar, reelaborar y acentuarse en un nuevo nivel de comprensión.

La construcción de mapas conceptuales tiene como propósito dilucidar las relaciones significativas de conceptos (nuevos conceptos entre sí y entre los nuevos conceptos y los

conceptos de la estructura cognitiva) que establecen los estudiantes en los procesos de aprendizaje y de este modo pueden ser utilizados como un método útil de diagnóstico y evaluación (Moreira, 1988).

Moreira (1990) ha señalado a los mapas conceptuales y la V heurística como elementos metodológicos racionales para desarrollar propuestas investigativas en torno al aprendizaje de las ciencias, porque evidencian la modificación de las estructuras cognoscitivas de los estudiantes en cumplimiento de un aprendizaje de conceptos científicos.

El objetivo de este estudio consiste en determinar la efectividad de los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes universitario. La efectividad del uso de los mapas conceptuales se establece a partir de la valoración del rendimiento académico de un grupo control que no utiliza los mapas conceptuales en su proceso de aprendizaje y un grupo experimental que utiliza los mapas conceptuales en el proceso de aprendizaje.

La construcción de los mapas conceptuales se realizó con la aplicación del programa informático Cmap Tools (Cañas, Hill, Carff, Suri, Lott, Eskridge, Gómez, Arroyo, & Carvajal, 2004) creado en el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC), que mediante un editor de uso sencillo permite construir, compartir y criticar conocimientos basados en los mapas conceptuales. Los mapas conceptuales contruidos con la ayuda de este programa puede relacionar: vídeos, imágenes, sonidos, mapas, etc., con los conceptos.

Este trabajo de investigación aporta evidencia de la posibilidad de aplicación de los mapas conceptuales como estrategia didáctica eficaz para el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes, porque en ellos se ponen de manifiesto las características esenciales de este tipo de pensamiento, el carácter jerárquico, el carácter integrador y la multiplicidad de descripciones.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La célula es uno de los conceptos fundamentales en biología. Este es un concepto difícil de aprender, puesto que no se deriva de la evidencia o de la observación cotidiana. Célula es un concepto científico, y la complejidad que tiene la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos científicos obliga al docente a poner en práctica estrategias didácticas para estimular el aprendizaje de los estudiantes. Este trabajo del docente de ciencia está resultando poco fructífero, si analizamos las dificultades que los estudiantes muestran en la aplicación de ese conocimiento científico (Costamagna, 2005; Pozo, 1999). En adicción a esto, no existe ninguna estrategia didáctica simple que asegure el éxito; además de desarrollar los contenidos de la ciencia, es necesario enseñar los procesos de pensamiento, práctica y comunicación de los logros científicos (Pozo, 1987).

Diversos estudios dan muestra de las dificultades de aprendizaje de conceptos de biología y más concretamente del concepto de célula. De Manuel y Grau (1996), Campos, Gaspar y Alucema (2000) y Guillen (1997) señalan las dificultades del aprendizaje de conceptos de biología en estudiantes de todos los niveles educativos y en especial el nivel universitario. Sus resultados muestran que las principales razones que originan esta situación abarcan aspectos disciplinares (contenidos abstractos), problemas intrínsecos de los estudiantes (conceptos previos adquiridos y malos hábitos de estudios) y de los profesores (poca preparación pedagógica y uso inadecuado de estrategias didácticas).

Dreyfus y Jungwirth (1989), muestran lo complejo y abstracto que resulta el aprendizaje del concepto de célula cuando a los estudiantes se les enseña a partir de preconcepciones e ideas abstractas del concepto.

La dificultad del aprendizaje del concepto de célula, también lo constituyen las imágenes de la célula que tienen los estudiantes. Las imágenes de las células han sido objeto de estudio desde diferentes perspectivas y han ocupado a diversos estudios a lo largo de la historia de la indagación científica en general, y en enseñanza de la biología en particular. De la revisión del papel de las imágenes y de su forma de percibir las en los procesos de

aprendizaje no parecen evidenciarse signos de que la incorporación de las mismas suponga un entendimiento superior por parte de los estudiantes (Rodríguez, 2000).

Caballer y Giménez (1992), consideran que algunas dificultades de aprendizaje del concepto de célula se deben a que los estudiantes no son capaces de relacionar la estructura celular con funciones fisiológicas y desconocen la ocurrencia de los procesos biológicos a nivel bioquímico.

En un estudio más amplio Caballer y Giménez (1993), presentan los resultados relevantes en la dificultad del aprendizaje del concepto de célula: la representación mental de las células no es clara; pocos estudiantes reconocen la tridimensionalidad de la célula y consideran solo al núcleo como estructura celular interna, desconociendo totalmente a los organelos celulares. Se desconocen, además, las funciones fisicoquímicas de la célula y solo identifican las funciones celulares desde una perspectiva macroscópica.

Mondelo, García y Martínez (1994) encontraron en su estudio que algunas dificultades del aprendizaje la célula surgen porque los estudiantes consideran que la célula como unidad más pequeña de la materia viva aparece en mayor proporción en animales que en vegetales y que los vegetales son menos vivos que los animales.

La falta de comprensión del concepto de célula se ve reflejada también en un estudio realizado por Banet y Ayuso (1995) en estudiantes que desarrollaban un curso de genética. Las conclusiones de este trabajo dan muestra de las dificultades encontradas, a saber:

- Muchos estudiantes piensan que los vegetales no tienen células.
- No reconocen la relación significativa entre genes y cromosomas.
- La mayoría considera que la información está en los gametos.
- Se asigna diferente información a distintas células de un mismo organismo.
- La mayor parte considera que las plantas no tienen cromosomas.
- No se relaciona la división celular con la transmisión de información genética.
- Existen las dificultades para reconocer que todas las células llevan información

Díaz y Jiménez (1996) en un trabajo sobre el grado de precisión y fidelidad con que se plasma la observación de morfología celular y organización tisular, encontró que la idea del aspecto celular es muy alejada de la realidad, reflejada en una percepción del contenido celular bastante pobre.

Mengascini (2006), destaca que el estudio de la célula se enfoca básicamente con relación al cuerpo humano, perspectiva que ha derivado una visión antropocéntrica y dificulta la comprensión del concepto de célula como unidad estructural de todos los organismos vivos.

Los estudios acerca del aprendizaje del concepto de célula demuestran la necesidad de: 1) buscar e implementar estrategias didácticas que promuevan un aprendizaje significativo de célula, 2) reflexionar y problematizar sobre distintos aspectos que van desde la idoneidad del contenido seleccionado, las estrategias y herramientas de enseñanza utilizadas, 3) estudiar las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes y la transferencia de conocimiento científico aprendido a situaciones nuevas de aprendizaje, entre otros aspectos.

En este sentido, durante los últimos años ha surgido en las escuelas y universidades de nuestro país, la necesidad de poner en práctica nuevas metodologías, estrategias y técnicas, que den un giro a la concepción tradicional que se tiene del aprendizaje. Un ejemplo, es el de la didáctica de las ciencias donde se han tomado como fundamento epistemológico teorías pedagógicas que pretenden explicar y evidenciar los procesos de aprendizaje en los estudiantes. Uno de estos modelos es el propuesto por Ausubel (1973), el aprendizaje significativo.

Una de las estrategias que posibilita el aprendizaje significativo es el mapa conceptual. La estrategia del mapa conceptual introducida por Novak y Gowin (1988), permite expresar y coordinar conceptos o proposiciones mediante la representación gráfica. Esta estrategia resulta de ayuda tanto para profesores como para los estudiantes.

En este orden de ideas, y tratando de aportar evidencias para contribuir a superar las dificultades mencionadas, el presente trabajo pretende contestar la siguiente pregunta:

¿Cuál es la efectividad de la estrategia didáctica de los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes del primer semestre del programa de medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla?

Este problema se sitúa dentro de una de los principales campos de investigación en didáctica de las ciencias experimentales asociada, sobre todo, a la elaboración de un nuevo modelo de enseñanza/aprendizaje de las ciencias (Pozo, 1996).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Constitución Política de Colombia del año 1991, en su artículo 67, establece en el ámbito de la educación el espíritu de la calidad como objetivo rector de los procesos educativos. Como resultado de la reglamentación de la Constitución de 1991, aparece la Ley de la Educación Superior - Ley 30 de 1992 – y con ella la formulación de elementos destinados a fomentar la calidad de los procesos educativos en las instituciones de Educación Superior de Colombia.

A pesar del interés del Estado Colombiano por el mejoramiento de la calidad de la educación, las estrategias educativas de enseñanza – aprendizaje que se utilizan en los centros de educación superior siguen siendo, de índole transmisionista y memorísticas, esto es, una interacción dinámica en la que existe un sujeto que enseña o transmite un conocimiento y otro que aprende o se limita, en forma pasiva, a memorizar el conocimiento supuestamente transmitido (Campanario & Moya, 1999)

Es el caso de los cursos de ciencias, donde es frecuente que los estudiantes memoricen mecánicamente los conceptos sin relacionarlos con las ideas y conocimientos que ellos ya poseen. Los estudiantes con una estrategia poco efectiva, tratan de memorizar aquello que consideran importante en función de las preguntas que suponen se les harán después, al ser evaluados. Su atención se concentra en hechos específicos o en fragmentos de información inconexos que son aprendidos de memoria.

Para que los estudiantes logren aprendizajes significativos, además de crear condiciones necesarias de interacción con materiales y compañeros que tienen habilidades heterogéneas, resulta importante la disposición y el ejercicio efectivo de un conjunto de estrategias de aprendizaje. Además en los procesos de enseñanza de las ciencias, como es el caso de la biología, las investigaciones coinciden en señalar que los métodos tradicionales no promueven un aprendizaje significativo, y sostienen que aprender ciencia es un proceso complejo, que incluye no sólo aprender contenidos conceptuales sino, también, aprender a producir ciencia.

Campanario (2000), Campanario y Otero (2000), señalan que las propuestas de investigación que se han formulado últimamente están orientadas a favorecer, en los estudiantes, el uso de estrategias metacognitivas. Los aspectos metacognitivos han empezado a recibir parte de la atención que requieren los estudios sobre problemas de aprendizaje y enseñanza de las ciencias.

Sansón, González, Momtagut y Navarro (2005), consideran dentro de los instrumentos para la evaluación de los aprendizajes en ciencias, a los mapas conceptuales y la UVE heurística (también llamada V de Gowin o esquema UVE) como estrategias instruccionales de perspectiva constructivista que aportan contribuciones exitosas para una enseñanza efectiva de las ciencias.

Novak (2004), hace referencias a las transformaciones y funciones que el mapa conceptual adquirió y cómo modificó las formas de indagación y análisis en la investigación psicológica y educativa. En este sentido, nuestro propósito en este trabajo de investigación, es aportar evidencia de la gran utilidad que representa el uso de los mapas conceptuales como instrumento metacognitivo para el desarrollo de habilidades de pensamientos en la comprensión de conceptos científicos, más exactamente el concepto de célula.

Desde su desarrollo, el mapa conceptual ha sido ampliamente utilizado para muchos propósitos y en diversos contextos. La revisión bibliográfica muestra la aplicación del mapa conceptual en la investigación de la enseñanza de la ciencia, y como herramienta metacognitiva que ayuda a los estudiantes a comprender la ciencia que estudian (Ontoria, Ballesteros, Cuevas, Giraldo, Martín, Molina, Rodríguez, & Vélez, 1992[2000]; Parolo, Barbieri, Chrobak, 2004).

Los mapas conceptuales también han mostrado ser útiles en (a) promover el conocimiento existente en una persona, (b) Identificar las concepciones erróneas, (c) revelar las lagunas en la comprensión (d) promover el pensamiento reflexivo (e) diseñar currículos y materiales de instrucción, (f) evaluar el aprendizaje de los estudiantes, (g) evaluar la efectividad de los programas (h) facilitar la comunicación y la compartición de información

en los grupos colaborativos, (i) comprender los procesos de construcción de conocimientos por parte de la comunidad científica , y (j) estudiar los problemas en sus fundamentos y supuestos epistemológicos (Mintzes, Wandersee, & Novak, 1999)

Los mapas conceptuales no sólo son una estrategia de aprendizaje sino que también se consideran como una herramienta de assessment o avalúo. Se pueden identificar dos razones principales para utilizar las diferentes estrategias de assessment.

La primera que se puede determinar el nivel de conocimiento, comprensión y actitudes de los estudiantes en relación al aprendizaje impartido. La otra razón es que provee al estudiante un trasfondo de su progreso en el desarrollo del conocimiento y promueve la calidad del aprendizaje. Además, son un tipo de evaluación que redundan en beneficios de estudiantes en su motivación y en el desarrollo de un aprendizaje significativo.

Santhanam, Leach y Dawson (1998), sugieren que el primer año de carrera es el mejor momento para introducir la utilización de mapas conceptuales en estudiantes universitarios, antes de que adquieran malos hábitos de estudio. La construcción de los mapas conceptuales es única para cada autor y revela las percepciones y creencias que éste tiene del conocimiento y no muestra la reproducción de hechos memorísticos (Jonassen, Beissner y Yacci, 1993). De esta manera, los mapas conceptuales se constituyen para los estudiantes, en una herramienta metacognitiva de gran utilidad que promueva la interacción del nuevo conocimiento con las concepciones existentes en sus estructuras cognitivas.

Dentro de este contexto cabe la propuesta sobre el aprendizaje significativo planteada por Ausubel (1973), que parte del supuesto de que lo que el estudiante ya sabe es importante a la hora de diseñar cualquier propuesta pedagógica. Por eso, en la medida que se utilicen estrategias didácticas que estimulen el aprendizaje significativo y la creatividad es de esperarse que los estudiantes obtengan una educación de calidad con mayor rendimiento académico, un aumento en la motivación hacia el aprendizaje y el desarrollo de competencias para la construcción del conocimiento.

En este sentido, en nuestro contexto actual, se hace cada vez más evidente la importancia de implementar estrategias pedagógicas que favorezcan a los educando el desarrollo de procesos cognitivos para el procesamiento y generación de nuevos conocimientos que les permitan aprender significativamente, y los mapas conceptuales es una de ellas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General.

Determinar la efectividad de los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de primer semestre de medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla.

1.4.2. Específicos

- Comparar el aprendizaje de conceptos de biología celular, a través del rendimiento académico, del grupo experimental que utiliza los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje y el grupo control que no utiliza los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje.
- Establecer diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular en los niveles de conocimiento, comprensión y aplicación entre el grupo experimental que utiliza los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje y el grupo control que no utiliza los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje.
- Establecer diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre el grupo experimental y el grupo control por género.

CAPITULO II

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Marco Referencial. Los mapas conceptuales tienen su origen en la década de los sesenta, cuando Joseph D. Novak (1977), comenzó su aplicación como técnica de investigación para el análisis de datos obtenidos en las entrevistas que pretendían indagar sobre las estructuras cognitivas de los estudiantes cuando aprenden y organizan materiales de aprendizaje o proponen procedimientos a seguir en la resolución de problemas, en el aprendizaje de conceptos científicos.

A partir de sus trabajos, Novak (1977), propone el mapa conceptual, por un lado, como técnica de investigación en el aula para reconocer el cambio de los marcos conceptuales de los sujetos en situaciones determinadas. Por otro lado, como estrategia educativa de enseñanza que sirva de base para comprender cómo y por qué se relacionan nuevos conocimientos con los que ya poseen los estudiantes y transmitirles la seguridad de que son capaces de utilizar estos nuevos conocimientos en contextos diferentes. De esta manera, los estudiantes aprenden sobre el aprendizaje humano, sobre la naturaleza del conocimiento y la elaboración del nuevo conocimiento.

El mapa conceptual como herramienta para la recolección de datos pronto adquiere, de manera dinámica, nuevas funciones que van de la mano del progreso de las diversas investigaciones en el campo educativo. Las nuevas funciones se orientan hacia el uso de los mapas conceptuales como: herramienta instruccional y metodológica; organizador previo; modelo de estimulación experimental; herramienta de aprendizaje y enseñanza herramienta de aprendizaje colaborativo; herramientas para observar eventos y objetos; instrumentos de evaluación, entre otras (Aguilar, 2006).

En las últimas décadas el uso de los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales se desarrolla como resultado de investigaciones sobre los problemas relativos a la actividad educativa en el aula y fuera de ella, aunque

fueron investigadores como Novak (1977), Cardemone (1975), Bogden (1977), Moreira y Masini (1982), quienes entre los años 1975 y 1982 iniciaron los primeros trabajos en la Universidad de Cornell, con estudiantes universitarios, con el fin explícito de ayudarles a aprender a aprender.

Al mismo tiempo, el aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias Naturales ha evolucionado hasta el punto de encontrarse con una nueva orientación cognitiva en la que se brinda gran importancia al papel que desempeñan los conceptos y las estructuras conceptuales que poseen los estudiantes en la construcción de significados y en los procesos de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, diversos estudios dan crédito de la efectividad del uso de los mapas conceptuales para potenciar la enseñanza y el aprendizaje significativo de conceptos científicos en diferentes campos del conocimiento: Física, Química, Biología, entre otros (Laffey y Singer, 1997).

En el caso particular de la Física (Valadares, 2005), por ejemplo, el mapa conceptual ha sido usado en las aulas de clase como herramienta metacognitiva en el aprendizaje colaborativo de algunos tópicos de la disciplina que ofrecen dificultad a los estudiantes.

Los mapas conceptuales en el aprendizaje de física también han mostrado utilidad en combinación con otras estrategias. Es el caso del estudio (Sanabria y Ramírez, 2004) que muestra las bondades del uso de una estrategia, que incorpora los mapas conceptuales y la V de Gowin, para el aprendizaje de un tema de Física I (Rígidos I), tanto en teoría como en el laboratorio. Los resultados obtenidos muestran que es posible conocer el significado de la V de Gowin y su aplicación a partir de mapas conceptuales. Al usar ambas herramientas, el estudiante participa activamente en la construcción de su conocimiento, siendo capaz de organizar, comprender y relacionar conceptos y aprender a construir caminos metodológicos para la resolución de situaciones experimentales.

Otro trabajo que utiliza mapas conceptuales en el aprendizaje de la física (Koponen y Pehkonen, 2008), asume que un rasgo característico del conocimiento de física es su alto

grado de coherencia y conexión de sus conceptos. Por consiguiente el aprendizaje de los conceptos y leyes de la física, también puede ser visto como un trabajo de construcción y funcionamiento de redes conceptuales. De este punto de vista, se comparan como, expertos y principiantes representan su conocimiento de física dibujando mapas conceptuales. Cuando se analiza la estructura topológica de los mapas conceptuales, se ilustra que los mapas de los expertos se caracterizan por una coherencia conceptual y jerarquías incorporadas en redes estructurales conceptuales. Por otro lado, los principiantes elaboran mapas conceptuales que se caracterizan por una coherencia pobre y una carencia de organización jerárquica.

Los mapas conceptuales, también han sido utilizados en la resolución de problemas de Química General. En el trabajo de Moreno y Vidal (2001), se muestran resultados que apuntan hacia la consecución de un aprendizaje significativo, donde el estudiante debe ser capaz de relacionar los conceptos de una temática en particular y construir con ellos un conjunto de proposiciones coherentes, lo cual explicaría el aprendizaje alcanzado. En la construcción de los mapas conceptuales los autores recomiendan emplear las etapas o fases del proceso de asimilación preparatoria, materializada, verbal y mental.

Por otro lado, estudios recientes (Boujaoude y Attieh, 2008), destacan el efecto del uso de mapas conceptuales como herramienta de estudio en el aprendizaje de conceptos de química. Los resultados señalan que: la construcción de mapas conceptuales por los estudiantes mejoran sus habilidades en la solución de preguntas de química; existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de química entre estudiantes que utilizan mapas conceptuales y estudiantes que no los utilizan. Así mismo, este estudio muestra las diferencias, por género, en la solución de problemas de química.

Además de los trabajos anteriores, otra investigación (Fechner y Sumfleth, 2008), estudia como los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje ayudan a los estudiantes a comprender un tópico en particular de química mejor que la escritura de un resumen. En un diseño factorial, se muestra que en la resolución de una problemática de la experiencia

cotidiana de los estudiantes, la diferencia de un grupo que usa los mapas conceptuales con otro que realiza un resumen, es muy pequeña.

El uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología ha sido reportado en diversos estudios que muestran las ventajas del uso de los mapas conceptuales en clase y la ayuda que ofrece a los estudiantes en la generación de un aprendizaje más unificado y significativo sobre un tópico en particular o un concepto que le permitan organizar mejor sus conocimientos para la resolución de problemas, y el aprendizaje de los mismos (Kinchin, 2000 ; Heinze-Fry, 2004).

Un ejemplo de aplicación de los mapas conceptuales en el aprendizaje de la biología examina la utilidad del mapa conceptual como herramienta de valoración del aprendizaje de conceptos de biología de parte de estudiantes de secundaria. El análisis de los mapas revela una comprensión de conceptos a partir de una pregunta de enfoque. Esta pregunta guía a los estudiantes a la selección de los conceptos claves para la elaboración de los mapas conceptuales (Henno y Reiska, 2008).

Otros estudios (Barbara, Martin & Clavijo, 2000), muestran el uso de los mapas conceptuales en el aprendizaje de biología durante un semestre (dieciséis semanas). Los resultados señalan que: el cambio en la estructura cognitiva es extensiva y se incrementa a lo largo del semestre; que el género juega un papel importante en la mediación de estos cambios; existen diferencias en la reflexiones metacognitivas entre estudiantes que usan los mapas conceptuales con respecto a estudiantes que no los usa.

Cabe señalar también que en Colombia los mapas conceptuales han sido utilizados para el aprendizaje de las Ciencias Naturales en diferentes niveles educativos, particularmente en educación básica y media. Es el caso del estudio que pretende compartir la experiencia del uso de mapas conceptuales en proyectos colaborativos se evidencia que esta estrategia acompaña y complementa de manera apropiada a los estudiantes de educación básica y media como alternativa que les permite potenciar su aprendizaje y les asegura obtener

información y estructuras fiables que les facilitan el acercamiento a diversos temas relacionados con las ciencias (Zea y Atuesta, 2004)

Un trabajo conjunto (Casas, Clavijo, Vargas, Molina, & Orjuela, 2006) de universidades colombianas destacan la utilización de mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos de química. El estudio realizado a partir de mini-proyectos y basado en los mapas conceptuales y la UVE heurística de Gowin pretende dar una visión general al estudiante del concepto de mezcla y de la amplia importancia que tiene este en la vida diaria

Por otro lado, la enseñanza de conceptos de biología celular a nivel universitario y en los programas de medicina representa un gran reto, debido a diversos factores entre los que podemos mencionar: la gran cantidad de contenido en la materia, la visión de poca aplicabilidad de los temas, así como la ausencia de estrategias para la enseñanza de conceptos de biología. Los mapas conceptuales representan una herramienta idónea para el aprendizaje de conceptos de biología, así como de otras ciencias. Sin embargo, los trabajos de investigación publicados sobre la utilización de mapas conceptuales para aprendizaje de biología en Colombia son escasos, de ahí la importancia de este trabajo.

2.1.2. Marco Teórico

2.1.2.1 ¿Qué son los conceptos? Para contextualizar lo que en este estudio de investigación representan los conceptos científicos, se analizan brevemente algunas definiciones de conceptos que contribuyen a sentar la perspectiva teórica en la cual se subyace la construcción de los mapas conceptuales para el aprendizaje significativo de conceptos de biología celular.

El origen de los conceptos ha preocupado a los filósofos desde tiempos muy remotos y sigue preocupando, en nuestro tiempo a educadores y psicólogos. Mientras para Platón los conceptos existen realmente en un mundo inteligible, superior al mundo que muestra los sentidos (Reale, 2003), para Aristóteles los conceptos se forman en el espíritu a partir de la

observación de las cosas (Copleston, 2003). Por su parte Kant, distingue entre conceptos a priori, obtenidos del espíritu mismo y "conceptos a posteriori", obtenidos de la experiencia.

Para Ausubel, Novak y Hanesian (1983), los conceptos son las propiedades de los objetos, eventos, situaciones que poseen atributos de criterio comunes (a pesar de la diversidad de otras dimensiones), y que se designan mediante algún signo o símbolo

Novak y Gowin (1988), dan un énfasis principal a la capacidad que tienen los seres humanos para detectar regularidades y para agrupar en función de ellas. De esta forma, los conceptos los define como una regularidad en los acontecimientos o en los objetos que se designan mediante algún término.

2.1.2.2 Teorías sobre el aprendizaje de conceptos. Para abordar el estudio de los mapas conceptuales como estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos, y más específicamente de biología celular, es oportuno adentrarse en la revisión de las teorías sobre la formación y aprendizaje de conceptos.

El enfoque en el aprendizaje de conceptos que mostramos en este trabajo parte de dos corrientes diametralmente opuestas: las teorías asociacionistas y la psicología cognitiva. La primera toma como fundamento el procesamiento de la información; la segunda, autodenominada constructivista, se interesa por el significado y el pensamiento productivo, porque no se limita a reproducir la realidad, sino también a su modificación – la que hacen los sujetos cuando la conocen-.

2.1.2.2.1. Teorías asociacionistas sobre la formación de conceptos. El asociacionismo es un principio filosófico que tiene su origen en el empirismo, que destaca la importancia de la experiencia sensorial y del medio ambiente en el conocimiento; por lo tanto la acción del que aprende es el de recibir en forma pasiva la información que le viene del medio ambiente, de la realidad objetiva, dejando a un lado la realidad subjetiva.

Según estas teorías, por asociación se entiende una sucesión de enlaces: nexos estímulo respuesta entre pares de identidades mentales o entre estímulo externo y respuesta mental interna. El nivel de retención del sujeto que aprende va a depender de la naturaleza e intensidad de las asociaciones entre el aprendizaje nuevo y el aprendizaje previo almacenado en la memoria. La actividad formativa tendría por objeto científico actuar sobre la fuerza de estos enlaces: fortalecer los buenos o correctos enlaces y debilitar los enlaces incorrectos. De acuerdo con este paradigma, el aprendizaje sólo podría realizarse eficazmente mediante la práctica reiterada y repetitiva de operaciones. Se enfocan en conductas observables del sujeto. Su interés es controlar y predecir una conducta determinada, que responda adecuadamente a los signos e indicaciones que recibe del medio; de lo contrario, el ser humano tendría que idear una respuesta particular para cada objeto o acontecimiento que se presente o suceda en el medio. En síntesis, el aprendizaje es considerado como una simple asociación de estímulo y respuesta.

Dentro de las teorías asociacionistas del aprendizaje se encuentran el condicionamiento clásico de Pavlov, el conexionismo de Thorndike, el condicionamiento por contigüidad de Watson, (Gurthrie) y el condicionamiento operante de Skinner, la observación e imitación de Albert Bandura. Estas teorías han influido en gran manera en la psicología del aprendizaje, considerándolo como un cambio de conducta que ocurre cuando en una determinada situación se forma la asociación estímulo – respuesta (E-R).

En efecto, para los psicólogos pertenecientes a la tradición de la teoría del aprendizaje, el hombre es una máquina que es puesta en marcha por una entrada (estímulo) y que después produce una salida (respuesta). A éstos teóricos no les interesa analizar lo que ocurre entre el estímulo y la respuesta. La mente, y en particular sus estados internos, no pueden ser observados ni descritos fácilmente desde el exterior, no confían en que la gente pueda proporcionar informes exactos sobre sus pensamientos y sentimientos. En consecuencia, no prestan mucha atención a la mente.

Uno de los antecedentes más importantes de las teorías asociacionistas del aprendizaje estímulo – respuesta (E-R) es el condicionamiento clásico respondiente, inscrito en el

sistema psicológico llamado Reflexología. Esta teoría explica como los estímulos simultáneos llegan a evocar respuestas semejantes, aunque tal respuesta fuera evocada en principio sólo por uno de ellos. Además el proceso de aprendizaje por condicionamiento varía según se aplique al comportamiento respondiente u operante.

El paradigma de condicionamiento clásico ha sido utilizado, como marco de referencia de cualquier situación de aprendizaje que implique la sustitución de un estímulo por otro, sea o no la respuesta original una respuesta incondicionada. Cuando aprendemos una lengua extranjera, lo que hacemos en realidad es emparejar una o más palabras en nuestra lengua (estímulo 1) con su equivalente extranjero (estímulo 2), al final la palabra extranjera producirá una respuesta que anteriormente sólo estaba asociada a la palabra en la lengua materna. Un niño también puede aprender por sustitución de estímulos o condicionamiento clásico las palabras que designan los colores. Es importante destacar que para que una respuesta se convierta en condicionada, el estímulo condicionado debe encontrarse siempre presente al mismo tiempo que el estímulo no condicionado o seguido de él. La unión de los estímulos condicionados y no condicionados recibe el nombre de refuerzo.

Por otra parte, Thorndike (Bigge, 1990), propone en su teoría, conexionismo (teoría del enlace estímulo- respuesta), que aprender es el establecimiento de conexiones entre estímulos y respuestas (E-R). Él creía que se establecía un vínculo neural entre el estímulo y la respuesta cuando la respuesta era positiva; y así mismo, el aprendizaje se da cuando el vínculo se establece dentro de un patrón observable de conducta y genera una conexión firme en términos de aprendizaje. El establecimiento de conexiones entre estímulos y respuestas (E-R) se originan medio de tanteos aleatorios (ensayo y error).

John B. Watson el creador de la escuela conductista de la cual proviene gran parte de la teoría del aprendizaje, aprovechó los trabajos de Pavlov y se convenció de que el aprendizaje era tal como lo describía este último, es decir, un proceso de construcción de reflejos condicionados mediante la sustitución de un estímulo por otro, pero amplió la tesis de Pavlov al querer explicar el aprendizaje de nuevas respuestas, especialmente los hábitos complejos a través del mecanismo de la contigüidad. Así, para Watson contigüidad significa: “que los estímulos que se aplican en el momento de una respuesta, al reaparecer,

tienden a provocar dicha respuesta” (Bigge, 1990, p. 78), es decir, que si hacemos algo en un momento dado, la próxima vez nos encontremos en la misma circunstancia tenderemos a hacer lo mismo. El acondicionamiento por contigüidad, entonces es un procedimiento de aprendizaje por medio del cual se aprenden respuestas o hábitos ya que para Watson la unidad básica de aprendizaje es el hábito que también puede llamarse: “Patrones de conducta” que se logran por la asociación que se establece en forma contigua entre estímulos y respuestas.

Watson completó su planteamiento agregando las leyes de Frecuencia y Recencia; la primera ley establece que la fuerza de una asociación entre un estímulo y una respuesta se fortalece por medio de la repetición rutinaria y la ley de Recencia propone que las respuestas que resuelven una situación problemática se convierten en las respuestas más recientes y al mismo tiempo son las que más tienden a repetirse. Con los anteriores criterios Watson no le dio ninguna importancia a los procesos mentales del aprendizaje, sino que basó la enseñanza en la repetición memorística o mecánica; por eso limitó su estudio a los aspectos de la vida animal ya que esta le remitía a una observación objetiva y medible.

Al Igual que Pavlov, Watson y Thorndike, Skinner creía en los patrones estímulo-respuesta de la conducta condicionada. Su teoría tiene que ver con cambios observables de conducta ignorando la posibilidad de cualquier proceso que pudiera tener lugar en la mente de las personas. Sin embargo, Skinner considera que el análisis científico de la conducta ofrece principios del aprendizaje, que se pueden aplicar para en cualquier nivel educativo, y en cualquier período de desarrollo. Estos principios conducen a estrategias de programación educativa y a sistemas motivacionales efectivos, que pueden reemplazar a las prácticas tradicionales y aversivas frecuentemente encontradas en la enseñanza.

2.1.2.2.2. Teoría constructivista del aprendizaje de conceptos. La teoría constructivista del aprendizaje (aprendizaje por insight, Piaget, Vygotsky, Ausubel) sostiene que el conocimiento (concepción de la realidad) es el resultado de la interacción entre la nueva información y la información previa, construyendo modelos para interpretar la nueva información y no sólo recibirla. Esto significa, que cada individuo tiene que construir su

propio conocimiento y no puede simplemente sólo recibir lo ya elaborado por otros. Por eso, nuestra forma de conocer no consiste en producir copias del mundo exterior, sino en construir nuestras propias realidades.

El constructivismo toma distancia, por una parte, de las teorías empiristas que afirman que el conocimiento es una copia de la realidad, producida por intermediación de los sentidos; por otra, se opone a las teorías racionalistas que afirman que el conocimiento es una elaboración pura del individuo quien, al nacer, viene dotado de ciertas estructuras cognoscitivas que le permiten hacer esa elaboración con independencia de la realidad.

En este orden de ideas, el constructivismo epistemológico se sitúa entonces en una posición intermedia respecto al empirismo y al racionalismo: el individuo realiza elaboraciones mentales que le permiten interpretar lo que observa en la naturaleza.

Como teoría psicológica de aprendizaje, las tesis centrales del constructivismo son las siguientes: el aprendizaje es un proceso de construcción y elaboración del conocimiento, no es una copia o absorción de la realidad; el aprendizaje depende del conocimiento previo y el aprendizaje está fuertemente influenciado por la situación y el contexto en que tiene lugar.

En el contexto educativo, las teorías constructivistas de la enseñanza y aprendizaje se asumen como un proceso dinámico en el cual los aprendientes son actores relevantes en la construcción de conocimiento. Los profesores y los materiales son mediadores que facilitan este proceso de construcción. En este contexto, los ambientes de aprendizaje deben propiciar la construcción del conocimiento poniendo a disposición de los estudiantes, experiencias que faciliten este proceso a través de la mediación de herramientas como los mapas conceptuales y de la interacción con entre estudiantes y entre estudiantes y profesor.

En la actualidad, diversos enfoques conforman las teorías constructivistas, pero no todos comparten las mismas ideas. Sin embargo, se pueden considerar la existencia de algunos

rasgos comunes sobre cómo se produce el aprendizaje que dan sentido a la teoría común entre los cuales se mencionan:

- Cada sujeto construye sus propias representaciones y modelos del mundo a partir de la propia experiencia. El conocimiento no puede ser transmitido por el profesor al estudiante. El profesor puede ayudar al estudiante a aprender, pero la enseñanza no es posible. Por eso, el conocimiento es construido no transmitido.
- El conocimiento de los fenómenos que construimos y las destrezas intelectuales que desarrollamos incluyen información sobre el contexto de la experiencia. Es por eso, que el conocimiento depende del contexto en que tiene lugar. Lo que se aprende queda ligado a un contexto. La información sobre el contexto es parte del conocimiento que es construido por el aprendiz para explicar o dar sentido a un fenómeno. Desde el constructivismo se considera que las destrezas que tenemos tienen más significado si son adquiridas inicialmente y consistentemente en un contexto significativo con el que las podemos relacionar.
- El conocimiento es el resultado de una actividad, el conocimiento está incluido en la actividad. No se puede separar el conocimiento de los fenómenos de la experiencia con esos fenómenos. Sólo se puede interpretar la información en el contexto de la vivencia, por esto, el significado emerge a partir de las interacciones que se han tenido en la realización de las experiencias.
- El significado del conocimiento se crea en la mente del que aprende. El proceso de construcción del significado produce percepciones del mundo físico que están únicamente en la mente de la persona, ya que cada individuo tiene un único conjunto de experiencias y creencias sobre el mundo. El sentido que damos al mundo es diferente en cada persona pero no quiere decir que no pueda ser compartido con los demás ya que el conocimiento es también un proceso social (Vygotsky, 1992) los significados son negociados y compartidos.

- Como el significado también puede ser compartido con otros, la comunicación es un mediación para la construcción del significado. Las personas no solo se relacionan en un entorno físico sino también social y cultural. Por consiguiente, el conocimiento es un proceso de construcción en el que el diálogo y la participación son partes muy esenciales.
- Para la construcción del conocimiento se requiere articulación, expresión o representación de lo que es aprendido. Aunque la actividad es una condición necesaria para el aprendizaje, no es suficiente. Muchas veces el sujeto necesita articular el proceso verbalmente, visualmente, mostrándolo a otras personas, etc. La representación de lo aprendido garantiza la estabilidad del conocimiento construido, lo fija en la memoria.
- Las experiencias del mundo son múltiples. No hay dos personas que puedan tener la misma experiencia y percepciones, cada individuo construye su propio conocimiento. Las percepciones y creencias proporcionan múltiples perspectivas y representaciones del mundo que se hacen más evidentes con más complejo sea el conocimiento y diversos sean los contextos.
- La construcción del sentido se desarrolla a partir de ciertas situaciones: un problema, contradicciones, confusiones, errores, o un desequilibrio. Lo que produce el conocimiento es el desequilibrio. Cuando aparece el desequilibrio, la persona necesita reaccionar y encontrar una respuesta a ese desequilibrio. Las causas que origina el desequilibrio son diversas y van desde un problema, una pregunta, un error, una inquietud hasta una necesidad de apropiarse de un nuevo conocimiento.
- El conocimiento tiene que ser viable, adecuarse a nuestros propósitos. Por eso, no todo el conocimiento es igualmente válido. De las teorías se mantienen aquellos conceptos que resultan útiles para la supervivencia. En definitiva, el conocimiento equivale a una función de supervivencia y no a una descripción del mundo exterior. Lo que interesa es que los conocimientos que construyo encajen lo suficiente como para asegurar su viabilidad.

El constructivismo no es una teoría unificada y completa acerca de los procesos educativos en general, de los procesos de enseñanza y aprendizaje en particular y de las implicaciones cognitivas relacionadas con el sujeto de la educación (estudiante). Sin embargo, ha convertido en un marco de referencia con una amplia gama de modalidades, entre otras: La teoría del aprendizaje por insight de la Escuela Gestalt; La teoría de la equilibración de Piaget; la teoría del aprendizaje psicosocial de Vygotsky; la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

2.1.2.2.2.1. La Gestalt o el aprendizaje por insight. En contraposición con los principios del asociacionismo que considera el conocimiento como una suma de partes pre-existentes (se considera necesario la descomposición de las actividades o conductas en sus partes más simples para el aprendizaje), los gestaltistas consideran que el proceso de reestructuración tiene lugar por insight, o comprensión súbita del problema lo que implica además, la comprensión de la estructura global de la situación.

Las consideraciones acerca de la reestructuración, en este sentido no resultan muy precisas, debido a que no proporciona una explicación sobre la influencia de la experiencia basada en la comprensión súbita de un problema. Se puede afirmar, entonces, que rechazan el conocimiento como una naturaleza acumulativa o cuantitativa.

Cabe señalar que, si bien el insight se define como un proceso repentino o inmediato, algunos gestaltistas afirman que la llegada a ese punto puede requerir un largo proceso de preparación. El sujeto que aprende por medio del insight ve la situación con una nueva óptica que implica las relaciones lógicas entre los elementos, la conexión entre medio y fines. Además, el sujeto aprende reinterpretando sus fracasos y no sólo a través del éxito. Para aprender del éxito los sujetos deben ser capaces de comprender las razones estructurales que lo han hecho posible.

En el aprendizaje por insight, la experiencia previa puede en muchos contextos facilitar o también dificultar el insight. La experiencia previa facilita el insight en problemas estructuralmente similares o que tengan rasgos estructurales en común; dificulta el

aprendizaje por insight cuando las tareas requieren una solución nueva o productiva produciéndose un fenómeno de fijeza estructural (García, 1984)

Wertheimer (1945), propuso la división del pensamiento en productivo y reproductivo. Así, el pensamiento reproductivo es aquel que se limita a un empleo más o menos mecánico de la experiencia pasada para resolver situaciones nuevas, mientras que el productivo implica el descubrimiento de una nueva configuración perceptiva o conceptual, a través de la comprensión de la organización de los elementos que componen la nueva situación o problema. Así mismo, este autor expone un ejemplo de cómo la teoría de la relatividad por Einstein y la comprensión de la inercia por parte de Galileo sirven para entender cómo se produce la comprensión súbita de la estructura de los problemas científicos. En estos ejemplos, se analiza el descubrimiento de la teoría de la relatividad por Einstein y la comprensión de la inercia por parte de Galileo. En este último caso, se muestra que Galileo descubrió la ley de la inercia cuando se dio cuenta de que el reposo y el movimiento rectilíneo constante eran dos situaciones estructuralmente equivalentes. De esta forma, reorganizó completamente la estructura conceptual de la mecánica, al interpretar el reposo como un caso de velocidad constante.

En todo caso la toma de conciencia o insight adquiere dimensiones distintas en cada caso en particular. En el del aprendizaje de conceptos exige una reflexión sobre el propio proceso de pensamiento que no está necesariamente presente en el insight perceptivo. Reisnick señala que el sentimiento de comprender repentinamente una situación puede que no corresponda con un auténtico aprendizaje sino más bien con la toma de conciencia de un aprendizaje previamente realizado. En último extremo uno sólo puede tomar conciencia de algo que ya está presente.

Resumiendo, se puede decir que la teoría del aprendizaje por insight propone unos elementos interesantes sobre el desarrollo de conceptos, que siguen siendo muy actuales, pero que carece del suficiente estudio teórico que justifique la creación de los conceptos que proponen.

2.1.2.2.2. La teoría de la equilibración de Piaget. Uno de los principales aportes de Piaget (1981), es el mecanismo por el cual se genera el conocimiento en el niño: *la teoría de la equilibración*. Es decir, se trata de saber cómo es posible que los sujetos adquieran el conocimiento.

La teoría de equilibración de Piaget, en el contexto de las teorías de la reestructuración considera que el aprendizaje ocurre a partir de la reestructuración de las estructuras cognitivas internas. Pero, ¿por qué tipo de mecanismo ocurre la reestructuración de las estructuras cognitivas?

De acuerdo con las hipótesis epistemológicas de Piaget, la actividad cognitiva (aprendizaje) se desarrolla por la tendencia a la equilibración de dos mecanismos de adaptación: la asimilación y la acomodación, que Piaget llama invariantes funcionales, para destacar, primero, que funcionan tanto en el plano biológico como en el intelectual y, segundo, que se encuentran presentes en todos los organismos, tanto animales como humanos. Por esto, en la concepción piagetiana, el desarrollo del conocimiento tiene su origen cuando el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad y por tanto, está inscrito de cierto modo en los genes, o sea, que tiene un carácter innato. El aprendizaje estaría regido por un proceso de equilibración. Sólo cuando hay un desequilibrio cognitivo se produce el aprendizaje por los procesos de asimilación y acomodación.

Desde la perspectiva psicológica, la asimilación es el proceso por el cual el sujeto incorpora de nueva información a sus esquemas previamente existentes, después de haber interpretado la información que proviene del medio, en función de esos esquemas o estructuras conceptuales disponibles, aunque no quiere decir necesariamente que la integre con la información que ya posee.

La acomodación es la modificación de los esquemas asimiladores en función de los elementos que habían sido asimilados. Implica que los conocimientos se pueden adaptar a las características reales de los objetos. Mediante la acomodación el sujeto transforma la información que ya tenía en función a la nueva. El resultado final de la interrelación entre

los procesos de acomodación y asimilación es el equilibrio, que se produce cuando se ha alcanzado equilibrio entre las discrepancias o contradicciones que surge entre la información nueva que se asimila y la información que ya se tenía y a la que se ha acomodado.

Piaget elaboró a lo largo de su obra, varios modelos del funcionamiento de ese proceso de equilibración. En el último de ellos (Coll, 1987), sostiene que el equilibrio entre asimilación y acomodación se produce -y se rompe- en tres niveles de complejidad creciente.

- El esquema que posee un sujeto debe contener la información que asimila
- Debe existir un equilibrio entre los esquemas que forman el pensamiento del sujeto y que se refieren a la información asimilada y acomodarse recíprocamente. De lo contrario, se produce un conflicto cognitivo o desequilibrio entre dos esquemas.
- El nivel superior del equilibrio consiste en una integración jerárquica de esquemas, es decir, hay un determinado concepto que para poder ser incorporado requiere de la participación de otros conceptos. En este caso, la acomodación de un esquema produce cambios en el resto de los esquemas asimiladores. De no ser así, se producirán continuos desequilibrios o conflictos entre esos esquemas.

En este sentido, el equilibrio es la toma de conciencia a través de la asimilación y la acomodación. La toma de conciencia de un conflicto cognitivo debe considerarse necesaria aunque no suficiente para la reestructuración de los conocimientos. Esto solo se logra a través de dos clases respuestas al conflicto cognitivo:

Respuesta no adaptativa: Se abandona el esfuerzo por aprender y no se cambian los esquemas.

Respuesta adaptativa: Toma de conciencia de la perturbación estímulo - intento por resolverla.

Sin embargo no toda respuesta adaptativa conduce a la reestructuración. De hecho, mientras los desequilibrios entre esquemas y objetos de conocimiento son muy frecuentes, la toma de conciencia de tales conflictos es mucho menor.

Por último, Piaget considera que el aprendizaje implica la construcción de estructuras cognitivas en un proceso temporal. Al considerar al sujeto como constructor de sus adquisiciones en interrelación con el objeto, estas no necesitan esfuerzos para establecerse. La motivación es inherente al propio proceso de construcción no externa al sujeto.

2.1.2.2.3. Teoría de Vygotsky. La Teoría de Vygotsky (1934), aporta la importancia de la organización del contexto social y cultural, en el que cualquier conocimiento se genera. En este sentido, su enfoque centrado en los factores externos, se puede percibir como complementario al de Piaget, centrado en una perspectiva marcadamente individual.

Para Vygotsky los significados se encuentran en medio social externo, pero deben ser asimilados o interiorizados por cada sujeto individualmente, ayudado o mediado por la interacción de otras personas. El nivel de desarrollo potencial estaría constituido por lo que el sujeto sería capaz de hacer con ayuda de otras personas o de instrumentos mediadores externamente proporcionados. La diferencia entre el desarrollo efectivo y el desarrollo potencial sería la Zona de Desarrollo Potencial de ese sujeto o Zona de Desarrollo Próximo. Este concepto constituye un fundamento teórico sólido en que puede apoyarse el docente para orientar al estudiante hacia el logro de aprendizajes cada vez más avanzados.

En este proceso de mediación distingue dos clases de instrumentos: las herramientas y los signos. La herramienta actúa directamente sobre el estímulo modificándolo. El signo no actúa sobre el estímulo, sino sobre la persona que lo utiliza, es decir, como mediador de la persona con el entorno (ej. lenguaje). Por tanto, para Vygotsky, el aprendizaje sería un proceso que va desde el exterior del sujeto al interior, convirtiendo las acciones externas sociales en internas psicológicas (Coll, 1987).

En su concepción sobre la formación de conceptos, Vygotsky estableció que la unidad de análisis de la psicología debía de ser el significado de la palabra. Por tanto, la noción de concepto tiene su origen en la palabra. Una vez que la palabra se internaliza pasa a formar un signo mediador.

Además, en sus estudios sobre la formación de conceptos, Vygotsky rechaza las leyes de la asociación para la formación de los conceptos, aunque no de forma tan radical como otros estructuralistas, ya que en su opinión los procesos asociativos no deben de ser rechazados.

La estrecha vinculación entre los procesos de aprendizaje y la instrucción en la internalización y consiguiente reestructuración de mediadores simbólicos es particularmente clara cuando se analizan las ideas de Vygotsky sobre el aprendizaje de conceptos. Vygotsky establece una jerarquización diferentes formas de conocimiento:

Conceptos espontáneos: Conglomeraciones sincréticas (Cúmulos no organizados): agrupación de objetos dispares sin ninguna base común. La etapa se caracteriza por el uso de palabras como nombres propios, que recurriendo a la distinción clásica entre referencia y significado en la definición de los conceptos tienen según Vygotsky, como única función la referencia, careciendo de significado.

Con el fin de comprobar la importancia de la palabra en la formación de conceptos espontáneos o familiares en los niños -por oposición a los conceptos científicos- Vygotsky recurre al método de la doble estimulación, también conocido como método genético-experimental. Este método, es coherente con la ley de doble formación y con el concepto de zona de desarrollo potencial, y consiste en la presentación simultánea de dos series de estímulos, una como centro de la actividad del niño y la otra como conjunto de signos que pueden servir para apoyar esa actividad.

Mediante este método, Vygotsky identificó tres fases principales en la formación de conceptos espontáneos en los niños. Aunque la primera fase, los cúmulos no organizados, parece ser característica sólo de los niños preescolares, las dos fases superiores, los complejos y los conceptos, se producen también en el aprendizaje adulto de conceptos.

La clasificación de los objetos mediante cúmulos no organizados consiste en agrupar objetos dispares sin ninguna base o rasgo común. Las palabras proporcionadas por la serie de estímulos auxiliares no tienen en este tipo de clasificación ningún significado. Esta fase se corresponde con el pensamiento sincrético o participativo

Pseudoconceptos: Reúnen objetos adecuadamente pero a partir de rasgos sensoriales inmediatos, sin que el sujeto tenga una idea precisa de los rasgos comunes de los objetos. Los pseudoconceptos no sólo aparecen en el pensamiento infantil, porque aunque a partir de la adolescencia, los sujetos ya son capaces de formar auténticos conceptos, los adultos conviven simultáneamente con ambas formas de pensamiento. En la medida en que los pseudoconceptos se basan en una generalización de rasgos generales, éstos son una vía en el camino de la formación de los conceptos genuinos, además de generar conceptos potenciales o la abstracción de un rasgo constante en una serie de objetos.

Los pseudoconceptos tienen los mismos referentes que sus conceptos correspondientes pero distinto significado. Ello hace que sean muy difíciles de diferenciar de los conceptos. Al mismo tiempo, al compartir prácticamente el mismo campo referencial, es posible la comunicación a través del lenguaje entre personas que no atribuyen el mismo significado a las palabras pero sí los mismos referentes. De hecho, según Vygotsky, el origen de los pseudoconceptos estaría en una asimilación del habla adulta, pero careciendo de los conceptos o generalizaciones adecuados para captar también el significado de las palabras.

Conceptos científicos: Estos son los conceptos científicos adquiridos a través de la instrucción. Siguen el camino inverso seguido por los espontáneos, esto es mientras que los primeros van de lo abstracto a lo concreto, los segundos van de lo concreto a lo abstracto. Se caracterizan por:

- a) Los conceptos científicos forman parte de un sistema.
- b) Se adquieren a través de una toma de conciencia de la propia actividad mental.
- c) Implican una relación especial con el objeto basada en la internalización de la esencia del concepto.

Los dos primeros aspectos son fundamentales en la adquisición de conceptos científicos y determinan el logro del tercero. De hecho, la sistematización y la toma de conciencia son inseparables en el aprendizaje de conceptos científicos. A diferencia de los conceptos espontáneos en los que la actividad consciente del sujeto está dirigida a los propios objetos, a cuyos rasgos se aplican los procesos de generalización y de análisis, en la formación de los verdaderos conceptos la conciencia del sujeto está dirigida hacia los propios conceptos. Por ello, los conceptos espontáneos y científicos se aprenden por vías opuestas; los conceptos espontáneos van de lo concreto a lo abstracto mientras que los científicos siguen el camino inverso. Según Vygotsky, el desarrollo de los conceptos espontáneos del niño procede de modo ascendente y el de sus conceptos científicos de modo descendente.

Estas vías opuestas son posibles porque los conceptos no se hallan aislados sino que forman parte de una pirámide de conceptos. La adquisición de los conceptos espontáneos parte de abstracciones realizadas sobre los propios objetos, pero la adquisición de conceptos científicos parte del propio sistema o pirámide de conceptos. Un concepto científico sólo adquiere significado por su relación con otros conceptos dentro de esa pirámide.

Un concepto sólo pueda estar sujeto a un control consciente y deliberado cuando es parte de un sistema. Si conciencia significa generalización, la generalización a su vez significa la formación de un concepto supraordenado que incluye el concepto dado como un caso particular. Un concepto supraordenado implica la existencia de una serie de conceptos subordinados y presupone también una jerarquía de conceptos de niveles de generalidad. Por ello, en la adquisición de conceptos científicos, conciencia y sistematización son una misma cosa, ya que los conceptos se adquieren tomando conciencia de su relación con otros conceptos dentro de la pirámide.

De esta forma, los diferentes procesos seguidos en el aprendizaje de los conceptos espontáneos y científicos determinan definiciones y estructuraciones distintas de los mismos. Así, los conceptos espontáneos se adquieren y se definen a partir de los objetos a que se refieren, por su referencia, mientras que los conceptos científicos se adquieren

siempre por relación jerárquica con otros conceptos, por su sentido. Esto hace que en los conceptos científicos llegue a captarse la esencia del concepto, posible mediante el análisis consciente de sus relaciones con otros conceptos.

En opinión de Vygotsky, los conceptos científicos, adquiridos en la instrucción, son la vía a través de la cual se introduce en la mente la conciencia reflexiva, que posteriormente se transfiere a los conceptos espontáneos.

2.1.2.2.2.4. Aprendizaje significativo de Ausubel. La teoría del aprendizaje propuesta por Ausubel (2002), se ocupa específicamente de los procesos de enseñanza/aprendizaje de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados por el niño en su vida cotidiana (Pozo, 1999). Centra su atención en el aprendizaje proposicional como base sobre la que los individuos construyen sus significados propios. La idea central en la teoría de Ausubel es el de aprendizaje significativo como contraposición al aprendizaje memorístico sin sentido y se refiere, tanto a contenidos conceptuales con estructuración lógica propia, como a aquel material que potencialmente puede ser aprendido de forma significativa.

El aprendizaje de conceptos conlleva al desarrollo y la comprensión de estructuras conceptuales que no puede alcanzarse únicamente por procedimientos asociativos, como en el aprendizaje memorístico. Y si bien el aprendizaje memorístico es importante en determinadas situaciones y contextos, éste pierde importancia a medida que se incorpora un mayor volumen de conocimientos cuyo aprendizaje requiere el establecimiento de relaciones significativas. Desde la perspectiva de Ausubel el aprendizaje significativo es más eficaz que el memorístico.

Un aprendizaje se dice significativo cuando supone la posibilidad de atribuir significado a una nueva información (concepto, idea, proposición) a través de una especie de anclaje de forma no arbitraria y sustantiva o no literal, con conceptos, ideas, proposiciones ya existentes en la estructura de conocimientos (o de significados) del individuo. Según Ausubel, en la mente del individuo hay una red orgánica de ideas, conceptos, relaciones,

proposiciones, vinculadas entre sí que sirven de anclaje para la nueva información y reciben el de nombre subsunsores, o subsumidores. Cuando llega una nueva información, ésta puede ser asimilada (atribuirle significado) en la medida que se ajuste bien a la estructura conceptual preexistente, y ésta a su vez se modifique, es decir, los subsunsores van adquiriendo nuevos significados que interactúan entre sí. La estructura cognitiva está constantemente reestructurándose durante el aprendizaje significativo. El proceso es dinámico; el conocimiento va siendo construido (Moreira, 2000).

La vinculación de los nuevos conocimientos con los ya existentes es, un proceso activo y personal (Ontoria, et al., 1992 [2000]). Activo, porque implica una actitud deliberada de interés hacia el conocimiento por parte del individuo. Personal, porque la significación de toda la tarea de aprendizaje, depende de los recursos cognitivos que emplea cada individuo para asimilar la información y construir el conocimiento.

El proceso del aprendizaje significativo requiere de la realización de tareas potencialmente significativas que a su vez dependen de: la naturaleza del material que se va a aprender y la actitud de aprendizaje significativa del estudiante (Ausubel, 2002). Con respecto a la naturaleza del material, éste debe ser potencialmente significativo, es decir que permita establecer una relación sustantiva, intencionada (no arbitraria) y sustancial (no al pie de la letra) con los conocimientos e ideas del estudiante. Por otra parte, la actitud del estudiante al aprendizaje significativo, conlleva una disposición e interés a utilizar su conocimiento e ideas previas, en conjunción con una serie de estrategias cognoscitivas que le permitan adquirir un conocimiento, almacenarlo, recuperarlo y transferirlo.

2.1.2.2.2.4.1. Tipos de aprendizaje significativo. Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo de acuerdo al grado creciente de complejidad: de representaciones conceptos y de proposiciones.

Aprendizaje de Representaciones. Es el aprendizaje más básico del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Ocurre cuando se atribuyen significados a determinados símbolos (palabras) arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos). Los

símbolos pasan a significar para el individuo aquello que los referentes significan. Este tipo de aprendizaje es característico de los niños y es un proceso de adquisición del vocabulario. Primero el niño aprende palabras que representan objetos reales que tienen significado para él. Sin embargo no los identifica como categorías. Cabe señalar que en el proceso de aprendizaje de representaciones es necesario resaltar dos aspectos: primero, el aprendizaje antes de los conceptos en el cual la palabra es igual a la imagen concreta y específica de los que tales referentes significan; segundo el aprendizaje después de la formación de conceptos, caracterizado por la adquisición de nuevo vocabulario para representar el aprendizaje (Ontoria, et al., 1992[2000]).

Aprendizaje de conceptos. Los conceptos representan símbolos y palabras (como las representaciones) pero con un mayor grado de abstracción en función de unos atributos de criterio comunes. Por esto, los conceptos surgen cuando se relacionan determinados objetos, sucesos con atributos comunes a todos ellos. Ausubel presenta dos formas del aprendizaje: formación y asimilación.

En la formación de conceptos, los atributos del concepto se adquieren a través de la experiencia concreta, en sucesivas etapas de formulación y prueba de hipótesis.

El aprendizaje de conceptos por asimilación se produce a medida que el niño relaciona los nuevos conceptos con los aprendidos previamente formando estructuras conceptuales.

Aprendizaje de proposiciones. Ausubel (2002), lo define como la captación del significado de nuevas ideas expresadas en formas de proposiciones. Una proposición es una frase u oración que contiene varios conceptos. Este tipo de aprendizaje implica la formación de proposiciones a partir de la combinación y relación de varias palabras entre sí cada una de las cuales constituye un referente distinto. La proposición resultante de la combinación de las palabras es más que la simple suma de los significados de las palabras componentes individuales. La proposición significado es asimilada a la estructura cognoscitiva del alumno y produce un nuevo significado más complejo. Las proposiciones conllevan la relación entre conceptos y solo pueden ser adquiridas por asimilación.

La asimilación de significado y su tipología. La característica esencial en el proceso de asimilación es la interacción entre la estructura del material a aprender y la estructura cognitiva del que aprende para formar una estructura cognoscitiva diferenciada. La estructura cognitiva se puede describir como un conjunto de conceptos, organizados de forma jerárquica, que representan el conocimiento y las experiencias de una persona. De este modo, el aprendizaje significativo requiere que la estructura cognitiva del sujeto que aprende contenga conceptos base con los cuales las ideas nuevas pueden ser relacionadas. El factor individual más importante que influye en el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe.

Por otra parte, el aprendizaje significativo involucra la asimilación de conceptos y proposiciones. En este contexto, los conceptos se definen como *regularidades* en eventos u objetos (o los registros de eventos u objetos) a los cuales se les ha asignado una etiqueta nombre (Novak y Gowin, 1988).

En dependencia de la manera cómo la nueva información interactúa con la estructura cognitiva, las tipologías de aprendizaje planteadas por la teoría de la asimilación son las siguientes:

Aprendizaje subordinado. Este tipo de aprendizaje se presenta cuando la nueva información se articula con los conocimientos previos de la estructura cognoscitiva del sujeto, y el nuevo significado del aprendizaje refleja una relación de subordinación, pues involucran la subsunción de conceptos y proposiciones potencialmente significativos a las ideas más generales e inclusivas preexistentes en la estructura cognitiva.

Se distinguen dos tipos de aprendizaje significativo subordinado: derivativo y correlativo. El aprendizaje subordinado *derivativo* es aquel que ocurre cuando los nuevos conceptos tienen un carácter de ejemplo específico de un concepto (inclusores) ya establecido en la estructura cognitiva, o confirma o ilustra una proposición general, previamente aprendida. El aprendizaje subordinado es correlativo, si el nuevo material es aprendido como es una extensión elaboración, modificación o limitación de proposiciones previamente aprendidas.

En este caso la nueva información también es integrada con los subsumidores relevantes más inclusivos pero su significado no es implícito por lo que los atributos de criterio del concepto incluido pueden ser modificados.

Aprendizaje supraordinado. En este tipo de aprendizaje los conceptos nuevos a aprender son de mayor nivel de generalidad, abstracción e inclusividad que las ideas relevantes existentes en la estructura cognoscitiva del sujeto, y en el aprendizaje ocurre un razonamiento inductivo que implica, además la síntesis de ideas componentes.

Aprendizaje combinatorio. El aprendizaje combinatorio se produce cuando se genera una nueva relación entre dos o más conceptos sin que se produzca inclusión de unos conceptos en otros, es decir la nueva información no se relaciona de manera subordinada, ni supraordinada con la estructura cognoscitiva previa.

Diferenciación progresiva y reconciliación integradora. A medida que nuevas ideas son incorporadas por un cierto elemento inclusor (ideas previas existentes en la estructura cognitiva), estas adquieren significado y el elemento inclusor se va modificando por la incorporación de significados adicionales y se produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos o proposiciones, dando lugar a una ***diferenciación progresiva.*** Este proceso se presenta durante la asimilación, pues los conceptos subsumidores adquieren nuevos significados, es decir, son progresivamente diferenciados ya están siendo reelaborados y modificados permanentemente.

La ***reconciliación integradora*** ocurre en el aprendizaje supraordinado o en el combinatorio, cuando una nueva información es adquirida, y los elementos constituyentes de la estructura cognitiva se pueden precisar, relacionar, reorganizar y adquirir nuevos significados. Además, todo aprendizaje producido por la reconciliación integradora implica una mayor diferenciación de los conceptos o proposiciones ya existentes pues la reconciliación integradora es una forma de diferenciación progresiva presente durante el aprendizaje significativo (Moreira, 1993). La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos relacionados que ocurren a medida que el aprendizaje

significativo ocurre. La estructura cognitiva se caracteriza por lo tanto, por presentar una organización dinámica de los contenidos aprendidos.

2.1.2.3. El aprendizaje significativo como base de los mapas conceptuales. Como ya se ha señalado la idea central de la teoría ausubeliana es la amplia aclaración conceptual sobre la importancia de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, sus aportes se centraron en la fundamentación teórica y no llegaron a desarrollar instrumentos simples que le permitieran al profesor conocer lo que el alumno ya sabía.

Ahora bien, la presencia de conocimientos previos no garantiza el aprendizaje significativo, más aún cuando el nivel de procesamiento es relativamente bajo. Este ha sido el principal objetivo y la justificación de la creación por parte de Novak de los mapas conceptuales, el intentar crear una proyección práctica y funcional de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Novak y Gowin (1988), sostienen que los mapas conceptuales se han desarrollado especialmente para establecer comunicación con la estructura cognitiva del alumno, y para exteriorizar lo que el alumno ya sabe de modo que quede a la vista, tanto de él mismo como del profesor.

La realización de los mapas conceptuales coincide plenamente con el proceso de adquisición del aprendizaje significativo de Ausubel, ya que el mapa conceptual se genera de la intención de querer relacionar los nuevos conceptos, con los presentes en la estructura cognitiva y, dependiendo de la configuración de dicha estructura cognitiva (cantidad de conceptos, ideas inclusoras, etc.), se obtendrá una organización de mapa u otra.

La diferenciación progresiva es otro de los principios de la teoría ausubeliana. Esta supone, por una parte, que la estructura cognitiva de los sujetos que aprenden está organizada de forma jerárquica, y los conceptos en ella presentes se diferencian progresivamente en relación a su grado de inclusividad o generalidad. Pero, por otro parte, estos conceptos son dinámicos ya que están en un continuo proceso de transformación. Cuando un nuevo concepto es aprendido y pasa a formar parte de un concepto más general o subsumidor, este último también sufre alguna modificación. Si este proceso se repite a menudo, el concepto

subsumidor sufra una transformación o diferenciación progresiva a lo largo del tiempo. Los mapas conceptuales constituyen un instrumento para ilustrar, la organización y el grado de diferenciación de conceptos de la estructura cognitiva del estudiante, mostrando además, los niveles jerárquicos conceptuales que sobre un tema determinado o disciplina posee.

Para obtener un buen aprendizaje no basta con la diferenciación progresiva de los conceptos, sino que además es necesario establecer conexiones cruzadas entre distintos conceptos de diferentes ramales conceptuales. La creación de nuevas relaciones conceptuales, entre conceptos aparentemente poco relacionados y situados en distintos niveles de la jerarquía conceptual facilita, otro de los principios importantes de la teoría ausubeliana, la reconciliación integradora y se relaciona con capacidad creativa y con originalidad de las ideas. La reconciliación integradora establece que existe una mejora en el aprendizaje significativo, cuando el que aprende reconoce nuevas relaciones (vínculos conceptuales) entre conjuntos relacionados de conceptos o proposiciones.

El valor agregado en la utilización de los mapas conceptuales como instrumento adecuado para el aprendizaje significativo, en todos los niveles educativos se evidencia en que:

- Su uso permite evidenciar los contenidos de las experiencias previas del aprendiente.
- Permite evaluar lo que sabemos y cómo lo sabemos, lo cual favorece la iniciativa personal.
- Permite descubrir pautas para la consecución del aprendizaje el aprendizaje. Genera redes de relaciones entre los conceptos conocidos y da significado a conceptos nuevos que se asocian a las redes ya consolidadas.
- Pone de manifiesto concepciones erróneas.
- Es un instrumento que facilita la comprensión lectora

Beltrán (1993), considera que el uso de mapas conceptuales en la consecución de aprendizajes significativos se aprecia más fácilmente cuando los contenidos de aprendizaje están organizados, poseen una estructura y están relacionados entre sí. Ningún instrumento mejor que los mapas conceptuales para lograr este objetivo. De esta manera los mapas conceptuales es una técnica que ha demostrado gran utilidad para lograr el aprendizaje significativo.

2.1.3. Marco Conceptual

2.1.3.1. ¿Qué son los mapas conceptuales? Los mapas conceptuales son la representación gráfica del estado del conocimiento de un sujeto o grupo acerca de un asunto específico, en un momento dado. Es una herramienta gráfica para organizar y representar conocimiento a través de conexiones entre conceptos relacionados con el asunto abordado (Novak & Cañas, 2006). Los mapas conceptuales están formados por *conceptos* relacionados a través de *palabras enlaces*. Los conceptos representan un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones y están organizados en una jerarquía de diferentes niveles de generalidad o inclusividad conceptual, esto es los conceptos de mayor generalidad ocuparán los espacios superiores del mapa, mientras que los más específicos o menos inclusivos los lugares inferiores. La jerarquía de los conceptos depende del contexto o tema del mapa conceptual, por esto, un mismo concepto puede ocupar diferentes lugares en distintos mapas conceptuales (Aguilar, 2006).

Los componentes fundamentales de los mapas conceptuales, como ya se ha mencionado, son: *términos conceptuales*; *conectores*; *proposiciones*.

Términos conceptuales: Expresan conceptos. Los conceptos expresan eventos u objeto que se denomina con un nombre o etiqueta.

Palabras enlace: Son las conjunciones, los adverbios y en general todas las palabras que no sean conceptos y que se utilizan para relacionar los conceptos en frases u oraciones con significado lógico.

Proposición: es una unidad semántica formada por la conexión de dos o más conceptos a través de palabras enlace.

La elaboración de un mapa conceptual no consiste en hacer un esquema. Fundamentalmente deben formarse proposiciones con significado, como criterios de verdad o falsedad anexando conceptos a través de palabras clave.

Los mapas conceptuales poseen las siguientes características:

- *Selectividad:* para la construcción de un mapa conceptual hay que seleccionar los conceptos más importantes. Los conceptos aparecen solo una vez.
- Son *Inclusivos:* existen conceptos generales que se enlazan con otros conceptos menores y por lo tanto más específicos. En las relaciones cruzadas existe la posibilidad de que un concepto específico se enlace con una más general.
- Son *Jerárquicos:* en el sentido de que existe una relación de subordinación entre el concepto clave y los conceptos que se enlazan con él. Esta jerarquía adquiere diferentes rasgos según sea la naturaleza del mapa conceptual. En otras palabras, las relaciones de sub o superordinación son relativas, lo que posibilita que un conjunto de conceptos sea representado por dos o más jerarquías válidas. Entonces, puede existir una jerarquía, que vaya de lo más complejo a lo más simple, de lo más antiguo a lo más moderno, de lo más abstracto a lo más concreto, inductivamente o deductivamente, etc.
- Son *Idiosincrásicos:* Todo sujeto que elabora un mapa conceptual tiene una manera distinta de establecer las relaciones que existen entre los conceptos, darle diferente organización jerárquica, porque posee sus propios esquemas mentales con relación a cualquier conocimiento.

- Son *Integradores*: un mapa conceptual es la representación gráfica de los conocimientos como un todo, en el que se incluyen la mayor parte de las relaciones conceptuales que un individuo puede realizar, en función de sus propios esquemas mentales.
- Son *sintetizadores*: un mapa conceptual permite esquematizar las relaciones conceptuales que un individuo puede realizar, a partir de los aspectos más relevantes y de mayor significado para él, dejando de lado los aspectos superfluos o de menor importancia. Esto muestra que los mapas conceptuales deben reflejar la comprensión de lo aprendido, y no es solo la transcripción de conceptos en un esquema gráfico.
- Son *Interrelacionadores*: cada una de las partes de un mapa conceptual está vinculada con el resto, lo que permite la activación de cualquiera de sus partes puede cuando se activan las otras. Esto es evidencia de una red estructural de conceptos que representan un dominio de conocimiento determinado.
- Causan un *impacto visual*: Un buen mapa conceptual es conciso y muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, sobre la base de la notable capacidad humana para la representación visual”.

El mapa conceptual es actualmente un conjunto de prácticas e intereses de investigación y una técnica de que, desde la perspectiva cognoscitiva pretenden servir de herramienta metodológica en el proceso de aprendizaje para representar el conocimiento y que pueda lograrse un aprendizaje significativo, acorde con la teoría de Ausubel, y que desde una interpretación constructiva de la enseñanza se articula con el principio de la actividad mental de los estudiante, en contradicción con la práctica cotidiana y tradicional que da prioridad al desarrollo del contenido temático programado y a un aprendizaje memorístico.

2.1.3.2. Distintos usos de los mapas conceptuales. El mapa conceptual es una herramienta heurística que facilita al estudiante la construcción del conocimiento y ha demostrado ser una herramienta eficiente para fomentar el aprendizaje en diversos aspectos de la educación y entrenamiento, que incluye: evaluar; consolidar experiencias educativas;

determinar el conocimiento previo del estudiante; organizar contenido; ayuda en el estudio; apoyar la cooperación y colaboración; resumir lo que se ha aprendido; tomar de notas; planificar; mejorar condiciones efectivas para el aprendizaje, resolución de problemas (Azcárate, Serradó y Cardeñoso, 2004; Cañas y Badilla, 2005;).

2.1.3.2.1. Como herramienta para la enseñanza. La enseñanza de las ciencias se puede hacer desde una didáctica centrada en el aprendizaje conceptual porque resulta útil para ayudar a identificar no solo a conceptos de importancia para los estudiantes, sino también, los diversos niveles conceptuales implicados en las temáticas estudiadas. Esta didáctica crea habilidades de pensamiento como análisis, síntesis, inferencia y extrapolación de conceptos.

Los mapas conceptuales constituyen una de las herramientas más utilizadas en la gestión del aprendizaje por la posibilidad que estos ofrecen de personalizar la enseñanza, el aprendizaje, compartir conocimiento, para aprender a aprender, y desde una perspectiva innovadora e investigadora, los mapas conceptuales son una fuente de información para que el docente pueda regular el proceso de enseñanza aprendizaje.

Esta enseñanza cumple con varios propósitos, entre los que se pueden destacar: la exploración de los conocimientos previos de los estudiantes; la identificación de conceptos claves en contenidos específicos; como organizador de material objeto de estudio tanto a profesores como a estudiantes; como facilitador y motivador del aprendizaje; como herramienta metacognitiva que ayuda a pensar a los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje.

Como es sabido, los mapas conceptuales ayuda a producir una interacción entre los conocimientos más relevantes que el estudiante ya posee y el nuevo conocimiento que se apropia, de tal forma que ésta adquiere un significado, integrándola a la estructura cognitiva de manera sustancial y no arbitraria. De aquí se desprende que como técnica de enseñanza, posibilita la organización del objeto de aprendizaje y hace explícita la estructura cognoscitiva previa del sujeto que aprende respecto un tema como objeto de estudio.

Como instrumento de jerarquización y estructuración de los conceptos, el mapa conceptual puede ser utilizado por los profesores en la planificación del material que enseñan porque facilitan la preparación de las sesiones de aprendizaje y su ordenamiento secuencial. En este sentido, el aprendizaje de los significados de los materiales didácticos que se preparan a partir de ellos, resultan bastante sencillo para los estudiantes. Por eso es importante que los estudiantes aprendan a elaborar sus propios mapas para que aprovechen plenamente su utilización, en situaciones pertinentes.

2.1.3.2.2. Como organizador previo. Los mapas conceptuales ayudan al docente construir contenidos con sus estudiantes y explorar con ellos, los conocimientos previos; facilitan a los estudiantes la organización, interrelación y fijación del conocimiento al fomentar la reflexión, el análisis y la creatividad del mismo. Del Castillo-Olivares (2006), plantea que los mapas conceptuales no deben ser solamente el principio y el fin de un contenido, -no deben constituirse en estructura acabadas-, deben estar siempre disponibles para ser editados en un proceso permanente de aprendizaje dinámico.

Los mapas conceptuales se pueden utilizar para realizar una presentación inicial de un tema o unidad, facilitando la posterior incorporación por parte del estudiante, de los nuevos conocimientos en el esquema previo. En este caso, el mapa no sería exhaustivo, sino que funcionaría más a modo de una estructura, de un organizador previo de contenidos que posteriormente el estudiante iría rellenando.

Elaborar una visión global y completa al finalizar el desarrollo de un tema. El docente puede pedir a sus alumnos que completen el mapa inicial, añadiendo a los conceptos fundamentales otros no tan inclusivos, explicitando relaciones entre ellos o incluso solicitando que se relacione un tema con los anteriores.

Usando la técnica de mapas conceptuales el estudiante aprende a tomar conciencia de sus conocimientos previos, a organizar la nueva información relacionándola con lo estudiado con anterioridad, y a elaborar resúmenes y síntesis diferenciando lo fundamental de lo superfluo. Lo anterior hace de los mapas conceptuales una herramienta muy potente para

recordar lo que el estudiante debe conocer. Finalmente, el mapa conceptual es también útil para que el estudiante aprenda a escribir de manera ordenada, tanto en la estructura del discurso como en la elaboración de frases. Este objetivo se puede alcanzar pidiendo al estudiante que realice la operación inversa a la elaboración de un mapa conceptual, es decir, traduzca en un documento escrito lo construido en un mapa conceptual.

2.1.3.2.3. Como técnica de estudio. Como técnica de estudio, los mapas conceptuales permiten seleccionar las ideas importantes de un determinado saber y proporcionan un resumen esquemático del mismo, facilitando su aprendizaje. De esta manera, la realización de mapas conceptuales, requiere de un proceso de estudio activo, que posibilita la selección de las principales ideas y su relación entre sí, desde una dimensión vertical y horizontal.

La utilización de mapas conceptuales como técnica de estudio es muy útil ya que:

- Facilita la organización lógica y estructurada de los contenidos de aprendizaje, ya que son útiles para seleccionar, extraer y separar la información significativa, conceptos importantes de la información de poca utilidad.
- Posibilita la relación del conocimiento que se aprende con los contenidos con la estructura cognitiva del sujeto, permitiendo mayor capacidad de comprensión.
- Integra la información en un todo, estableciendo relaciones de subordinación e interrelación
- Permite ahorrar tiempo a la hora de estudiar, aunque al principio consuma un mayor esfuerzo el habituarse al método de trabajo.
- Organizar el material de estudio.
- Incorporar nuevos conceptos en la propia estructura de conocimiento.
- Puede aplicarse para el estudio en cualquier área del conocimiento

De esta manera los mapas conceptuales como técnica de estudio conduce a la creación de esquemas gráficos ordenados en diferentes estructuras de niveles de abstracción similares a la organización del conocimiento en la estructura cognitiva del sujeto que aprende.

2.1.3.2.4. Como método de aprendizaje colaborativo. Una de las funciones más útiles en la construcción de los mapas conceptuales es la de ayudar a un grupo a llegar a un consenso sobre el conocimiento colectivo que posee acerca de una pregunta o de un conjunto de preguntas de interés para el equipo (Novak, 1998).

Los mapas de conceptuales se pueden emplear para facilitar el trabajo colaborativo. Entre los procedimientos más utilizados es la realización del mapa conceptual, primero de forma individual y, a continuación, de forma colectiva, consensuando con los estudiantes los mapas conceptuales individuales. El trabajo de dos o más estudiantes en la elaboración de un mapa conceptual, permite entre ellos un intercambio de ideas muy útil y el uso de un lenguaje que les resulta más familiar y comprensible a todos.

Cuando los estudiantes trabajan colaborativamente tienen que negociar metas, la representación del problema, como así también el significado de conceptos y procedimientos involucrados. Además tienen que hacer explícitos su conocimiento y su pensamiento. Para establecer la comprensión común, deben intercambiar argumentos y negociar significados. En este sentido la elaboración de mapas desde una perspectiva colaborativa permiten realizar acciones comparativas entre sus propias ideas y la elaboración de las afirmaciones del otro, los significados pueden modificarse, refinarse o extenderse.

Así mismo, la construcción de mapas conceptuales con el programa informáticos Cmaps Tools facilita el aprendizaje colaborativo a través de la red, ya sea local, o en Internet.

2.1.3.2.5. Como instrumento de evaluación. Cabe señalar que uno de los propósitos de la enseñanza es el de desarrollar en el estudiante conocimiento proposicional. Para esto, se necesita que los conceptos estén relacionados de manera significativa y es precisamente la elaboración de mapas conceptuales la promueve el establecimiento de conexiones entre los conceptos, que a su vez reflejan el nivel de organización de los conocimientos en la estructura cognitiva del sujeto que aprende, por lo que el mapa conceptual puede ser para el profesor una herramienta útil para evaluar.

Desde hace más de tres décadas las investigaciones acerca de los mapas como herramienta de evaluación han mostrado gran utilidad en la evaluación de los aprendizajes logrados a través de los trabajos en las aulas de clase. Diversos investigadores enfatizan su importancia como instrumento para “negociar significados”, porque permiten observar cambios en las estructuras cognitivas de los estudiantes (Sanson Ortega, et al., 2005).

Como instrumento de evaluación, un mapa conceptual es una tarea que representa la organización del conocimiento en un tópico específico y que puede ser dilucidada través tres aspectos importantes (Ontoria, et al., 1992[2000]).

- a) *La organización jerárquica de la estructura cognitiva:* Las proposiciones y conceptos más generales incluyen proposiciones y conceptos más específicos y menos inclusivos. Esto permite evaluar si el estudiante ha logrado comprender correctamente las relaciones conceptuales de los saberes aprendidos.
- b) *La diferenciación progresiva de los conceptos:* La diferenciación de conceptos demuestra un nivel alto de comprensión y demuestra aprendizaje de saberes conceptuales. El grado de diferenciación de los conceptos que elabora cada estudiante, a través de la inclusión de los conceptos y relaciones que hacen conexiones con un saber específico, se puede evaluar a través de los mapas conceptuales.
- c) *La reconciliación integradora:* Los mapas conceptuales permiten, por un lado, reconocer nuevas relaciones entre conjuntos de conceptos. Por otro lado los mapas conceptuales se usan para valorar las concepciones y relaciones erróneas que se tenían de los conceptos, reconciliando e integrando los conocimientos previo.

La evaluación con mapas conceptuales representa una excelente opción. Novak (1998) elaboró los mapas a falta de una herramienta de evaluación que demostrara de forma clara y precisa, los cambios de la comprensión conceptual de los alumnos.

La evaluación y seguimiento del aprendizaje del estudiante es una de las utilidades más importantes del mapa conceptual. El mapa puede ser utilizado tanto para la evaluación

inicial y el diagnóstico de los conocimientos previos del estudiante, como para la evaluación formativa realizada durante el proceso didáctico, o la evaluación al final del proceso, con el fin de establecer el grado de aprendizaje.

2.1.3.2.6. Como instrumento en la resolución de problemas. Los mapas conceptuales también han sido empleados en la detección del proceso que se lleva a cabo en la resolución de problemas. Contreras (1993, p. 79), señala "el uso sistemático de mapas conceptuales nos permite conocer detalladamente el proceso o procesos sucesivos empleados por el alumno para resolver el problema, con la subsiguiente detección de estrategias personales, y la planificación de una instrucción que las haga más adecuadas y efectivas y, fundamentalmente, más racionales". El mapa conceptual sirve como una guía que evidencia o explica los pasos seguidos por los estudiantes en la resolución de problemas, aspecto que no es fácilmente detectable por otros medios.

En la resolución de problemas en clase, el mapa conceptual puede ser empleado como estrategia de aprendizaje, cuando el estudiante lo construye de forma individual o en grupo. De esta forma, el estudiante realiza un análisis más integral del objeto de estudio, pues logra una mayor organización en la estructura de su conocimiento.

En la enseñanza de las ciencias los mapas conceptuales han sido empleados fundamentalmente para el aprendizaje de cuerpos conceptuales, y su aplicación en la resolución de problemas ha sido escasa.

Sin embargo, se han desarrollado modelos de resolución de problemas como investigación, que han incorporado la construcción de mapas conceptuales, como medio para facilitar la explicitación de relaciones entre los conceptos relevantes. De este modo este modelo prescriptivo posibilita el acceso del estudiante a la resolución de problemas como una actividad de construcción y transferencia de conocimiento y no como una mera aplicación de algoritmos y ecuaciones (Gil Pérez, Dumas-Carré, Caillot, Martínez Torregrosa y Ramírez, 1989)

Los estudios de Novak, Gowin y Johansen, citado por Gangoso (1999), ponen a prueba una estrategia instruccional en la que incorporan mapas conceptuales y V epistemológica para mejorar el desempeño de los alumnos en resolución de problemas.

La utilización de los mapas conceptuales en la resolución de problemas, también se evidencia en los estudios de Bascones y Novak, citado por Gangoso (1999) realizados con estudiantes secundarios en clases de física. En estos, ponen a prueba un diseño instruccional basado en la teoría de Ausubel, incorporando mapas conceptuales y estudian su incidencia en la resolución de problemas. Trabajan con un grupo control instruido de manera tradicional. El grupo experimental obtiene mejores resultados. Encuentran que la comprensión verbal es una variable relevante en la resolución de problemas.

2.1.4. Cmap Tools y mapas conceptuales. El paradigma educativo constructivista y más específico, el Aprendizaje Significativo de Ausubel, ha servido como base para el desarrollo del programa informático denominado Cmap Tools (Cañas, Coffey, Reichherzer, Suri, Carff, Hill, 1997 ; Cañas, Hill, Carff, Suri, Lott, Eskridge, Gómez, Arroyo, & Carvajal, 2004).. Este programa aprovecha las facilidades y flexibilidad que aporta la Internet.

Cmap Tools es un programa informático desarrollado por el IHMC (Institut for Human and Machine Cognition) de Florida, para crear mapas conceptuales dinámicos, por medio de unas aplicaciones escritas en lenguaje Java. Facilita tanto el trabajo local individual, como el aprendizaje colaborativo a través de la red, ya sea local, o en Internet. Es usado extensivamente a través del mundo por personas de todas las edades y para una gran variedad de aplicaciones.

Esta es una herramienta interactiva que posibilita la navegación por los mapas realizados. Se pueden enlazar e indexar prácticamente todo tipo de archivos, con la posibilidad de añadir información contextual a cada uno de los conceptos o nodos del mapa.

Cmap Tools fue diseñado con el objetivo de apoyar la colaboración y el compartir. Se han creado una serie de Lugares Públicos (Servidores Cmap) donde a través de la Web se puede crear una carpeta y construir, copiar o publicar mapas conceptuales, para compartir los mapas conceptuales y la colaboración durante su construcción conceptuales (Cañas, Hill, Granados, Pérez, & Pérez, 2003). Facilita el trabajo colaborativo ya que dos o más personas pueden simultáneamente trabajar en la construcción o edición de un mapa conceptual, a través de una comunicación sincrónica mediante chat se discuten las modificaciones realizadas. Con Cmap Tools se facilita la revisión por pares y la colaboración que se pueden agregar al mapa, se hace a través de Hilos de Discusión.

Cuando un usuario crea una carpeta en un Sitio Público (servidor) él/ella se convierte en el administrador de esa carpeta, y puede determinar cuáles usuarios reciben permiso de anotación (puede comentar en el mapa pero no puede modificarlo, lo cual es apropiado para revisión por pares), escribir permiso (puede modificar los mapas, apropiado para colaboración y trabajo en equipo) o permiso solo de leer (apropiado para publicar). Además, las Sopas de Conocimiento permiten la colaboración a nivel de proposición o conocimiento (Cañas, Ford, Novak, Hayes, Reichherzer, y Niranjana, 2001).

Cmap Tools apoya la construcción de modelos de conocimiento: grupos de mapas conceptuales y recursos asociados sobre un tema en particular (Cañas, Hill, y Lott, 2003). Con operaciones sencillas de arrastrar y soltar los estudiantes pueden unir todo tipo de medios (imágenes, videos, texto, páginas Web, documentos, presentaciones, etc.) y mapas conceptuales, ya sea de ellos o construidos por otros, a sus mapas. Estos recursos se pueden localizar en cualquier lugar en Internet.

CAPITULO III

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo de estudio.

3.1.1.1. Enfoque. El estudio de la efectividad de los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes universitarios se realizó dentro de un enfoque empírico - analítico porque se asumió una revisión bibliográfica especializada para construir el marco teórico, que desempeña un papel crucial para otorgar significados a los datos que surgen de lo investigado y desde el cual se analizan las características relevantes de la realidad (variables) que pretenden controlar, explicar, confrontar, comprobar relaciones causales internas y externas, para validar o invalidar los planteamiento hipotéticos. La confiabilidad de los resultados se demuestra a partir de procedimientos estadísticos para no crear especulación. Los supuestos hipotéticos permiten describir y explicar un fenómeno con posibilidades de replicarlo en situaciones similares.

3.1.1.2. Diseño. En este trabajo de investigación se pretendió encontrar diferencias significativas entre el grupo experimental y el control con una variable independiente y otra dependiente. Se utilizó un diseño cuasi experimental con post-prueba donde se manipuló la variable independiente - mapas conceptuales- y se midió la dependiente – rendimiento académico-. Se decidió la escogencia de este diseño porque los grupos control y experimental no se seleccionaron aleatoriamente (grupos intactos), y su estudio se realizó en el ambiente natural de clase de los estudiantes, lo cual puede prever la existencia de variables extrañas. Para obviar estas variables, los grupos se sometieron a la prueba de equivalencia de grupos con el fin de determinar si existía diferencia entre los grupos, producto de alguna variable extraña. La prueba de equivalencia de grupos se analiza con más detalle en el capítulo 4.

3.1.2. Fases de la investigación. La investigación se desarrolló en cuatro fases: construcción teórica del proyecto de investigación; realización de la investigación; análisis e interpretación de resultados; conclusiones y recomendaciones.

En la primera fase se hizo una revisión bibliográfica relacionada con la temática de investigación, cuyo resultado fue la elaboración de: la justificación, la formulación del problema de investigación y los objetivos, el marco referencial. Además, se diseñó la metodología: población y muestra, se formuló la hipótesis, las variables de investigación, se estableció cómo se controlaban las variables, se definió el tipo de estudio, las técnicas e instrumentos para la recolección de la información y se estableció el procedimiento para recoger la información.

En la segunda fase se llevó a cabo la investigación de acuerdo a lo planificado en el proyecto. En la tercera fase, se analizaron e interpretaron los datos obtenidos a través de los instrumentos aplicados para recoger la información. En la cuarta fase, se elaboraron conclusiones y recomendaciones.

3.1.3. Población y muestra.

La población de esta investigación la constituyeron todos los estudiantes del programa de medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla. La muestra la constituyeron ochenta y dos (82) estudiantes del curso de biología celular del primer semestre del programa de medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla, que se seleccionarán como dos grupos intactos. Uno de los grupos se asignó como experimental, constituido por cuarenta (40) estudiantes: veintitrés (23) mujeres y diecisiete (17) hombres. El otro se asignó como grupo control, por cuarenta y dos (42) estudiantes: veintiocho (28) mujeres y catorce (14) hombres.

Tabla 1

Distribución por género. Grupo experimental y Grupo control

Género	Masculino	Femenino	Estudiantes grupos
Grupos			
Grupo Experimental	17	23	40
Grupo Control	14	28	42
Total estudiantes	31	51	82

Tabla 2

Distribución porcentual por género. Grupo experimental y Grupo control

Género	Masculino	Femenino
Grupos		
Grupo Experimental	42,5%	57,5%
Grupo Control	33,34%	66,66%
Total estudiantes	37,80%	62,20%

3.1.3. Hipótesis

3.1.3.1. Hipótesis de trabajo. Existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a los estudiantes que utilizan los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos de biología celular.

3.1.3.2. Hipótesis nula. No existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a los estudiantes que utilizan los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos biología celular.

3.1.4. Variables de investigación

3.1.4.1. Variable independiente:

- *Uso de la estrategia de los mapas conceptuales.* En la medida que son representaciones explícitas y manifiestas de los conceptos y proposiciones que posee una persona, permiten visualizar el nivel de organización y diferenciación conceptual del estudiante.

3.1.4.2 Variable dependiente:

- *Rendimiento académico,* como el resultado de obtenido en la aplicación de las pruebas y la post-prueba. (pruebas de opción múltiple con única respuesta. (Anexo B₁, B₂, B₃, y B₄,

3.1.4.3 Variables intervinientes. Las variables intervinientes son también variables independientes que no se manipulan. En este trabajo se consideran las siguientes:

- *Edad.* Los grupos con los cuales se trabajó son grupos naturales mixtos cuyas edades fluctúan entre 16 y 19 años de edad cronológica.
- *Docente de la asignatura.* Docente de la asignatura ciencias naturales “biología celular”. En este caso la docente es uno de los integrantes que adelantó este trabajo de investigación.
- *Nivel académico de los estudiantes.* Está asociado al número de respuestas correctas obtenidas por los estudiantes en cada una de las pruebas realizadas.

3.1.5 Control de variables. Para el control de variables intervinientes o extrañas se realizó la prueba de equivalencia de los dos grupos. Todo lo concerniente a esta prueba se desglosa en el capítulo 4 de resultados.

En esta investigación se consideraron las siguientes variables a controlar:

- *Edad:* debían ser estudiantes entre 16 y 19 años (no se permitieron estudiantes mayores de 19 años y medio).

- *Nivel de educación:* estudiantes que cursaban primer semestre universitario del programa de medicina.
- *Repitencia:* No debían participar en la investigación estudiantes repitentes.
- *Docente de la asignatura:* El docente de la asignatura fue el mismo en ambos grupos.

3.1.6. Técnicas e instrumentos para recoger información.

Para la recolección de la información en la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos.

3.1.6.1. Técnicas.

Las técnicas utilizadas para la recolección de la información fueron: el análisis documental y el cuestionario. Se analizaron:

a) los mapas conceptuales se evaluaron a partir de una rúbrica con el fin de obtener datos sobre las características del aprendizaje de los contenidos de biología celular, los cuales se aplicaron en tres tiempos distintos T_1 , T_2 y T_3 . (Anexos A). La construcción de proposiciones significativas en los mapas conceptuales revela el aprendizaje de los conceptos de biología celular.

b) Los resultados de las pruebas repetidas se obtuvieron a partir de cuestionarios de selección múltiple con única respuesta. Estos cuestionarios revelan información acerca del grado de aprendizaje de los estudiantes.

3.1.6.2. Instrumentos. A continuación se describen los diferentes instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación y con los que se evaluaron las variables utilizadas.

- *Cuestionarios de selección múltiple con única respuesta de las pruebas repetidas y la post-prueba:* Se diseñaron con preguntas de selección múltiple con única respuestas (Anexos B), en los niveles de conocimiento, comprensión, y aplicación de acuerdo a la

Taxonomía de Bloom. (Anexo B₅). Tuvieron como propósito establecer diferencias en el rendimiento académico alcanzado por ambos grupos en tres tiempos diferentes del proceso de aprendizaje de conceptos de biología celular previos a la post-prueba.

- ***Rúbrica para evaluar mapas conceptuales según Novak y Gowin (1998)***: Se utilizaron como instrumentos de evaluación de los mapas conceptuales. Los datos obtenidos son de carácter cuantitativo. (Anexo C).

3.1.7. Procedimiento para la recolección de información. El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en cuatro etapas durante 20 semanas en el primer semestre académico del año 2006, de la siguiente manera:

- I. *Etapa de equivalencia de grupos*: Se estableció la equivalencia de los grupos a partir de una prueba de igualdad de medias y desviación estándar tomando como datos los resultados de las pruebas ICFES en las disciplinas de Biología, Matemática, Física, Química. Esto se corroboró, igualmente con la no existencia de diferencias, a partir del estadístico de la prueba t-student.
- II. *Etapa de entrenamiento*: Se entrenó en la elaboración de mapas conceptuales a los estudiantes del grupo experimental. El entrenamiento incluyó:
 - a) *Actividades de Preparación (una sesión de una hora presencial)*
 - ✓ Reconocimiento de términos conceptuales.
 - ✓ Reconocimiento de imágenes mentales y de términos conceptuales.
 - ✓ Reconocimiento de palabras de enlace.
 - ✓ Construcción de proposiciones
- III. Lectura de material acerca del mapa conceptual tomando como referente a Novak y Gowin (1988). (una sesión de dos horas en tiempo no presencial)

b) Actividades de construcción del mapa conceptual. (Dos sesiones de dos horas presenciales)

- ✓ Explicación de la estrategia y de los elementos que forman parte del mapa conceptual.
- ✓ Muestra de un mapa sobre un tema relacionado con la asignatura de estudio, para analizar sus características.
- ✓ De una lectura asignada previamente, los estudiantes organizados en grupos:
 - Identificaron conceptos claves y palabras de enlaces apropiadas.
 - Organizaron los conceptos según su jerarquía.
 - Elaboraron proposiciones utilizando los conceptos identificados.
 - Construyeron el mapa conceptual del tema.
- ✓ A partir de una lectura seleccionada los estudiantes en forma individual elaboraron un mapa conceptual manualmente, de los cuales se escogieron algunos para ser analizados y socializados.
- ✓ Entrenamiento en el uso del programa informático Cmap Tools.

IV. *Etapas de enseñanza y aprendizaje:* Consistió en el desarrollo de las temáticas del programa de biología celular tanto en el grupo control como en el grupo experimental y se llevó a cabo con la siguiente metodología.

- ✓ Clases magistrales: en las cuales el fundamento de los conceptos básicos fue presentado por el profesor.
- ✓ Discusión dirigida: mediante guías de preguntas elaboradas por el profesor que fueron resueltas por los estudiantes y discutidas en clase.
- ✓ Solución de problemas y ejercicios de aplicación: los estudiantes resolvieron problemas y ejercicios que fueron planteados por el profesor o por ellos.
- ✓ Talleres: En algunos temas se plantearon problemas de mayor complejidad que fueron resueltos en grupo con la orientación del profesor.
- ✓ Durante el desarrollo del programa se emplearon recursos proporcionados por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como: computador, video beams, animaciones, y videos y la plataforma de aprendizaje WebCT.

IV. Etapa de evaluación: Por un lado, la diferencia en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre el grupo control y el grupo experimental se llevo a cabo a partir de una post-prueba que se realizó al finalizar el semestre. Por otro, la evolución del aprendizaje en el grupo experimental se evaluó a partir de la valoración de tres mapas conceptuales elaborados en tres intervalos de tiempos diferentes durante el semestre. La valoración numérica de los mapas conceptuales se realizó a partir de una rúbrica diseñada con base en los criterios y el esquema de puntuación diseñado por Novak y Gowin (1988), (Anexo C). La puntuación está distribuida de acuerdo con las características del mapa, tales como: las proposiciones, la jerarquización, las relaciones cruzadas, y los ejemplos. Adicionalmente, se comparó la evolución en el rendimiento académico del grupo control y del grupo experimental a partir de tres pruebas preliminares realizadas en los mismos intervalos de tiempo de elaboración de los mapas conceptuales.

Se establecieron las diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular a través del rendimiento académico entre el grupo control y el grupo experimental a partir de pruebas estadísticas, que se describen en el apartado de resultados.

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Equivalencias de grupos. Para probar la equivalencia entre los dos grupos se tomaron los resultados de las pruebas ICFES en las disciplinas de Biología, Química, Matemática y Física, de los estudiantes del grupo control (42) y el grupo experimental (40), siguiendo el siguiente procedimiento:

4.1.1.1. Prueba de normalidad de las poblaciones en estudio. La prueba de Kolmogorov – Smirnov (prueba de bondad de ajuste, que se utiliza en este caso para probar si los datos provienen de una población normal) para los estudiantes del grupo control (ver tabla 1) y los del experimental (ver tabla 2) muestra evidencia significativa que los datos en cada una de las disciplinas provienen de poblaciones normales, al ser los valores de Z de Kolmogorov – Smirnov $> 0,05$ en cada una de las disciplinas. (Ver Tabla 3)

Tabla 3

Valores Z de Kolmogorov – Smirnov para los resultados ICFES. Grupo Control y Grupo Experimental.

Grupo	Valores Z de Kolmogorov - Smirnov			
	Biología	Matemática	Física	Química
Control	0,789	0,752	0,652	0,21
Experimental	0,657	0,757	0,594	0,583

4.1.1.2 Prueba de igualdad de varianzas. La prueba de Levene para la igualdad de varianzas entre los grupos Control y Experimental muestra que no hay evidencia en las muestras para afirmar que las varianzas son diferentes en las disciplinas de Matemáticas, Física y Química.

En la Tabla 4 esta misma prueba muestra evidencia significativa que las varianzas entre los dos grupos son diferentes en la disciplina de Biología al ser $F= 7,831$, $p<0,05$. Sin

embargo, en una prueba gráfica se puede observar que este hecho no es relevante al no observarse en la mayoría de los datos una dispersión significativa.

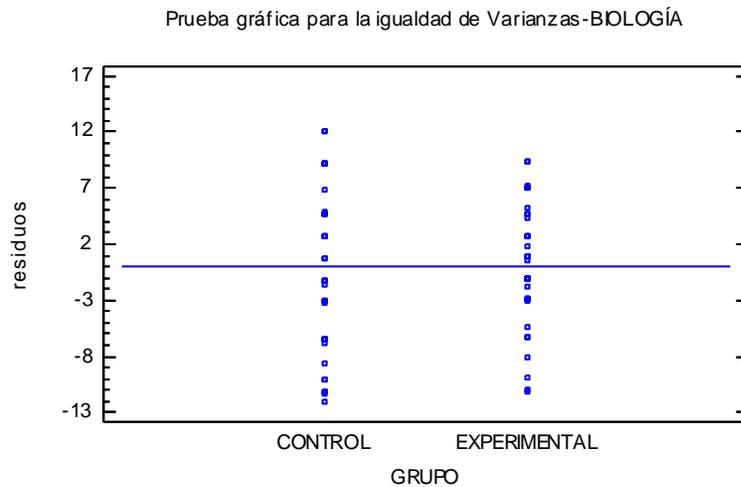
Tabla 4

Resultados de los estadísticos de Levene para la igualdad de varianzas.

Prueba de Levene	Biología	Matemática	Física	Química
F	7,831	0,186	0,044	0,365
p	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Figura 1

Prueba gráfica para las igualdad de varianzas.



4.1.1.3 Prueba de equivalencia de grupos. Para probar que al comienzo de la investigación los grupos son equivalentes se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 = al comienzo de la investigación los grupos son equivalentes

H_1 = al comienzo de la investigación los grupos no son equivalentes

Para realizar esta prueba se tomaron los resultados ICFES de los estudiantes en cada una de las disciplinas de los dos grupos. No se encontraron diferencias significativa en la media y en la desviación estándar lo que corrobora la equivalencia del grupo control (Tabla 5).

Además, dado que las muestras son pequeñas $N_1= 40$ y $N_2= 42$ se utilizó la prueba t-student para la igualdad de medias, que arrojo según se puede apreciar en la Tabla 5 los siguientes resultados en cada una de las disciplinas.

Tabla 5

Prueba de muestras independientes.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL		
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.
BIO	40	59,715	5,2477	42	59,875	7,2831
MAT	40	55,377	7,0166	42	53,868	6,2846
FISIC	40	57,368	8,8790	42	57,051	9,0402
QUIM	40	54,762	6,1277	42	53,923	6,2090

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	p	t	gl	p	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
BIO	Se han asumido varianzas iguales	7,831	,006	,113	80	,910	,160	1,4079	-2,6420	2,9615
MAT	Se han asumido varianzas iguales	,186	,667	-1,027	80	,308	-1,509	1,4695	-4,4336	1,4153
FISIC	Se han asumido varianzas iguales	,044	,834	-,160	80	,873	-,317	1,9800	-4,2568	3,6237
QUIM	Se han asumido varianzas iguales	,365	,548	-,616	80	,540	-,839	1,3630	-3,5519	1,8731

Los valores p encontrados en la tabla 5 en todos los casos son mayores que 0,05. Esto ilustra que no existe evidencia suficiente en las muestras para asegurar que el grupo control y grupo experimental difieren cuando se comparan sus resultados académicos en sus niveles medios en cada una de las disciplinas. Esta es la condición de entrada en esta investigación para afirmar que los grupos son equivalentes.

4.1.2 Comparación del rendimiento académico del grupo control versus grupo experimental.

4.1.2.1 Comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T₁.

Tabla 6

Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₁.

Tabla 6.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	42	20,0000	4,62759	,71405	23,14
	Experimental	40	18,4500	5,31061	,83968	26,78
Comprensión	Control	42	3,1190	1,51742	,23414	48,65
	Experimental	40	3,8250	1,73778	,27477	45,43
Aplicación	Control	42	,4762	,63392	,09782	133,12
	Experimental	40	,6750	,72986	,11540	108,12
Total preguntas	Control	42	23,5952	5,89774	,91004	24,99
	Experimental	40	22,9500	6,93911	1,09717	30,23

Al comparar los dos grupos en los niveles de conocimiento y comprensión haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la tabla 6.1, se observa que las diferencias entre las variaciones dentro de cada grupo no superan el 4%. Esto indica que no son significativamente diferentes en estos niveles.

En el nivel de aplicación aún cuando las variaciones internas en cada grupo son grandes se observa que en el grupo experimental la dispersión de los resultados en la prueba repetida en T₁ es menor que en el grupo control.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo control el coeficiente de variación fue menor que en el grupo experimental. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total de la prueba repetida en T₁ en este grupo es más homogéneo que en el grupo experimental.

En la Tabla 6.2 se observa con una confianza del 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₁ de los grupos control y experimental:

Tabla 6.2Comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₁.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	1,595	,210	1,411	80	,162	1,5500	1,09852	-,63613	3,73613
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	1,859	,177	-1,962	80	,053	-,7060	,35980	-1,42197	,01007
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	1,240	,269	-1,319	80	,191	-,1988	,15076	-,49883	,10121
Total preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,575	,213	,454	80	,651	,6452	1,41980	-2,18026	3,47074

a) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de conocimiento por tener un valor $t = 1.411$ ($p > 0,05$).

b) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de comprensión por tener un valor $t = -1.962$ ($p > 0,05$).

c) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de aplicación por tener un valor $t = -1.319$ ($p > 0,05$).

c) El grupo control no difiere del grupo experimental en el total de preguntas por tener un valor $t = 0.454$ ($p > 0,05$).

4.1.2.2 Comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T₂.

Tabla 7

Resumen estadístico y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₂.

Tabla 7.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	42	18,9762	5,61135	,86585	29,57
	Experimental	40	19,1750	5,89170	,93156	30,72
Comprensión	Control	42	2,4286	,94075	,14516	38,73
	Experimental	40	2,5250	,90547	,14317	35,86
Aplicación	Control	42	2,9048	1,39353	,21503	15,43
	Experimental	40	3,0500	1,13114	,17885	15,81
Total de Preguntas	Control	42	24,3095	6,86983	1,06004	28,26
	Experimental	40	24,7500	6,65929	1,05293	26,90

Al comparar los dos grupos en los tres niveles del dominio cognitivo haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la tabla 7.1, se observa que las diferencias entre las variaciones dentro de cada grupo no superan el 3%. Esto indica que no son significativamente diferentes en estos niveles.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo experimental el coeficiente de variación fue menor que en el grupo control. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total de la prueba repetida en T₂ en este grupo es más homogéneo que en el grupo control. Con una confianza de 95% se observa de la tabla 7.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₂ de los grupos control y experimental:

Tabla 7.2Comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₂.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,042	,839	-,157	80	,876	-,1988	1,27028	-2,72675	2,32913
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,041	,841	-,473	80	,638	-,0964	,20408	-,50255	,30970
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	3,006	,087	-,517	80	,607	-,1452	,28111	-,70466	,41419
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,075	,785	-,295	80	,769	-,4405	1,49525	-3,41611	2,53516

a) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de conocimiento al tener un valor para el estadístico $t=-0,157$ ($p>0,05$).

b) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de comprensión al tener un valor en el estadístico $t= -0,473$ ($p>0,05$).

c) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de aplicación al tener en el estadístico $t= -0,517$ ($p>0,05$).

d) El grupo control no difiere del grupo experimental en el total de preguntas al tener en el estadístico $t= -0,295$ ($p>0,05$).

4.1.2.3 Resumen estadístico de los datos y comparación grupo control grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 8

Resumen estadístico y comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 8.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	42	7,0714	2,81453	,43429	39,80
	Experimental	40	6,6250	2,61835	,41400	39,52
Comprensión	Control	42	5,1190	1,71368	,26443	33,47
	Experimental	40	4,9000	2,43690	,38531	49,73
Aplicación	Control	42	6,5476	2,52019	,38887	38,49
	Experimental	40	7,5750	3,53653	,55917	46,68
Total de Preguntas	Control	42	18,7381	5,39222	,83204	28,77
	Experimental	40	19,1000	6,79291	1,07405	35,56

Al comparar los dos grupos en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la tabla 8.1, se observa que no hay diferencias entre las variaciones dentro de cada grupo en la prueba repetida en T₃.

En los niveles de comprensión y aplicación se observa que la diferencia entre las variaciones dentro de cada grupo es superior al 8,19 %. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo control el coeficiente de variación fue menor que en el grupo experimental. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total de la prueba repetida en T₃ en este grupo es más homogéneo que en el grupo experimental.

Tabla 8.2Comparación grupo control versus grupo experimental en prueba repetida en T₃.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,003	,959	,743	80	,460	,4464	,60107	-,74974	1,64260
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	2,589	,112	,473	80	,638	,2190	,46343	-,70320	1,14130
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	2,466	,120	-1,521	80	,132	-1,0274	,67563	-2,37193	,31717
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,977	,164	-,268	80	,789	-,3619	1,35104	-3,05056	2,32675

Se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₃ de los grupos control y experimental: (Ver Tabla 8)

a) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de conocimiento al tener en el estadístico un valor $t=0,743$ ($p>0,05$).

b) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de comprensión al tener en el estadístico un valor $t= 0,473$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.

c) El grupo control no difiere del grupo experimental en el nivel de aplicación al tener en el estadístico un valor $t= -1,521$ ($p>0,05$).

d) El grupo control no difiere del grupo experimental en el total de preguntas al tener en el estadístico un valor $t= -0,268$ ($p>0,05$).

4.1.2.4 Comparación grupo control versus grupo experimental en post-prueba.

Tabla 9

Resumen estadístico y comparación grupo control versus grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 9.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	42	19,2619	4,86931	,75135	25,28
	Experimental	40	19,2250	5,67264	,89692	29,50
Comprensión	Control	42	6,5476	1,87672	,28958	28,66
	Experimental	40	6,5500	1,60048	,25306	24,43
Aplicación	Control	42	6,0000	2,17525	,33565	36,25
	Experimental	40	7,3500	2,53741	,40120	34,52
Total de preguntas	Control	42	31,8095	7,50687	1,15833	23,59
	Experimental	40	33,1250	8,71247	1,37756	26,30

Al comparar los dos grupos en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la tabla 9.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 5 % en la post-prueba.

En los niveles de comprensión y aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo no supera el 5 % en la post-prueba. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en estos niveles menores.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo control el coeficiente de variación fue menor que en el grupo experimental. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total de la post-prueba en este grupo es más homogéneo que en el grupo experimental.

Tabla 9.2

Comparación grupo control versus grupo experimental en la post-prueba.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,713	,401	,032	80	,975	,0369	1,16567	-2,28286	2,35667
	No se han asumido varianzas iguales			,032	76,913	,975	,0369	1,17004	-2,29299	2,36680
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,888	,349	-,006	80	,995	-,0024	,38608	-,77070	,76594
	No se han asumido varianzas iguales			-,006	79,060	,995	-,0024	,38457	-,76785	,76309
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	1,203	,276	-2,591	80	,011	-1,3500	,52112	-2,38706	-,31294
	No se han asumido varianzas iguales			-2,581	76,876	,012	-1,3500	,52309	-2,39163	-,30837
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,969	,328	-,734	80	,465	-1,3155	1,79328	-4,88421	2,25326
	No se han asumido varianzas iguales			-,731	77,021	,467	-1,3155	1,79984	-4,89940	2,26844

De la Tabla 9.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la post-prueba de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = 0,032$ ($p > 0,05$) en el nivel de conocimiento.

- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -0,006$ ($p > 0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El grupo control difiere significativamente del grupo experimental, $t = -2,591$ ($p < 0,05$) en el nivel de aplicación obteniéndose un rendimiento académico superior en el grupo experimental.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -7.34$ ($p > 0,05$) en el total de preguntas.

4.1.2.5 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el total de preguntas.

Tabla 10

Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control, para el total de preguntas.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
PRUEBA REPETIDA EN T ₁	40	22,95	1,01612	42	23,5952	0,991635	0.21	0.6507 (No sig.)
PRUEBA REPETIDA EN T ₂	40	24,75	1,07012	42	24,3095	1,04433	0.09	0.7691 (No sig.)
PRUEBA REPETIDA EN T ₃	40	19,1	0,966909	42	18,7381	0,943606	0.07	0.7895 (No sig.)
POST PRUEBA	40	33,195	1,28341	42	31,8095	1,25248	0.54	0.4654 (No sig.)

Cuando se comparó el grupo experimental con el grupo control en el total de preguntas no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las pruebas repetidas y la post-prueba.

4.1.3 Comparación del rendimiento académico del grupo experimental versus el grupo control por niveles de aprendizaje.

4.1.3.1 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de conocimiento.

Tabla 11

Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: Conocimiento.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
PRUEBA REPETIDA EN T ₁	40	63,475	2,46266	42	65,3095	2,40331	0,28	0,5954 (No sig.)
PRUEBA REPETIDA EN T ₂	40	19,175	0,909112	42	18,9762	0,887203	0,02	0,8760 (No sig.)
PRUEBA REPETIDA EN T ₃	40	6,625	0,430175	42	7,07143	0,419807	0,55	0,4598 (No sig.)
POST PRUEBA	40	19,225	0,834246	42	19,2619	0,814141	0,001	0,9748 (No sig.)

Cuando se comparó el grupo experimental con el grupo control en el nivel de conocimiento no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las pruebas repetidas y la post-prueba.

4.1.3.2 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de comprensión.

Tabla 12

Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: Comprensión.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
Prueba repetida en T ₁	40	3,825	0,2575	42	3,11905	0,251294	3,85	0,0532 (No sig.)
Prueba repetida en T ₂	40	2,525	0,146053	42	2,42857	0,143533	0,22	0,6378 (No sig.)
Prueba repetida en T ₃	40	4,9	0,331665	42	5,11905	0,323672	0,22	0,6377 (No sig.)
Post prueba	40	6,55	0,276306	42	6,54762	0,269647	0,00	0,9951 (No sig.)

Cuando se comparó el grupo experimental con el grupo control en el nivel de comprensión no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las pruebas repetidas y la post-prueba.

4.1.3.3 Comparación ANOVA para las pruebas y la post-prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel de aplicación.

Tabla 13

Comparación ANOVA para las pruebas y la post- prueba en el grupo experimental y el grupo control en el nivel: Aplicación.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
Prueba repetida en T ₁	40	0,675	0,107893	42	0,47619	0,105293	1,74	0,1910 (No sig.)
Prueba repetida en T ₂	40	3,05	0,201183	42	2,90476	0,196335	0,27	0,6068 (No sig.)
Prueba repetida en T ₃	40	7,575	0,483535	42	6,54762	0,471882	2,31	0,1323 (No sig.)
Post prueba	40	7,35	0,372953	42	6,0	0,363965	6,71	0,0114 (sig.)

Cuando se comparó el grupo experimental con el grupo control en el nivel de aplicación no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las pruebas repetidas. Se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en la post-prueba.

4.1.4 Comparación del rendimiento académico entre pruebas.

4.1.4.1 Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo control.

Tabla 14

Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo control.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
1	Prueba repetida en T ₁	-,7143	5,81539	,89733	-2,5265	1,0979	-,796	41	,431
	Prueba repetida en T ₂								
2	Prueba repetida en T ₂	5,5714	6,37886	,98428	3,5836	7,5592	5,660	41	,000
	Prueba repetida en T ₃								
3	Prueba repetida en T ₃	-13,0714	6,48222	1,00023	-15,0914	-11,0514	-13,068	41	,000
	Post-prueba								

Al comparar las pruebas repetidas en T₁ y en T₂ en el grupo control no se obtuvieron diferencias significativas. Sin embargo se obtuvieron diferencias significativas cuando se compararon los resultados de la prueba repetida en T₂ contra la prueba repetida en T₃ y entre los resultados de la prueba repetida en T₃ contra la post-prueba.

4.1.4.2 Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental.

Tabla 15

Resumen estadístico de los datos y comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental.

Tabla 15.1

Resumen estadístico de los datos.

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
1	Prueba repetida en T ₁	22,9500	40	6,93911	1,09717	30,23
	Prueba repetida en T ₂	24,7500	40	6,65929	1,05293	26,90
2	Prueba repetida en T ₂	24,7500	40	6,65929	1,05293	26,90
	Prueba repetida en T ₃	19,1000	40	6,79291	1,07405	35,56
3	Prueba repetida en T ₃	19,1000	40	6,79291	1,07405	35,56
	Post prueba	33,1250	40	8,71247	1,37756	15,81

Al comparar los resultados de la prueba repetida en T₁ y la prueba repetida en T₂ haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 15.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 4 %. Se observa que los resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba repetida en T₂ están menos dispersos que en la prueba repetida en T₁ al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Al comparar los resultados de la prueba repetida en T₂ y la prueba repetida en T₃ haciendo uso del estadístico coeficiente de variación, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 9 %.

Al comparar los resultados de la prueba repetida en T₃ y la post-prueba haciendo uso del estadístico coeficiente de variación, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 20 %. La mejor media corresponda a la post-prueba donde la variabilidad entre los resultados se reduce aproximadamente en un 50 % con respecto a las pruebas anteriores.

Tabla 15.2

Comparación del rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error tít. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
1	Prueba repetida en T ₁ Prueba repetida en T ₂	-1,8000	4,66960	,73833	-3,2934	-,3066	-2,438	39	,019
2	Prueba repetida en T ₂ Prueba repetida en T ₃	5,6500	5,95948	,94228	3,7441	7,5559	5,996	39	,000
3	Prueba repetida en T ₃ Post Prueba	-14,0250	8,42915	1,33277	-16,7208	-11,3292	-10,523	39	,000

Para comparar el rendimiento académico entre las pruebas para el grupo experimental se utilizó una prueba de diferencias relacionadas apoyada en un estadístico t-student. De la Tabla 15.2 se puede inferir que:

4.1.4.2.1 Comparación de prueba repetida en T₁ con prueba en T₂.

Se observa con una confianza de 95%, que existe una diferencia significativa cuando se comparan los resultados de la prueba repetida en T₁ contra la prueba repetida en T₂ del grupo experimental; $t = -2,438$ ($p < 0,05$), obteniéndose mejor resultado en la prueba repetida en T₂ que en la prueba repetida en T₁.

4.1.4.2.2 Comparación de prueba repetida en T₂ con prueba T₃.

Con una confianza de 95% se observa, que existe una diferencia significativa cuando se comparan los resultados de la prueba repetida en T₂ contra la prueba repetida en T₃ del grupo experimental; $t = 5,996$ ($p < 0,05$), obteniéndose mejor resultado en la prueba repetida en T₂ que en la prueba repetida en T₃.

4.1.4.2.3 Comparación de prueba repetida en T₃ con post- prueba.

Se aprecia con una confianza de 95%, que existe una diferencia significativa cuando se comparan los resultados de la prueba repetida en T₃ contra la post-prueba del grupo

experimental; $t = -10,523$ ($p < 0,05$), obteniéndose mejor resultado en la post-prueba que en la prueba repetida en T_3 .

4.1.5 Comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.

4.1.5.1 Comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.

Tabla 16

Resumen estadístico de los datos y comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.

Tabla 16.1

Resumen estadístico de los datos.

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
1	Mapa en T_1	37,5250	40	11,64868	1,84182	31,04
	Mapa en T_2	92,4500	40	20,02300	3,16591	21,65
2	Mapa en T_2	92,4500	40	20,02300	3,16591	21,65
	Mapa en T_3	376,1000	40	155,99684	24,66527	41,47
3	Mapa en T_1	37,5250	40	11,64868	1,84182	31,04
	Mapa en T_3	376,1000	40	155,99684	24,66527	41,47

Al comparar los coeficientes de variación entre el mapa en T_1 y el mapa en T_2 de la Tabla 16.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 10 %. La dispersión en los resultados del mapa en T_2 es menor que la dispersión de los resultados en el mapa en T_1 .

Al comparar los coeficientes de variación entre el mapa en T_2 y el mapa en T_3 se puede observar que la diferencia entre los cocientes de variación es inferior al 20%. La dispersión de los resultados del mapa en T_2 es menor que la dispersión de los resultados en el mapa en T_3 .

Tabla 16.2

Comparación de resultados entre mapas del grupo experimental.

		Diferencias relacionadas					t	gl	p
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
1	Mapa en T ₁ Mapa en T ₂	-54,9250	19,35550	3,06037	-61,1152	-48,7348	-17,947	39	,000
2	Mapa en T ₂ Mapa en T ₃	-283,6500	149,27424	23,60233	-331,3902	-235,9098	-12,018	39	,000
3	Mapa en T ₁ Mapa en T ₃	-338,5750	152,62824	24,13264	-387,3879	-289,7621	-14,030	39	,000

Cuando se comparan los resultados obtenidos entre los mapas: mapa en T₁, mapa en T₂ y mapa en T₃, de la tabla 16.2 se puede inferir que:

4.1.5.2 Comparación de mapa en T₁ con mapa en T₂.

Se concluye con un 95% de confianza que los resultados obtenidos en los mapa en T₁ y mapa en T₂, difieren significativamente ($p < 0.05$), obteniéndose los mejores resultados en el mapa en T₂.

4.1.5.3 Comparación de mapa en T₂ con mapa en T₃.

Se concluye con un 95% de confianza que los resultados obtenidos en los mapa en T₂ y mapa en T₃, difieren significativamente ($p < 0.05$), obteniéndose los mejores resultados en el mapa en T₃.

Tabla 17

Prueba ANOVA grupo experimental para los tres mapas en los tres tiempos.

	GRUPO EXPERIMENTAL				
	MAPA EN T ₁	MAPA EN T ₂	MAPA EN T ₃	F	Sig.
MEDIA	37,525	92,45	376,1	159,30	0.0000 (Sig.)
DESV.	11,6487	20,023	155,997		
N	40	40	40		

Cuando al grupo experimental para los tres mapas se encontraron diferencias significativas.

4.1.5.4 Comparación de resultados entre mapas y resultados de las pruebas (grupo experimental)

4.1.5.4.1 Correlación de prueba repetida en T₁ con mapa en T₁.

De la tabla 18 al hacer el análisis de las correlaciones entre los de los distintos niveles de aprendizaje de la prueba repetida en T₁ y el mapa conceptual 1 se hallaron los siguientes resultados:

Tabla 18

Correlación de prueba repetida en T₁ con mapa en T₁.

		Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Total preguntas	Mapa en T ₁
Conocimiento	Correlación de Pearson	1	,598	,528	,971	,438
Comprensión	Correlación de Pearson	,598	1	,500	,760	,306
Aplicación	Correlación de Pearson	,528	,500	1	,635	,313
Total preguntas	Correlación de Pearson	,971	,760	,635	1	,445
Mapa en T ₁	Correlación de Pearson	,438	,306	,313	,445	1

En el nivel de conocimiento, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₁ y la elaboración del mapa en T₁, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0.438$.

En el nivel de comprensión, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₁ y la elaboración del mapa en T₁, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,306$.

En el nivel de aplicación, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₁ y la elaboración del mapa en T₁, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,313$.

En el resultado total de la prueba repetida en T₁, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₁ y la elaboración del

mapa en T₁, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,445$.

4.1.5.4.2 Correlación de prueba repetida en T₂ con mapa en T₂.

De la tabla 19 al hacer el análisis de las correlaciones entre los de los distintos niveles de aprendizaje de la prueba repetida en T₂ y el mapa conceptual 2 se hallaron los siguientes resultados:

Tabla 19

Correlación de prueba repetida en T₂ con mapa en T₂.

		Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Total preguntas	Mapa en T ₂
Conocimiento	Correlación de Pearson	1	,271	,306	,974	,351
Comprensión	Correlación de Pearson	,271	1	,274	,422	-,298
Aplicación	Correlación de Pearson	,306	,274	1	,478	,109
Total preguntas	Correlación de Pearson	,974	,422	,478	1	,289
Mapa en T ₂	Correlación de Pearson	,351	-,298	,109	,289	1

En el nivel de conocimiento, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₂ y la elaboración del mapa en T₂, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,351$.

En el nivel de comprensión, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₂ y la elaboración del mapa en T₂, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=-0,298$.

En el nivel de aplicación, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₂ y la elaboración del mapa en T₂, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,109$.

En el resultado total de la prueba repetida en T₂, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₂ y la elaboración del

mapa en T₂, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,289$.

4.1.5.4.3 Correlación de prueba repetida en T₃ con mapa en T₃.

De la tabla 20 al hacer el análisis de las correlaciones entre los de los distintos niveles de aprendizaje de la prueba repetida en T₃ y el mapa conceptual 3 se hallaron los siguientes resultados:

Tabla 20

Correlación de prueba repetida en T₃ con mapa en T₃.

		Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Total preguntas	Mapa en T ₃
Conocimiento	Correlación de Pearson	1	,625	,475	,857	,176
Comprensión	Correlación de Pearson	,625	1	,236	,722	,274
Aplicación	Correlación de Pearson	,475	,236	1	,788	,108
Total preguntas	Correlación de Pearson	,857	,722	,788	1	,222
Mapa en T ₃	Correlación de Pearson	,176	,274	,108	,222	1

- a) En el nivel de conocimiento, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₃ y la elaboración del mapa en T₃, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,176$.
- b) En el nivel de comprensión, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₃ y la elaboración del mapa en T₃, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,274$.
- c) En el nivel de aplicación, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₃ y la elaboración del mapa en T₃, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,108$.
- d) En el resultado total de la prueba repetida en T₂, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la prueba repetida en T₂ y la elaboración del mapa en T₂, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,222$.

4.1.5.4.4 Correlación de la post- prueba con mapa en T₃.

De la tabla 21 al hacer el análisis de las correlaciones entre los totales de los distintos niveles de aprendizaje de la post-prueba y el mapa conceptual 3 se hallaron los siguientes resultados:

Tabla 21

Correlación post-prueba con mapa en T₃.

		Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Total preguntas	Mapa en T ₃
Conocimiento	Correlación de Pearson	1	,737(**)	,620(**)	,967(**)	,417(**)
Comprensión	Correlación de Pearson	,737(**)	1	,431(**)	,789(**)	,328(*)
Aplicación	Correlación de Pearson	,620(**)	,431(**)	1	,774(**)	,578(**)
Total preguntas	Correlación de Pearson	,967(**)	,789(**)	,774(**)	1	,501(**)
Mapa en T ₃	Correlación de Pearson	,417(**)	,328(*)	,578(**)	,501(**)	1

- a) En el nivel de conocimiento, se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la Post prueba y la elaboración del mapa, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0.417$.
- b) En el nivel de comprensión, se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la Post prueba y la elaboración del mapa, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,328$.
- c) En el nivel de aplicación se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la Post prueba y la elaboración del mapa, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0.578$.
- d) En el resultado total de la Post prueba, en apariencia se observa que no existe una relación de dependencia entre los resultados de la Post prueba y la elaboración del mapa, lo cual se explica por el valor del coeficiente de correlación de Pearson, $r=0.50$.

4.1.6 Comparación del rendimiento académico del grupo control versus grupo experimental por genero

4.1.6.1 Comparación mujeres grupo control mujeres grupo experimental en prueba repetida en T₁.

Tabla 22

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T₁.

Tabla 22.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	28	19,2143	4,33211	,81869	22,54
	Experimental	23	19,9565	4,78139	,99699	23,95
Comprensión	Control	28	2,9286	1,33135	,25160	45,46
	Experimental	23	4,1739	1,85011	,38578	44,33
Aplicación	Control	28	,5000	,63828	,12062	126,56
	Experimental	23	,8696	,75705	,15786	87,05
Total preguntas	Control	28	22,6429	5,44477	1,02896	24,04
	Experimental	23	25,0000	6,50175	1,35571	26,60

Al comparar los dos grupos de mujeres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 22.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 2 % en la prueba repetida en T₁. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres no supera el 2 % en la prueba repetida en T₁. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 40 % en la prueba repetida en T₁. Los coeficientes de variación para cada grupo de mujeres son altos.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo control el coeficiente de variación fue menor que en el grupo experimental. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total en la prueba repetida en T₁ en este grupo es más homogéneo que en el grupo experimental.

Tabla 22.2

Comparación grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T₁.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,205	,653	-,581	49	,564	-,7422	1,27742	-3,30931	1,82484
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	4,414	,041	-2,791	49	,007	-1,2453	,44615	-2,14192	-,34877
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,115	,736	-1,892	49	,064	-,3696	,19534	-,76211	,02298
Total preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,864	,357	-1,409	49	,165	-2,3571	1,67233	-5,71781	1,00352

En la Tabla 22.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₁ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t=-0,581$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control difiere significativamente del grupo experimental, $t= -2,791$ ($p<0,05$) en el nivel de comprensión, obteniéndose mejor resultado en el grupo experimental.

c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,892$ ($p > 0,05$) en el nivel de aplicación.

d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,409$ ($p > 0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.2 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T_2 .

Tabla 23

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T_2 .

Tabla 23.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	28	18,3214	5,91328	1,11751	32,27
	Experimental	23	20,6957	5,16487	1,07695	24,95
Comprensión	Control	28	2,3571	,91142	,17224	38,78
	Experimental	23	2,5652	,94514	,19707	36,84
Aplicación	Control	28	2,7857	1,31535	,24858	47,21
	Experimental	23	3,1739	1,15413	,24065	36,36
Total	Control	28	23,4643	7,12056	1,34566	30,35
	Experimental	23	26,4348	6,10384	1,27274	23,09

Al comparar los dos grupos de mujeres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 23.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 8 % en la prueba repetida en T_2 . Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres no supera el 2 % en la prueba repetida en T_2 . Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 11 % en la prueba repetida en T₂. Se aprecia que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el total de preguntas se aprecia que en el grupo control el coeficiente de variación fue mayor que en el grupo experimental. Esto indica que el comportamiento en los resultados del total en la prueba repetida en T₂ para las mujeres en este grupo es menos homogéneo que en el grupo experimental.

Tabla 23.2

Comparación grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T₂.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,653	,423	-1,509	49	,138	-2,3742	1,57300	-5,53528	,78684
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,095	,759	-,798	49	,429	-,2081	,26079	-,73215	,31600
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,571	,454	-1,108	49	,273	-,3882	,35051	-1,09258	,31618
Total	Se han asumido varianzas iguales	,937	,338	-1,579	49	,121	-2,9705	1,88074	-6,74999	,80899

Con una confianza de 95% se observa en la Tabla 23.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₂ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t=-1,509$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= -0,798$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.

- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,108$ ($p > 0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,579$ ($p > 0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.3 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 24

Comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

Tabla 24.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	28	6,7143	2,80023	,52919	41,70
	Experimental	23	6,5217	2,88994	,60260	44,31
Comprensión	Control	28	5,0357	1,93376	,36545	38,40
	Experimental	23	4,8261	2,47996	,51711	51,38
Aplicación	Control	28	6,6071	2,64350	,49957	40,00
	Experimental	23	7,8696	3,68417	,76820	46,81
Total de Preguntas	Control	28	18,3571	5,97039	1,12830	32,52
	Experimental	23	19,2174	7,30477	1,52315	38,01

Al comparar los dos grupos de mujeres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 24.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 3 % en la prueba repetida en T₃. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres no supera el 13 % en la prueba repetida en T₃. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 7 % en la prueba repetida en T₃. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 3 % en la prueba repetida en T₃. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Tabla 24.2

Comparación grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,242	,625	,241	49	,811	,1925	,79945	-1,41401	1,79910
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,124	,726	,339	49	,736	,2096	,61794	-1,03217	1,45143
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	1,398	,243	-1,423	49	,161	-1,2624	,88744	-3,04579	,52095
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,117	,296	-,463	49	,645	-,8602	1,85814	-4,59433	2,87383

Se observa con una confianza de 95% en la Tabla 24.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₃ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t=0.241$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,339$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.

- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,423$ ($p > 0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -0,463$ ($p > 0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.4 Comparación Mujeres grupo control Mujeres grupo experimental en post-prueba

Tabla 25

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 25.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	28	18,9286	4,69774	,88779	24,81
	Experimental	23	21,0435	4,41566	,92073	20,98
Comprensión	Control	28	6,3571	1,98540	,37520	31,23
	Experimental	23	6,9130	1,27611	,26609	18,45
Aplicación	Control	28	6,3214	2,12661	,40189	33,64
	Experimental	23	7,8261	2,36743	,49364	30,25
Total de Preguntas	Control	28	31,6071	7,67555	1,45054	24,28
	Experimental	23	35,7826	6,96717	1,45276	19,47

Al comparar los dos grupos de mujeres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 25.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 4 % en la post-prueba. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres no supera el 13 % en la post-prueba. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 4 % en la post-prueba. Se aprecia que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 5 % en la post-prueba. Se aprecia que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Tabla 25.2

Resumen y comparación mujeres grupo control versus mujeres grupo experimental en la post-prueba.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,360	,551	-1,643	49	,107	-2,1149	1,28696	-4,70116	,47135
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	3,502	,067	-1,159	49	,252	-,5559	,47949	-1,51947	,40767
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,131	,719	-2,389	49	,021	-1,5047	,62978	-2,77026	-,23906
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,173	,679	-2,014	49	,049	-4,1755	2,07286	-8,34103	-,00990

Con una confianza de 95% se observa en la Tabla 25.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la post-prueba de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,643$ ($p > 0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t = -1,159$ ($p > 0,05$) en el nivel de comprensión.

- c) El grupo control difiere del grupo experimental, $t = -2,383$ ($p < 0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control difiere del grupo experimental, $t = -2,014$ ($p < 0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.5 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T_1 .

Tabla 26

Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T_1 .

Tabla 26.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	14	21,5714	4,95696	1,32480	22,97
	Experimental	17	16,4118	5,44356	1,32026	33,16
Comprensión	Control	14	3,5000	1,82925	,48889	52,26
	Experimental	17	3,3529	1,49755	,36321	44,66
Aplicación	Control	14	,4286	,64621	,17271	150,77
	Experimental	17	,4118	,61835	,14997	150,15
Total de Preguntas	Control	14	25,5000	6,50148	1,73759	25,49
	Experimental	17	20,1765	6,71040	1,62751	33,25

Al comparar los dos grupos de hombres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 26.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 11 % en la prueba repetida en T_1 . Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres no supera el 8 % en la prueba repetida en T_1 . Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 1 % en la prueba repetida en T₁.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 8 % en la prueba repetida en T₁. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Tabla 26.2

Comparación hombres grupo control versus grupo experimental en la prueba repetida en T₁.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,008	,931	2,733	29	,011	5,1597	1,88790	1,29847	9,02086
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,016	,899	,246	29	,807	,1471	,59711	-1,07417	1,36829
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,030	,864	,074	29	,942	,0168	,22773	-,44895	,48256
Total preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,002	,963	2,229	29	,034	5,3235	2,38831	,43889	10,20817

De la Tabla 26.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₁ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control difiere significativamente del grupo experimental, $t=2,733$ ($p<0,05$) en el nivel de conocimiento, obteniéndose mejor rendimiento académico en el grupo control.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,246$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.

- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,074$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control difiere significativamente del grupo experimental, $t= 2,229$ ($p<0,05$) en el total de preguntas, obteniéndose mejor rendimiento académicos en el grupo control.

4.1.6.6 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₂.

Tabla 27

Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₂.

Tabla 27.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	14	20,2857	4,89000	1,30691	24,10
	Experimental	17	17,1176	6,33327	1,53604	36,99
Comprensión	Control	14	2,5714	1,01635	,27163	39,52
	Experimental	17	2,4706	,87447	,21209	35,39
Aplicación	Control	14	3,1429	1,56191	,41744	49,69
	Experimental	17	2,8824	1,11144	,26956	38,55
Total de preguntas	Control	14	26,0000	6,23884	1,66740	23,99
	Experimental	17	22,4706	6,87493	1,66742	30,59

Al comparar los dos grupos de hombres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 27.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 13 % en la prueba repetida en T₂. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres no supera el 5 % en la prueba repetida en T₂. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 12 % en la prueba repetida en T₂. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 7 % en la prueba repetida en T₂. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Tabla 27.2

Comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₂.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	1,080	,307	1,532	29	,136	3,1681	2,06849	-1,06247	7,39861
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,353	,557	,297	29	,769	,1008	,33951	-,59354	,79522
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	6,755	,015	,542	29	,592	,2605	,48085	-,72294	1,24395
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,222	,641	1,482	29	,149	3,5294	2,38102	-1,34033	8,39915

Con una confianza de 95% se observa en la tabla 27.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₂ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 1,532$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.

- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,297$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,542$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 1,482$ ($p>0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.7 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 28

Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

Tabla 28.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	14	7,7857	2,80600	,74993	36,04
	Experimental	17	6,7647	2,27842	,55260	33,68
Comprensión	Control	14	5,2857	1,20439	,32189	22,78
	Experimental	17	5,0000	2,44949	,59409	48,98
Aplicación	Control	14	6,4286	2,34404	,62647	36,46
	Experimental	17	7,1765	3,39550	,82353	47,31
Total de preguntas	Control	14	19,5000	4,09033	1,09319	20,97
	Experimental	17	18,9412	6,24971	1,51578	32,99

Al comparar los dos grupos de hombres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 28.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 3 % en la prueba repetida en T₃. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres es inferior al 27 % en la prueba repetida en T₃. Se observa que el

grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 11 % en la prueba repetida en T₃. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de mujeres es inferior al 13 % en la prueba repetida en T₃. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

Tabla 28.2

Comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,929	,343	1,119	29	,272	1,0210	,91257	-,84541	2,88743
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	7,264	,012	,398	29	,694	,2857	,71824	-1,18326	1,75469
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,862	,361	-,698	29	,491	-,7479	1,07208	-2,94055	1,44475
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,636	,211	,287	29	,776	,5588	1,94520	-3,41955	4,53719

En la tabla 28.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba repetida en T₃ de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t=1,119$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,398$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= -0,698$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,287$ ($p>0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.8 Comparación Hombres grupo control Hombres grupo experimental en post-prueba

Tabla 29

Resumen estadístico de los datos y comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 29.1

Resumen estadístico de los datos.

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Control	14	19,9286	5,31275	1,41989	26,65
	Experimental	17	16,7647	6,35934	1,54237	37,93
Comprensión	Control	14	6,9286	1,63915	,43808	23,65
	Experimental	17	6,0588	1,88648	,45754	31,13
Aplicación	Control	14	5,3571	2,20514	,58935	41,16
	Experimental	17	6,7059	2,68712	,65172	40,07
Total de preguntas	Control	14	32,2143	7,42323	1,98394	23,04
	Experimental	17	29,5294	9,71544	2,35634	32,90

Al comparar los dos grupos de hombres en el nivel de conocimiento haciendo uso del estadístico coeficiente de variación de la Tabla 29.1, se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 12 % en la post-prueba. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de comprensión se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres es inferior al 8 % en la prueba post-prueba. Se observa que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser sus coeficientes de variación en este nivel menor.

En el nivel de aplicación se observa que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres es inferior al 2 % en la post-prueba. Se observa que el grupo experimental es más homogéneo que el grupo control al ser menor su coeficiente de variación en este nivel.

En el total de preguntas se aprecia que la diferencia entre los coeficientes de variación de cada grupo de hombres es inferior al 10 % en la post-prueba. Se aprecia que el grupo control es más homogéneo que el grupo experimental al ser menor sus coeficientes de variación en este nivel.

Tabla 29.2

Comparación hombres grupo control versus hombres grupo experimental en la post-prueba.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,885	,354	1,483	29	,149	3,1639	2,13407	-1,20081	7,52854
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,406	,529	1,354	29	,186	,8697	,64236	-,44403	2,18353
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,156	,696	-1,505	29	,143	-1,3487	,89600	-3,18127	,48379
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,240	,275	,849	29	,403	2,6849	3,16238	-3,78291	9,15266

Con una confianza de 95% se observa en la tabla 29.2, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados del post-prueba de los grupos control y experimental:

- a) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t=1,483$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 1,354$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= -1,505$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El grupo control no difiere del grupo experimental, $t= 0,849$ ($p>0,05$) en el total de preguntas.

4.1.6.9 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₁.

Tabla 30

Prueba 1, T1 Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	17	16,4118	5,44356	1,32026	33,17
	M	28	19,2143	4,33211	0,81869	22,55
Comprensión	H	17	3,3529	1,49755	0,36321	44,66
	M	28	2,9286	1,33135	0,2516	45,46
Aplicación	H	17	0,4118	0,61835	0,14997	150,16
	M	28	0,5	0,63828	0,12062	127,66
Total preguntas	H	17	20,1765	6,7104	1,62751	33,26
	M	28	22,6429	5,44477	1,02896	24,05

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en los niveles de conocimiento, aplicación y en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión.

Tabla 31

Prueba 1, T1 Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba t-student.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,203	,655	-1,908	43	,063	-2,8025	1,46847	-5,76398	,15894
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	2,090	,155	,989	43	,328	,4244	,42908	-,44094	1,28968
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,215	,645	-,455	43	,652	-,0882	,19400	-,47946	,30299
Total preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,192	,664	-1,349	43	,184	-2,4664	1,82860	-6,15411	1,22134

De la Tabla 31 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T1 de las mujeres del grupo control y los hombres del grupo experimental:

Los resultados de las mujeres del grupo control no difieren de los resultados de los hombres del grupo experimental, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.10 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₂.

Tabla 32

Prueba 2, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	17	17,1176	6,33327	1,53604	37,00
	M	28	18,3214	5,91328	1,11751	32,28
Comprensión	H	17	2,4706	0,87447	0,21209	35,40
	M	28	2,3571	0,91142	0,17224	38,67
Aplicación	H	17	2,8824	1,11144	0,26956	38,56
	M	28	2,7857	1,31535	0,24858	47,22
Total preguntas	H	17	22,4706	6,87493	1,66742	30,60
	M	28	23,4643	7,12056	1,34566	30,35

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en los niveles de conocimiento, y en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en los niveles de comprensión y aplicación.

Tabla 33

Prueba 2, Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo					
	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
K	4,00	17	17,1176	6,33327	1,53604
	1,00	28	18,3214	5,91328	1,11751
C	4,00	17	2,4706	,87447	,21209
	1,00	28	2,3571	,91142	,17224
A	4,00	17	2,8824	1,11144	,26956
	1,00	28	2,7857	1,31535	,24858
T	4,00	17	22,4706	6,87493	1,66742
	1,00	28	23,4643	7,12056	1,34566

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,025	,876	-,645	43	,523	-1,2038	1,86725	-4,96945	2,56189
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,035	,853	,411	43	,683	,1134	,27606	-,44329	,67018
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,533	,469	,253	43	,802	,0966	,38231	-,67435	,86763
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,053	,818	-,460	43	,648	-,9937	2,16157	-5,35291	3,36551

De la Tabla 33 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T2 de las mujeres del grupo control y los hombres del grupo experimental:

Los resultados de las mujeres del grupo control no difieren de los resultados de los hombres del grupo experimental, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.11 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 34

Prueba 3, T3 Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	17	6,7647	2,27842	0,5526	33,68
	M	28	6,7143	2,80023	0,52919	41,71
Comprensión	H	17	5	2,44949	0,59409	48,99
	M	28	5,0357	1,93376	0,36545	38,40
Aplicación	H	17	7,1765	3,3955	0,82353	47,31
	M	28	6,6071	2,6435	0,49957	40,01
Total preguntas	H	17	18,9412	6,24971	1,51578	33,00
	M	28	18,3571	5,97039	1,1283	32,52

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en los niveles de comprensión, aplicación, y en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en el nivel de conocimiento.

Tabla 35

Prueba 3, T3 Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Pruebas de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
K	4,00	17	6,7647	2,27842	,55260
	1,00	28	6,7143	2,80023	,52919
C	4,00	17	5,0000	2,44949	,59409
	1,00	28	5,0357	1,93376	,36545
A	4,00	17	7,1765	3,39550	,82353
	1,00	28	6,6071	2,64350	,49957
T	4,00	17	18,9412	6,24971	1,51578
	1,00	28	18,3571	5,97039	1,12830

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,320	,574	,063	43	,950	,0504	,80503	-1,57308	1,67392
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	1,511	,226	-,054	43	,957	-,0357	,65806	-1,36281	1,29138
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,050	,825	,629	43	,533	,5693	,90575	-1,25730	2,39595
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,000	,992	,313	43	,756	,5840	1,86813	-3,18341	4,35148

De la Tabla 35 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T3 de las mujeres del grupo control y los hombres del grupo experimental:

Los resultados de las mujeres del grupo control no difieren de los resultados de los hombres del grupo experimental, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.12 Comparación Mujeres grupo control Hombres grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 36

Post Prueba Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	17	16,7647	6,35934	1,54237	37,93
	M	28	18,9286	4,69774	0,88779	24,82
Comprensión	H	17	6,0588	1,88648	0,45754	31,14
	M	28	6,3571	1,9854	0,3752	31,23
Aplicación	H	17	6,7059	2,68712	0,65172	40,07
	M	28	6,3214	2,12661	0,40189	33,64
Total preguntas	H	17	29,5294	9,71544	2,35634	32,90
	M	28	31,6071	7,67555	1,45054	24,28

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en los niveles de conocimiento, aplicación y en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo control son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión.

Tabla 37

Post Prueba Comparación mujeres grupo control - hombres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Conocimiento	4,00	17	16,7647	6,35934	1,54237
	1,00	28	18,9286	4,69774	,88779
Comprensión	4,00	17	6,0588	1,88648	,45754
	1,00	28	6,3571	1,98540	,37520
Aplicación	4,00	17	6,7059	2,68712	,65172
	1,00	28	6,3214	2,12661	,40189
Total de Preguntas	4,00	17	29,5294	9,71544	2,35634
	1,00	28	31,6071	7,67555	1,45054

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	3,591	,065	-1,309	43	,197	-2,1639	1,65306	-5,49759	1,16985
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,074	,788	-,498	43	,621	-,2983	,59931	-1,50695	,91031
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,228	,635	,532	43	,598	,3845	,72281	-1,07323	1,84214
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	1,544	,221	-,796	43	,431	-2,0777	2,61104	-7,34339	3,18793

De la Tabla 37 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T3 de las mujeres del grupo control y los hombres del grupo experimental:

Los resultados de las mujeres del grupo control no difieren de los resultados de los hombres del grupo experimental, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.13 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en pruebas repetidas.

4.1.6.13.1 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T₁.

Tabla 38

Prueba 1, T1 Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	14	21,5714	4,95696	1,3248	22,98
	M	23	19,9565	4,78139	0,99699	23,96
Comprensión	H	14	3,5	1,82925	0,48889	52,26
	M	23	4,1739	1,85011	0,38578	44,33
Aplicación	H	14	0,4286	0,64621	0,17271	150,77
	M	23	0,8696	0,75705	0,15786	87,06
Total preguntas	H	14	25,5	6,50148	1,73759	25,50
	M	23	25	6,50175	1,35571	26,01

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en los niveles de comprensión, y aplicación.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en el nivel de conocimiento y en el total de preguntas.

Tabla 39

Prueba 1, T1 Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Conocimiento	2,00	14	21,5714	4,95696	1,32480
	3,00	23	19,9565	4,78139	,99699
Comprensión	2,00	14	3,5000	1,82925	,48889
	3,00	23	4,1739	1,85011	,38578
Aplicación	2,00	14	,4286	,64621	,17271
	3,00	23	,8696	,75705	,15786
Total preguntas	2,00	14	25,5000	6,50148	1,73759
	3,00	23	25,0000	6,50175	1,35571

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,048	,828	,983	35	,332	1,6149	1,64315	-1,72086	4,95067
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,192	,664	-1,079	35	,288	-,6739	,62453	-1,94178	,59396
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,165	,687	-1,812	35	,079	-,4410	,24335	-,93501	,05302
Total preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,052	,821	,227	35	,822	,5000	2,20392	-3,97420	4,97420

De la Tabla 39 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T1 de las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control:

Los resultados de las mujeres del grupo experimental no difieren de los resultados de los hombres del grupo control, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.13.2 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T₂.

Tabla 40

Prueba 2, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	14	20,2857	4,89	1,30691	24,11
	M	23	20,6957	5,16487	1,07695	24,96
Comprensión	H	14	2,5714	1,01635	0,27163	39,53
	M	23	2,5652	0,94514	0,19707	36,84
Aplicación	H	14	3,1429	1,56191	0,41744	49,70
	M	23	3,1739	1,15413	0,24065	36,36
Total preguntas	H	14	26	6,23884	1,6674	24,00
	M	23	26,4348	6,10384	1,27274	23,09

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en los niveles de comprensión, aplicación, y en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en el nivel de conocimiento.

Tabla 41

Prueba 2, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Conocimiento	2,00	14	20,2857	4,89000	1,30691
	3,00	23	20,6957	5,16487	1,07695
Comprensión	2,00	14	2,5714	1,01635	,27163
	3,00	23	2,5652	,94514	,19707
Aplicación	2,00	14	3,1429	1,56191	,41744
	3,00	23	3,1739	1,15413	,24065
Total de preguntas	2,00	14	26,0000	6,23884	1,66740
	3,00	23	26,4348	6,10384	1,27274

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,153	,698	-,239	35	,813	-,4099	1,71677	-3,89516	3,07528
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,044	,834	,019	35	,985	,0062	,32955	-,66282	,67524
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	5,937	,020	-,069	35	,945	-,0311	,44758	-,93969	,87758
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,011	,917	-,208	35	,836	-,4348	2,08619	-4,66997	3,80041

De la Tabla 41 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T2 de las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control:

Los resultados de las mujeres del grupo experimental no difieren de los resultados de los hombres del grupo control, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.13.3 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en prueba repetida en T₃.

Tabla 42

Prueba 3, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coficiente de variación
Conocimiento	H	14	7,7857	2,806	0,74993	36,04
	M	23	6,5217	2,88994	0,6026	44,31
Comprensión	H	14	5,2857	1,20439	0,32189	22,79
	M	23	4,8261	2,47996	0,51711	51,39
Aplicación	H	14	6,4286	2,34404	0,62647	36,46
	M	23	7,8696	3,68417	0,7682	46,82
Total de preguntas	H	14	19,5	4,09033	1,09319	20,98
	M	23	19,2174	7,30477	1,52315	38,01

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en todos los niveles en el total de preguntas.

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son menos homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en el nivel de conocimiento.

Tabla 43

Prueba 3, Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Conocimiento	2,00	14	7,7857	2,80600	,74993
	3,00	23	6,5217	2,88994	,60260
Comprensión	2,00	14	5,2857	1,20439	,32189
	3,00	23	4,8261	2,47996	,51711
Aplicación	2,00	14	6,4286	2,34404	,62647
	3,00	23	7,8696	3,68417	,76820
Total de preguntas	2,00	14	19,5000	4,09033	1,09319
	3,00	23	19,2174	7,30477	1,52315

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,009	,927	1,304	35	,201	1,2640	,96916	-,70352	3,23147
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	2,258	,142	,646	35	,522	,4596	,71142	-,98463	1,90389
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	2,872	,099	-1,307	35	,200	-1,4410	1,10220	-3,67859	,79660
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	4,616	,039	,132	35	,896	,2826	2,13731	-4,05636	4,62157

De la Tabla 43 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba T3 de las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control:

Los resultados de las mujeres del grupo experimental no difieren de los resultados de los hombres del grupo control, en ninguno de los niveles de aprendizaje y en el total de preguntas.

4.1.6.13.4 Comparación Hombres grupo control Mujeres grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 44

Post prueba. Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental.

	Género	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de variación (%)
Conocimiento	H	14	19,9286	5,31275	1,41989	26,66
	M	23	21,0435	4,41566	0,92073	20,98
Comprensión	H	14	6,9286	1,63915	0,43808	23,66
	M	23	6,913	1,27611	0,26609	18,46
Aplicación	H	14	5,3571	2,20514	0,58935	41,16
	M	23	7,8261	2,36743	0,49364	30,25
Total preguntas	H	14	32,2143	7,42323	1,98394	23,04
	M	23	35,7826	6,96717	1,45276	19,47

Los resultados de los coeficientes de variación de las mujeres del grupo experimental son más homogéneos que los resultados de los hombres del grupo control en todos los niveles de aprendizaje y el total de preguntas.

Tabla 45

Post prueba. Comparación hombres grupo control - mujeres grupo experimental. Prueba de muestras independientes.

Estadísticos de grupo

	HM	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Conocimiento	2,00	14	19,9286	5,31275	1,41989
	3,00	23	21,0435	4,41566	,92073
Comprensión	2,00	14	6,9286	1,63915	,43808
	3,00	23	6,9130	1,27611	,26609
Aplicación	2,00	14	5,3571	2,20514	,58935
	3,00	23	7,8261	2,36743	,49364
Total de preguntas	2,00	14	32,2143	7,42323	1,98394
	3,00	23	35,7826	6,96717	1,45276

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	1,486	,231	-,690	35	,495	-1,1149	1,61646	-4,39649	2,16667
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,386	,539	,032	35	,974	,0155	,48197	-,96292	,99397
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,100	,753	-,3155	35	,003	-2,4689	,78253	-4,05756	-,88033
Total de grupos	Se han asumido varianzas iguales	,106	,747	-,1474	35	,149	-3,5683	2,42030	-8,48179	1,34515

De la Tabla 45 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de la prueba post prueba de las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control:

Los resultados del las mujeres del grupo experimental no difieren de los resultados de los hombres del grupo control, en los niveles de conocimiento, comprensión y total de pregunta.

Los resultados del las mujeres del grupo experimental difieren significativamente de los resultados de los hombres del grupo control, en el nivel de aplicación.

4.1.7 Evolución en el rendimiento académico del grupo experimental por género.

4.1.7.1 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₁

Tabla 46

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₁.

Tabla 46.1

Resumen estadístico de los datos.

	Sexo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Mujeres	23	19,9565	4,78139	,99699	23,95
	Hombres	17	16,4118	5,44356	1,32026	33,16
Comprensión	Mujeres	23	4,1739	1,85011	,38578	44,32
	Hombres	17	3,3529	1,49755	,36321	44,66
Aplicación	Mujeres	23	,8696	,75705	,15786	87,05
	Hombres	17	,4118	,61835	,14997	150,15
Total preguntas	Mujeres	23	25,0000	6,50175	1,35571	26,00
	Hombres	17	20,1765	6,71040	1,62751	33,25

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de conocimiento en la prueba repetida en T_1 de la Tabla 46.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 10 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión en la prueba repetida en T_1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 1 %.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de aplicación en la prueba repetida en T_1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 70 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el total de preguntas en la prueba repetida en T_1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 8 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres.

Tabla 46.2Comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T_1 .

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,008	,929	2,186	38	,035	3,5448	1,62186	,26147	6,82804
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,520	,475	1,501	38	,142	,8210	,54711	-,28660	1,92854
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,352	,557	2,039	38	,048	,4578	,22453	,00326	,91234
Total de preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,079	,780	2,288	38	,028	4,8235	2,10792	,55627	9,09079

En la Tabla 46.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio los resultados de las mujeres contra hombres de la prueba repetida en T_1 del grupo experimental.

- a) El rendimiento académico de las mujeres difiere significativamente del rendimiento académico de los hombres, $t=2,186$ ($p<0,05$) en el nivel de conocimiento, obteniéndose mejor rendimiento académico en las mujeres.
- b) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=1,501$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El rendimiento académico de las mujeres difiere significativamente del rendimiento académico de los hombres, $t=2,039$ ($p<0,05$) en el nivel de aplicación, obteniéndose mejor rendimiento académico en las mujeres.

d) El rendimiento académico de las mujeres difiere significativamente del rendimiento académico de los hombres, $t=2,288$ ($p<0,05$) en el total de preguntas, obteniéndose mejor rendimiento académico en las mujeres.

4.1.7.2 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₂

Tabla 47

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₂.

Tabla 47.1

Resumen estadístico de los datos.

	Sexo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Femenino	23	20,6957	5,16487	1,07695	24,95
	Masculino	17	17,1176	6,33327	1,53604	36,99
Comprensión	Femenino	23	2,5652	,94514	,19707	36,84
	Masculino	17	2,4706	,87447	,21209	35,39
Aplicación	Femenino	23	3,1739	1,15413	,24065	36,36
	Masculino	17	2,8824	1,11144	,26956	38,55
Total de preguntas	Femenino	23	26,4348	6,10384	1,27274	23,09
	Masculino	17	22,4706	6,87493	1,66742	30,59

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de conocimiento en la prueba repetida en T₂ de la Tabla 47.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 13 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión en la prueba repetida en T₂ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 2 %. Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de aplicación en la prueba repetida en T₂ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 3 %. La dispersión en los resultados de los hombres es ligeramente mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el total de preguntas en la prueba repetida en T₂ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 8 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres.

Con una confianza de 95% se observa en la tabla 47.2, que cuando se comparan en su nivel medios los resultados de las mujeres contra los hombres de la prueba repetida en T₂ del grupo experimental:

Tabla 47.2

Comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₂.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	,697	,409	1,967	38	,056	3,5780	1,81870	-,10376	7,25977
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,215	,645	,323	38	,748	,0946	,29299	-,49851	,68777
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,000	,991	,802	38	,427	,2916	,36346	-,44422	1,02734
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,408	,527	1,925	38	,062	3,9642	2,05974	-,20553	8,13392

- a) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=1,967$ ($p>0,05$) en el nivel de conocimiento.
- b) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=0,323$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=0,802$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.

d) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=1,925$ ($p>0,05$) en total de preguntas.

4.1.7.3 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en prueba repetida en T₃

Tabla 48

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

Tabla 48.1

Resumen estadístico de los datos.

	Sexo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Femenino	23	6,5217	2,88994	,60260	44,31
	Masculino	17	6,7647	2,27842	,55260	33,68
Comprensión	Femenino	23	4,8261	2,47996	,51711	51,38
	Masculino	17	5,0000	2,44949	,59409	48,98
Aplicación	Femenino	23	7,8696	3,68417	,76820	46,81
	Masculino	17	7,1765	3,39550	,82353	47,31
Total de preguntas	Femenino	23	19,2174	7,30477	1,52315	38,01
	Masculino	17	18,9412	6,24971	1,51578	32,99

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de conocimiento en la prueba repetida en T₃ de la Tabla 48.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 11 %. La dispersión en los resultados de los hombres es menor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión en la prueba repetida en T₃ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 3%. %. La dispersión en los resultados de los hombres es ligeramente menor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de aplicación en la prueba repetida en T₃ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 1 %.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el total de preguntas en la prueba repetida en T₃ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 6 %. La dispersión en los resultados de los hombres es menor que la dispersión de los resultados de las mujeres.

En la Tabla 48.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio el resultado del las mujeres contra los hombres de la prueba repetida en T₃ del grupo experimental:

Tabla 48.2.

Comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la prueba repetida en T₃.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	1,222	,276	-,287	38	,776	-,2430	,84750	-1,95865	1,47271
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	,366	,549	-,220	38	,827	-,1739	,78912	-1,77140	1,42357
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,427	,517	,608	38	,547	,6931	1,14040	-1,61553	3,00172
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	,746	,393	,126	38	,901	,2762	2,20063	-4,17874	4,73117

a) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t = -0,287$ ($p > 0,05$) en el nivel de conocimiento.

- b) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t = -0,220$ ($p > 0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t = 0,608$ ($p > 0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t = 0,126$ ($p > 0,05$) en total de preguntas.

4.1.7.4 Comparación Mujeres Hombres grupo experimental en post-prueba

Tabla 49

Resumen estadístico de los datos y comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la post-prueba.

Tabla 49.1

Resumen estadístico de los datos.

	Sexo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coefficiente de Variación (%)
Conocimiento	Femenino	23	21,0435	4,41566	,92073	20,98
	Masculino	17	16,7647	6,35934	1,54237	37,93
Comprensión	Femenino	23	6,9130	1,27611	,26609	18,45
	Masculino	17	6,0588	1,88648	,45754	31,13
Aplicación	Femenino	23	7,8261	2,36743	,49364	30,25
	Masculino	17	6,7059	2,68712	,65172	40,07
Total de Preguntas	Femenino	23	35,7826	6,96717	1,45276	19,47
	Masculino	17	29,5294	9,71544	2,35634	32,9

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de conocimiento en la post-prueba de la Tabla 49.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 17 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de comprensión en la post-prueba se puede observar que la

diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 13%. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el nivel de aplicación en la post-prueba se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 10 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres en este nivel.

Al comparar los coeficientes de variación entre las mujeres y los hombres del grupo experimental en el total de preguntas en la post-prueba se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 14 %. La dispersión en los resultados de los hombres es mayor que la dispersión de los resultados de las mujeres.

En la tabla 49.2 se observa con una confianza de 95%, que cuando se comparan en su nivel medio el resultado (mujer – hombres) de la Post prueba del grupo experimental:

Tabla 49.2

Comparación mujeres versus hombres grupo experimental en la post-prueba.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Conocimiento	Se han asumido varianzas iguales	5,082	,030	2,514	38	,016	4,2788	1,70200	,83326	7,72429
Comprensión	Se han asumido varianzas iguales	2,205	,146	1,709	38	,096	,8542	,49974	-,15746	1,86590
Aplicación	Se han asumido varianzas iguales	,025	,874	1,397	38	,171	1,1202	,80186	-,50307	2,74348
Total de Preguntas	Se han asumido varianzas iguales	2,585	,116	2,374	38	,023	6,2532	2,63453	,91986	11,58653

- a) El rendimiento académico de las mujeres difiere significativamente del rendimiento académico de los hombres, $t=2,524$ ($p<0,05$) en el nivel de conocimiento, obteniéndose mejor rendimiento académico en las mujeres.
- b) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=1,709$ ($p>0,05$) en el nivel de comprensión.
- c) El rendimiento académico de las mujeres no difiere del rendimiento académico de los hombres, $t=1,397$ ($p>0,05$) en el nivel de aplicación.
- d) El rendimiento académico de las mujeres difiere significativamente del rendimiento académico de los hombres, $t=2,374$ ($p<0,05$) en el total de preguntas, obteniéndose mejor rendimiento académico en las mujeres.

4.1.7.5 Comparación ANOVA Mujeres Hombres grupo experimental con los resultados en las pruebas.

Tabla 50

Comparación ANOVA para los géneros en el grupo experimental con los resultados en las pruebas.

	MUJERES			HOMBRES			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
Prueba repetida en T ₁	23	25,0000	6,50175	17	20,1765	6,71040	5,236	0,028 (sig.)
Prueba repetida en T ₂	23	26,4348	6,10384	17	22,4706	6,87493	3,704	0,062 (No sig.)
Prueba repetida en T ₃	23	19,2174	7,30477	17	18,9412	6,24971	0,016	0,901 (No sig.)
Post prueba	23	35,7286	6,96717	17	29,5294	9,71544	5,634	0,023 (sig.)

Cuando se comparó a las mujeres del grupo experimental con los hombres del grupo experimental en los resultados de las pruebas no se encontraron diferencias significativas en las pruebas repetidas en T₂ y T₃. Se encontraron diferencias significativas en la prueba repetida en T₁ y en la post-prueba.

4.1.8 Resultados de los mapas del grupo experimental por género.

Tabla 51

Resumen estadístico de los datos y comparación de los mapas entre hombres y mujeres.

Tabla 51.1

Resumen estadístico de los datos.

	SEXO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Coficiente de Variación (%)
Mapa en T ₁	Mujer	23	39,48	13,764	2,870	34.86
	Hombre	17	34,88	7,574	1,837	21.71
Mapa en T ₂	Mujer	23	98,26	15,861	3,307	16.14
	Hombre	17	84,59	22,741	5,515	26.88
Mapa en T ₃	Mujer	23	375,61	159,298	33,216	42.41
	Hombre	17	376,76	156,282	37,904	41.48

Al comparar los coeficientes de variación entre mujeres y hombres en el mapa en T₁ de la Tabla 51.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 14 %. La dispersión en los resultados en los hombres es menor que la dispersión de los resultados en las mujeres.

Al comparar los coeficientes de variación entre mujeres y hombres en el mapa en T₂ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 11%. La dispersión en los resultados en los hombres es mayor que la dispersión de los resultados en las mujeres.

Al comparar los coeficientes de variación entre mujeres y hombres en el mapa en T₃ se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 1 %.

Los resultados de los mapas del grupo experimental por género se obtuvieron a partir de una prueba de muestras independientes y se muestran en la Tabla 51.2.

Tabla 51.2

Comparación de los mapas entre hombres y mujeres.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Sup.
Mapa en T ₁	Se han asumido varianzas iguales	2,648	,112	1,242	38	,222	4,60	3,700	-2,895	12,086
Mapa en T ₂	Se han asumido varianzas iguales	1,236	,273	2,242	38	,031	13,67	6,097	1,330	26,016
Mapa en T ₃	Se han asumido varianzas iguales	,002	,964	-,023	38	,982	-1,16	50,547	-103,483	101,17

4.1.8.1 Comparación de mapa en T₁ entre mujeres y hombres. En el mapa en T₁ no se evidencia diferencia entre el grupo de mujeres y el grupo de hombres en cuanto a el puntaje obtenido en los mapas. Esto se logra explicar de la tabla observando un valor $t=1.242$ correspondiente al valor $p>0,05$

4.1.8.2 Comparación de mapa en T₂ entre mujeres y hombres. En el mapa en T₂ se evidencia una diferencia significativa entre el grupo de mujeres y el grupo de hombres en cuanto a el puntaje obtenido en los mapas. Esto se logra explicar de la tabla observando un valor $t=2.242$ correspondiente al valor $p<0,05$. Las mujeres obtuvieron mejores resultados que los hombres.

4.1.8.3 Comparación de mapa en T₃ entre mujeres y hombres. En el mapa en T₃ no se evidencia una diferencia entre el grupo de mujeres y el grupo de hombres en cuanto al puntaje obtenido en los mapas. Esto se logra explicar de la tabla observando un valor $t=-0.23$ correspondiente al valor $p>0,05$.

4.1.8.4 Comparación entre las mujeres en los diferentes mapas.

Tabla 52

Resumen estadístico de los datos y comparación entre las mujeres en los diferentes mapas.

Tabla 52.1

Resumen estadístico de los datos.

Mapas	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	Coeficiente de Variación (%)
					Límite inferior	Límite superior			
1,00	23	39,48	13,764	2,870	33,53	45,43	21	82	34,86
2,00	23	98,26	15,861	3,307	91,40	105,12	65	130	16,14
3,00	23	375,61	159,298	33,216	306,72	444,49	73	817	42,41

Al comparar los coeficientes de variación de las mujeres entre en el mapa en T_1 y el mapa en T_2 de la Tabla 52.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 19 %. La dispersión en los resultados de las mujeres en el mapa en T_2 es menor que la dispersión de los resultados de estas en el mapa en T_1 .

Al comparar los coeficientes de variación de las mujeres entre en el mapa en T_2 y el mapa en T_3 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 27 %. La dispersión en los resultados de las mujeres en el mapa en T_3 es mayor que la dispersión de los resultados de estas en el mapa en T_2 .

Tabla 52.2

Comparación entre las mujeres en los diferentes mapas.

(I) MAPA	(J) MAPA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	p	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,00	2,00	-58,78	27,355	,088	-124,37	6,81
	3,00	-336,13(*)	27,355	,000	-401,72	-270,54
2,00	1,00	58,78	27,355	,088	-6,81	124,37
	3,00	-277,35(*)	27,355	,000	-342,94	-211,76
3,00	1,00	336,13(*)	27,355	,000	270,54	401,72
	2,00	277,35(*)	27,355	,000	211,76	342,94

En la Tabla 52.2 se comparan los resultados obtenidos por las mujeres en el grupo experimental mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey derivada de la ANOVA para encontrar los mapas que difieren significativamente de otros se observa:

- a) No existen diferencias entre los resultados de las mujeres en el mapa en T_1 y el mapa en T_2 . Esto se evidencia, al ser $p > 0,05$.
- b) Existe diferencias significativas entre los resultados de las mujeres en el mapa en T_1 y el mapa en T_3 . El mejor resultado se observa en el mapa en T_3 al ser $p < 0,05$.
- c) Existe diferencias significativas entre los resultados de las mujeres en el mapa en T_2 y el mapa en T_3 . El mejor resultado se observa en el mapa en T_3 al ser $p < 0,05$.

4.1.8.5 Comparación entre los hombres en los diferentes mapas.

Tabla 53

Resumen estadístico de los datos y comparación entre los hombres en los diferentes mapas.

Tabla 53.1

Resumen estadístico de los datos.

Mapas	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	Coeficiente de Variación (%)
					Límite inferior	Límite superior			
1,00	17	34,88	7,574	1,837	30,99	38,78	21	46	21,71
2,00	17	84,59	22,741	5,515	72,90	96,28	50	139	26,88
3,00	17	376,76	156,282	37,904	296,41	457,12	126	610	41,48

Al comparar los coeficientes de variación de las hombres entre en el mapa en T_1 y el mapa en T_2 de la Tabla 53.1 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al 6 %. La dispersión en los resultados de hombres en el mapa en T_2 es menor que la dispersión de los resultados de estos en el mapa en T_1 .

Al comparar los coeficientes de variación de los hombres entre en el mapa en T_2 y el mapa en T_3 se puede observar que la diferencia entre los coeficientes de variación es inferior al

15 %. La dispersión en los resultados de los hombres en el mapa en T₃ es mayor que la dispersión de los resultados de estas en el mapa en T₂.

En la Tabla 53.2 se compararan los resultados obtenidos por los hombres en el grupo experimental mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey derivada de la ANOVA para encontrar los mapas que difieren significativamente de otros. Se observa que:

Tabla 53.2

Comparación entre los hombres en los diferentes mapas.

(I) MAPA	(J) MAPA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	p	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,00	2,00	-49,71	31,310	,261	-125,43	26,02
	3,00	-341,88(*)	31,310	,000	-417,61	-266,16
2,00	1,00	49,71	31,310	,261	-26,02	125,43
	3,00	-292,18(*)	31,310	,000	-367,90	-216,45
3,00	1,00	341,88(*)	31,310	,000	266,16	417,61
	2,00	292,18(*)	31,310	,000	216,45	367,90

b) No existen diferencias entre los resultados de los hombres en el mapa en T₁ y el mapa en T₂. Esto se evidencia al ser $p > 0,05$.

c) Existe diferencias significativas entre los resultados de los hombres en el mapa en T₁ y el mapa en T₃. El mejor resultado se observa en el mapa en T₃ al ser $p < 0,05$.

d) Existe diferencias significativas entre los resultados de los hombres entre el mapa en T₂ y el mapa en T₃. El mejor resultado se observa en el mapa en T₃ al ser $p < 0,05$.

4.1.8.6 Comparación ANOVA para los géneros con los resultados de los mapas.

Tabla 54

Comparación ANOVA para los géneros en el grupo experimental con los resultados en los mapas.

	MUJERES			HOMBRES			F	Sig.
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.		
Mapa en T ₁	23	39,4783	13,76382	17	34,8824	7,57366	1,543	0,222 (No sig.)
Mapa en T ₂	23	98,2609	15,86081	17	84,5882	22,74054	5,029	0,031 (Sig.)
Mapa en T ₃	23	375,6087	159,28201	17	376,7647	156,28201	0,001	0,982 (No sig.)

Cuando se comparó a las mujeres del grupo experimental con los hombres del grupo experimental en los resultados en los mapas no se encontraron diferencias significativas en el mapa en T₂. Se encontraron diferencias significativas en los mapas en T₁ y en T₃.

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación a nivel global no hay diferencias entre el grupo control y el grupo experimental. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en la post-prueba en el nivel de aplicación

Se comparó el aprendizaje de conceptos de biología celular, a través del rendimiento académico, y se establecieron diferencias en el aprendizaje de estos conceptos entre el grupo experimental que utilizó los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje y el grupo control que no utilizó los mapas conceptuales como estrategia didáctica de aprendizaje en los niveles de conocimiento, comprensión y aplicación. Además se establecieron diferencias en el aprendizaje de los conceptos citados entre el grupo experimental y el grupo control por género.

En este estudio el uso de los mapas conceptuales como herramienta cognitiva de aprendizaje supone un mejor rendimiento académico en el aprendizaje de conceptos de biología celular. Estas expectativas se basaron en las potencialidades de la herramienta, que permite la organización de la información, procesos metacognitivos, una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de las estructuras cognitivas de los estudiantes, según lo explícito en el marco teórico de este trabajo.

La elaboración de mapas conceptuales por parte del grupo experimental evidenció una construcción y un desarrollo cognitivo de los conceptos de la biología celular a lo largo de esta investigación. Al comparar los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes en cada momento (Anexos A), se evidenció un incremento en el número de conceptos, proposiciones, ideas inclusoras, ejemplos y enlaces cruzados. Esta nueva organización de los mapas, permitió establecer comunicación con la estructura cognitiva de los estudiantes a través de la exteriorización de sus conocimiento en la elaboración de un mapa con mayor riqueza conceptual, que da cuenta de un aprendizaje significativo que relaciona los nuevos conceptos con los presentes en la estructura cognitiva de los estudiantes. (Novak et al., 1988).

La comparación y evaluación de los mapas a través de la rúbrica utilizada (Anexo C) permite afirmar que hay evidencias de que los conceptos incorporados por los estudiantes en los mapas conceptuales se diferencian progresivamente en relación a su grado de inclusividad o generalidad, dando cuenta de un continuo proceso de transformación de su estructura cognitiva y diferenciación progresiva a lo largo del tiempo (Ausubel, 2000)

Los estudiantes establecieron relaciones cruzadas entre distintos conceptos y crearon nuevas relaciones conceptuales entre conceptos aparentemente poco relacionados en los distintos niveles de jerarquía conceptual. Esto da cuenta de que a través de los mapas conceptuales, los estudiantes tuvieron una reconciliación integradora, que los conceptos científicos se adquieren siempre por relación jerárquica con otros conceptos, por su sentido. Esto hace que en los conceptos científicos llegue a captarse la esencia del concepto, posible mediante el análisis consciente de sus relaciones con otros conceptos (Vygotsky, 1992)

Para hacer un seguimiento en el aprendizaje, tanto en el grupo control como experimental se aplicaron antes de la post-prueba tres pruebas parciales. (prueba repetida en T₁, prueba repetida en T₂ y prueba repetida en T₃). (Tabla 10)

Los resultados de la prueba repetida en T₁ muestran que, aunque el valor de la media para el total de preguntas fue ligeramente más alto para el grupo control que el grupo experimental, el rendimiento académico en ambos grupos fue similar. Esto podría explicarse atendiendo a dos argumentos:

Primero: En este momento del estudio el grupo experimental se encontraba en la fase de principiante en el uso de los mapas conceptuales que se caracteriza por una coherencia pobre y escasa organización jerárquica, resultados similares a los encontrados por Koponen y Pehkonen (2008) en el aprendizaje de conceptos científicos en otras áreas del conocimiento.

Segundo: La prueba repetida en T₁ tuvo un 77,5 % de preguntas en el nivel de conocimiento. Boujaoude y Attieh (2008) en estudios similares encontraron que no existe

diferencia significativa en el rendimiento académico entre el grupo control y el grupo experimental que usa mapas conceptuales cuando responden preguntas en el nivel de conocimiento.

En esta misma prueba el valor del coeficiente de variación para el total de preguntas muestra que el grupo experimental tiene una dispersión mayor que el grupo control (Tabla 6.1). Esto podría explicarse por la diferencia de la información que manejan los estudiantes al construir el mapa en T_1 que conlleva a diferentes niveles de aprendizaje. Lo anterior pude apoyarse al comprobar que el valor del coeficiente de variabilidad del mapa en T_1 en el grupo experimental es de 31,04 %.(Tabla 16.1).

Los resultados de la prueba repetida en T_2 (Tabla 10). muestran que aunque el valor de la media para el total de preguntas fue ligeramente más alto para el grupo experimental que el grupo control, el rendimiento académico en ambos grupos fue similar. Esto podría explicarse, debido al gran porcentaje (77,5%) de preguntas de conocimiento de esta prueba, lo que se corrobora con los estudios similares de Boujaoude y Attieh (2008).

En esta misma prueba el valor del coeficiente de variación para el total de preguntas muestra que el grupo experimental tiene una dispersión menor que el grupo control (Tabla 7.1). Además, el coeficiente de variación para el total de preguntas del grupo experimental en la segunda prueba (T_2) es menor que el de la primera (T_1) (Tabla 6.1y (Tabla 7.1). Esto podría explicarse por la mejora observada en la elaboración de los mapas conceptuales en T_2 y el uso de ellos como estrategia de aprendizaje.

Los resultados de la prueba repetida en T_3 (Tabla 8.1) muestran que aunque el valor de la media para el total de preguntas fue ligeramente más alto para el grupo experimental que para el grupo control, el rendimiento académico de ambos grupos fue similar.

En la prueba repetida en T_3 la distribución de las preguntas por niveles fue de 40 % de conocimiento; 20 % de comprensión; 40 % de aplicación. Como se observa el 60 % de las preguntas corresponde al nivel de conocimiento y comprensión; en estudios similares en estos niveles no se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo

experimental, como aparece reportado en Rasol Mirzaie, Javad Abbas, Shahid Rajaei, Javad Hatami (2008).

De otra parte, Lehman, Carter, y Kahle (1985), afirman que la construcción de mapas es difícil. Brandt, Elen, Hellemans, Heerman, Couwenberg, Volckaert, & Morisse (2001), y Beyerebach y Smith (1990), reportan que los estudiantes requieren un entrenamiento prolongado para dominar los mapas conceptuales, situaciones que nos permiten explicar la no diferencia significativa entre el grupo control y experimental en esta prueba.

En la post-prueba no hay diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en los niveles de conocimiento, comprensión (Tabla 9.1). Resultados similares para el total de preguntas fueron obtenidos por Boujaoude y Attieh (2008) en su estudio “The effect of using concept maps as study tools on achievement in Chemistry”

Estos resultados se ven corroborados ante el cálculo de la prueba ANOVA para las pruebas T₁, T₂, T₃ y la post-prueba, al contrastar el rendimiento académico por el grupo experimental frente al de control. (Tabla 10).

El grupo experimental difiere significativamente del grupo control en el nivel de aplicación (Tabla 13). Esto muestra que el grupo experimental en el nivel de aplicación tuvo mayor rendimiento académico que el grupo control en la post-prueba. Una posible explicación a estos hallazgos, podría darse a partir de estudios similares, como el de Rodríguez de la Vega (2001), que demuestran que existe una alta correlación entre la cantidad de información de los mapas y las calificaciones obtenidas en las preguntas del nivel de aplicación.

En este trabajo también se estudia la diferencia en el rendimiento académico, por género, entre el grupo control y el grupo experimental, en todas las pruebas. Al comparar el rendimiento académico de las mujeres del grupo control contra las mujeres del grupo experimental se determinó que no hay diferencias significativas entre ambos grupos en el nivel de conocimiento en todas las pruebas (Tabla 22.1; Tabla 23.1; Tabla 24.1). Sin

embargo, en la prueba T_1 existen diferencias significativas en el nivel de comprensión, obteniéndose mayor rendimiento académico en el grupo experimental.

En la post-prueba existen diferencias significativas en el nivel de aplicación y en el total de preguntas entre las mujeres del grupo control y las mujeres del grupo experimental, obteniéndose mayor rendimiento académico en el grupo experimental.

No obstante, en la post-prueba, el coeficiente de variación muestra que las mujeres del grupo experimental tienen una menor dispersión en el total de preguntas que el grupo control (Tabla 25.1). Esto demuestra que en el grupo experimental de mujeres el rendimiento académico es más homogéneo que en el grupo de mujeres del grupo control. Esto significa que las notas del grupo experimental están más cerca del valor de la media.

Al comparar el rendimiento académico del grupo control contra el grupo experimental entre hombres, en todas las pruebas, se observó que no hay diferencias significativas entre ambos grupos en los niveles de comprensión y aplicación (Tabla 26.1; Tabla 27.1; Tabla 28.1; Tabla 29.1).

Por otro lado, existen diferencias significativas en la prueba en T_1 en el nivel de conocimiento y el total de preguntas, obteniéndose mayor rendimiento académico en el grupo control en ambos casos. Los valores del coeficiente de variación muestran que en la post-prueba los hombres del grupo experimental presentan una mayor dispersión en el total de preguntas que el grupo control (Tabla 29.1). Esto demuestra que en el grupo experimental de hombres poseen un rendimiento académico menos homogéneo que en el grupo de hombres del grupo control.

Al comparar el rendimiento académico de las mujeres del grupo control contra el rendimiento académico de los hombres del grupo experimental no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los distintos niveles de aprendizaje y el total de preguntas. (Tabla 31)

Al comparar el rendimiento académico de los hombres del grupo control contra las mujeres del grupo experimental, solo se encontraron diferencias significativas en el nivel de aplicación, obteniéndose mayor rendimiento académico en el grupo experimental.

En adición a los análisis anteriores, se compararon las diferencias en el rendimiento académico y en la elaboración de mapas conceptuales, por género, en el grupo experimental.

En cuanto al rendimiento académico, no se encontraron diferencias entre mujeres y hombres, en la prueba repetida en T_2 y la prueba repetida en T_3 . No obstante, se encontraron diferencias significativas en la prueba repetida en T_1 en los niveles de conocimiento, aplicación y el total de preguntas, obteniéndose mayor rendimiento académico en las mujeres. Así mismo en la post-prueba se encontraron diferencias significativas en el nivel de conocimiento y total de preguntas, obteniéndose mayor resultado en las mujeres. Estos resultados se ven corroborados ante el cálculo de la prueba ANOVA para las pruebas 1, 2, 3 y la post-prueba, al contrastar el rendimiento académico entre mujeres y hombres del grupo experimental. (Tabla 50)

La valoración de los mapas en el grupo experimental también fue analizada por género. Se encontró que en la elaboración de tres mapas conceptuales en tres tiempos diferentes no existen diferencias entre mujeres y hombres. Estos resultados se ven corroborados ante el cálculo de la prueba ANOVA para los mapas 1, 2, 3 entre mujeres y hombres del grupo experimental. (Tabla 54)

Este resultado no coincide con los estudios de Martínez (1998) y Novak y Musonda (1991) los cuales mostraron que las mujeres tienen tendencias a construir mapas conceptuales menos completos y menos elaborados. Así mismo, los resultados también son contrarios a los de Jegede e Inyang (1990) que muestran a los hombres que usan mapas conceptuales con mejor comprensión conceptual que las mujeres que usan mapas conceptuales.

No obstante lo anterior en el análisis de los mapas en el grupo experimental la prueba ANOVA muestra una diferencia significativa entre ellos en los tres tiempos (Tabla 17). Esto demuestra que en el avance de la investigación los estudiantes se apropiaron de la técnica de los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje e incorporaron a su estructura cognitiva un mayor número de conceptos de biología celular.

Al comparar el rendimiento académico entre pruebas del grupo experimental se encontró que:

Existen diferencias significativas entre la prueba en T₂ y la prueba en T₁, obteniéndose mayor rendimiento académico en T₂. Esto podría haber ocurrido por una mayor apropiación en el uso de la estrategia.

Existen diferencias significativas entre la prueba en T₂ y la prueba en T₃, obteniéndose mayor rendimiento académico en T₂. Aunque se hubiera esperado mayor rendimiento académico en la prueba en T₃, los resultados anteriores podrían explicarse por el mayor nivel de complejidad de los contenidos en T₃ con respecto a T₂.

Existen diferencias significativas entre la prueba en T₃ y la 'post-prueba, obteniéndose mayor rendimiento académico en la post-prueba. Esto podría haber ocurrido por una mayor apropiación en el uso de la estrategia. (Tabla 15.2)

Al comparar las pruebas repetidas en T₁ y en T₂ en el grupo control no se obtuvieron diferencias significativas. Sin embargo se obtuvieron diferencias significativas cuando se compararon los resultados de la prueba repetida en T₂ contra la prueba repetida en T₃ y entre los resultados de la prueba repetida en T₃ contra la post-prueba. (Tabla 14).

Los resultados entre pruebas (T₁ contra T₂; T₂ contra T₃, y T₃ contra Post-prueba) del grupo control contra el grupo experimental se observa que en forma global no existen diferencias significativas entre ambos grupos. Esto podría explicarse debido al poco tiempo empleado en la fase de entrenamiento para la elaboración de los mapas conceptuales.

Al no ser suficiente el tiempo de entrenamiento los estudiantes no construyen mapas conceptuales suficientemente elaborados que permitan una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de los conceptos de biología celular en su estructura cognitiva. Esto coincide con lo ya citado por Beyerebach y Smith (1990) que reportan que los estudiantes requieren de entrenamientos prolongados para dominar la elaboración de los mapas conceptuales.

CONCLUSIONES

En este trabajo se demostró que, en el nivel de conocimiento y el nivel de comprensión, no existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a los estudiantes que utilizan los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos biología celular.

Sin embargo se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos de estudiantes en el nivel de aplicación, observándose mejor resultados en el grupo de estudiantes que utilizaron los mapas conceptuales. Esto podría evidenciar, por un lado, que el uso de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje favorece en los estudiantes la adquisición de habilidades referidas al uso de la información, utilización de conceptos y teorías en situaciones nuevas y la solución de problemas, de acuerdo a lo categorizado en la Taxonomía de Bloom de habilidades de pensamiento. Por otro lado, para resolver las preguntas en el nivel de aplicación se requiere necesariamente una mayor exigencia en el desarrollo de habilidades cognitivas, lo que se ve favorecido con la elaboración de mapas conceptuales.

Se establecieron diferencias en el rendimiento académico por género en el grupo experimental en la post-prueba encontrándose mejores resultados en las mujeres.

No se encontraron diferencias en el rendimiento académico entre el grupo experimental y el grupo control por género. Sin embargo los resultados en el rendimiento académico de las mujeres en el grupo experimental fue mayor que el de las mujeres y los hombres del grupo control y de los hombres del grupo experimental en el nivel de aplicación.

Este estudio muestra los resultados en un contexto específico lo que corrobora que los resultados de una propuesta pedagógica sólo pueden revelarse en el aula. Se evidencia que la aplicación constructivista de los mapas conceptuales como una herramienta cognitiva y metacognitiva favorece las reflexiones personales que conllevan a un aprendizaje

significativo de conceptos científicos y promueve una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de las estructuras cognitivas de los estudiantes.

Los mapas conceptuales como estrategias de aprendizaje proporcionaron a los estudiantes una herramienta que utilizaron intencionalmente como instrumento flexible para aprender significativamente los conceptos de biología celular. Sin embargo, esta técnica requiere para su uso efectivo de otros factores como: motivación por aprender, entrenamiento continuo en la elaboración de mapas, contenidos significativos de aprendizaje y tiempo de implementación. Con todo esto, el uso de mapas conceptuales puede incrementar la probabilidad de obtener aprendizajes significativos.

RECOMENDACIONES

A partir de esta propuesta se recomienda su réplica en poblaciones similares a la de éste trabajo, ya que nuestras conclusiones son particulares y válidas del contexto seleccionado.

Ampliar el estudio a los seis niveles de la Taxonomía de Bloom.

Ampliar esta investigación con un estudio cualitativo que considere las dificultades de los estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales y la incidencia de estos en su aprendizaje.

Entrenar en el uso de la estrategia de los mapas conceptuales durante un tiempo más prolongado a los estudiantes.

Valorar el grado de aceptación por parte de los estudiantes del uso de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje.

Aplicar con regularidad durante el desarrollo de los temas de Ciencias Naturales la construcción de los mapas conceptuales para lograr de esta manera que los estudiantes puedan establecer relaciones cruzadas y plantear ejemplos.

Implementar los mapas conceptuales en otras disciplinas para facilitar el desarrollo de las habilidades cognitivas y metacognitivas.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. (2006). El mapa conceptual una herramienta para aprender y enseñar. *Plasticidad y restauración neurológica*, 5 (1), 66-72
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.
- Ausubel, D. (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Azcárate, P., Serradó, A. y Cardeñoso (2004): "Los obstáculos en el aprendizaje del conocimiento probabilística". Comunicación presentada en el XI CEAM, Huelva. España pp 1-27
- Banet, E., Ayuso, E. (1995). Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato I. Contenidos de Enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 137-153.
- Barbara, L., Martin, J. Clavijo, E. (2000). Restructuring knowledge in Biology: cognitive processes and metacognitive reflections. *International Journal of Science Education* , 22 (2), 303-323.
- Beltrán, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- Beyerebach, B., Smith, J. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 961-971.
- Bigge, M. (1990). *Teorías de aprendizaje para maestros*. México: Trillas.
- Bogden, CH. (1977). The Use of Concept Mapping as a Possible Strategy for Instructional Design and Evaluation in College Genetics (Tesis de maestría), Cornell University.
- Boujaoude, S., Attieh, M. (2008). The effect of using Concept Maps as Study Tools on Achievement in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4 (3), 233-246.

- Brandt, L., Elen, J., Hellemans, J., Heerman, L., Couwenberg, I., Volckaert, L., & Morisse, H. (2001). The impact of concept mapping and visualization on the learning of secondary school chemistry students. *International Journal of Science Education*, 23, 1303-1313.
- Caballer, M., Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 172-180.
- Caballer, M., Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la Educación General Básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 63-68.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 243-254.
- Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, (3), 369-380.
- Campanario, J., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (2), 179-192.
- Campanario J., Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, (2), 155- 169.
- Campos M., Gaspar, S., Alucema, A. (2000). Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 10, (1), 31-71.
- Cañas, A., Badilla, E. (2005). *Pensum No Lineal: Una Propuesta Innovadora para el Diseño de Planes de Estudio*. Consultado en (septiembre 10,2008) en: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/extra-cea/archivos/pensum.pdf>.
- Cañas, A., Coffey J., Reichherzer, T., Hill, G., Suri, N., Carff, R., Mitrovich, T., Eberle, D. (1997). *El-Tech: A Performance Support System with Embedded Training for Electronics Technicians*. Consultado en (octubre 14,2008) en: <http://ihmc.us/users/acanas/Publications/ElTech/El-Tech%20Flairs%2098.htm>.

- Cañas, J., Ford, K., Novak, J., Hayes, P., Reichherzer, T., Niranjana, S. (2001). *Online concept maps: Enhancing collaborative learning by using technology with concept maps*. *The Science Teacher*, 68, (4), 49-51.
- Cañas, A., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Gómez, G., Arroyo, M., Carvajal, R. (2004). *CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment*. Consultado en (octubre 25, 2008) en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-283.pdf>.
- Cañas, A., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Gómez, G., Eskridge, T., Arroyo, M., Carvajal, R. (2004). *CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment*. Consultado en (octubre 17, 2007) en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-283.pdf>.
- Cañas, A., Hill, G., Granados, A., Pérez, C., Pérez, J. D. (2003). *The network architecture of CmapTools*. Consultado en (agosto 16, 2007) en: <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/NewModelEducation/NuevoModeloEducacion.pdf>.
- Cañas, A., Hill, G., Lott, J. (2003). Support for constructing knowledge models in CmapTools . Consultado en (octubre 25, 2008) en: <http://cmap.ihmc.us/Publications/WhitePapers/Support%20for%20Constructing%20Knowledge%20Models%20in%20CmapTools.pdf>.
- Cardemone, P. (1975). *Concept Mapping: A Technique of Analyzing a Discipline and its Use in the curriculum and Instruction in a Portion of a College Level Mathematics Skills Course* (Tesis de Maestría, Cornell).
- Casas, J., Clavijo, A., Vargas, A., Molina, M., Orjuela, H. (2006). *Miniproyectos como alternativa de aprendizaje en Química*. Consultado en (noviembre, 20, 2008) en <http://www.fc.n.unp.edu.ar/publicaciones/jornadasdequimica/publicaciones/TC20.pdf>
- Coll, C. (1987). *Psicología y currículum*. Barcelona: Paidós.
- Contreras, L. C. (1993). Mapas conceptuales y resolución de problemas. *Investigación en la Escuela*, (19), 79-88.
- Copleston, F. (2003). *Historia de la Filosofía*. Barcelona: Ariel.
- Costamagna, A. (2005). El valor de la meta evaluación del cambio conceptual: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 23, (3), 419-430.

- Cuevas, A. (2003). Propuesta de aplicación de los mapas conceptuales en un modelo pedagógico semipresencial. *Revista Iberoamericana de Educación*. Consultado en (agosto 14,2007) en <http://www.rieoei.org/deloslectores/493Cuevas.pdf>.
- De Manuel, J., Grau, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*, 7, 53-63.
- Del Castillo-Olivares, J. (2006): "Mapas conceptuales en Matemáticas". Net Didáctica, disponible en:
<http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/123456789/463/1/Mapas+conceptuales+en+matem%C3%A0ticas.htm>
- Díaz, J., Jiménez, M. (1996). ¿Ves lo que dibujas?. Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 183-184.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. (1989). The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education*, 23 (1), 49-55.
- Fechner, S., Sumfleth, E. (2008). Collaborative concept mapping in context - oriented chemistry learning. Consultado en (octubre 25, 2008) en <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p289.pdf>.
- Gangoso, Z. (1999). Investigación en resolución de problemas en Ciencias. *Investigações en Ensino de Ciências*, 4 (1), 74.
- García, J. (1984) "Procesos de error en el razonamiento silogístico: doble procesamiento y estrategia de verificación", en M. Carretero y J. García Madruga (Comps.) *Lecturas de Psicología del Pensamiento*, Madrid, Alianza Editorial.
- Gil, D., Dumas-Carré, A., Caillot, M., Martínez, J., Ramírez, L. (1989). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela*, (6), 3-19.
- Guillen, F. (1997). Construcción de un modelo de enseñanza de la biología (Tesis de doctorado, UNAM).
- Heinze-Fry, J. (2004). Applications of concept mapping to undergraduate general education science courses. Consultado en (noviembre 18, 2007) en <http://cms.ihmc.us/papers/cmc2004-033.pdf>.

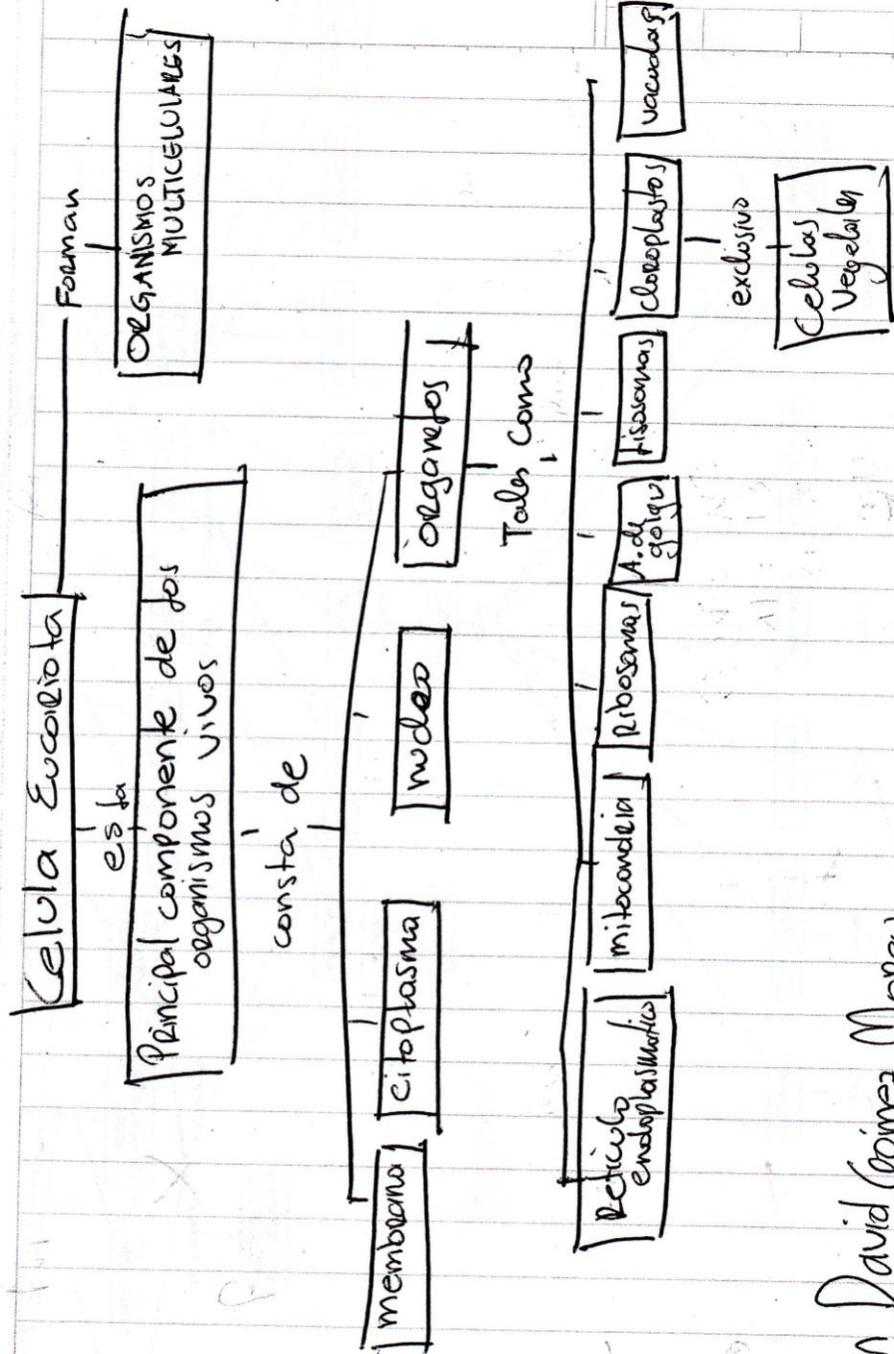
- Henno, I., Reiska, P. (2008). *Using Concept Mapping as assessment tool in school biology*. Consultado en (noviembre 20, 2008) en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p404.pdf>.
- Jegede, O., Inyang, N. (1990). Gender differences and achievement in integrated science among junior secondary students. *International Review of Educations*, 36 (3), 310-319.
- Jonassen, D., Beissner, K. Yacci, M. (1993). *Explicit methods for conveying structural knowledge through concept maps*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kinchin, I. (2000). Concept mapping in biology. Case study. *Journal of Biological Education*, 34 (2), .
- Koponen, I., Pehkonen, M. (2008). *Physics concepts and laws as network-structures: comparisons of structural features in experts' and novices' concept maps*. Consultado en (diciembre 2, 2008) en <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p179.pdf>.
- Laffey, J. & Singer, J. (1997). Using mapping for cognitive assessment in project-based science. *Journal of Interactive Learning Researchs*, 8 (3-4), 363-387.
- Lehman, J., Carter, C., Kahle, J. (1985). Concept mapping, Vee mapping, and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, (22), 663-673.
- Martínez, I. (1998). El sexo como variable sujeto: aportaciones desde la psicología diferencial. En J. Fernández (Coord). *Género y Sociedad*. (43-70). Madrid: Pirámide.
- Mengascini. A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Eureka Enseñanza Divulgación Científica*, 3 (3), 485-495.
- Mintzes, J., Wandersee, J., Novak, J. (1999). *Assessing science understanding*. San Diego: Academic Press.
- Mondelo, A., García B., Martínez L. (1994). Materia inerte/materia viva ¿Tienen ambas constitución atómica? *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 226-233.
- Moreira, M. (1988). Mapas conceptuales en la enseñanza de la física. *Contactos*, 3 (2), 38-57.
- Moreira, M. (1990). *Pesquisa em ensino: O Ve epistemológico de Gowin*. Sao Paulo: Pedagógica Universitaria Ltda.
- Moreira, M. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: VisorDis., S.A.

- Moreira, M.A. (1993). *A Teoría da Aprendizagem Significativa de David Ausubel*. Sao Paulo: Fascículos de CIEF Universidad de Río Grande do Sul Sao Paulo.
- Moreira, M., Masini, E. (1982). *Aprendizagem Significativa; a Teoria de Aprendizagem de David Ausubel*. Sao Paulo: Moraes.
- Moreno, S., Vidal, G. (2001). *Los Mapas Conceptuales en la Resolución de los Problemas de Química General*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Novak, J. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Novak, J. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universidad.
- Novak, J. (1998). Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Alianza Editorial.
- Novak, J. (2004). A science education research program that led to the development of the concept mapping tool and a new model for education. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept maps: Theory, methodology, technology, proceedings of the 1st international conference on concept mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
- Novak, J., Cañas, A. (2006). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*. Consultado en (septiembre 19, 2007) en <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>.
- Novak .D., Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.S.A.
- Novak, J., Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study os science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martin, I., Molina, A., Rodríguez, A., Vélez, U. (1992[2000]). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Parolo, M., Barbieri, L. M., Chrobak, R. (2004). La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 79-92.
- Piaget, J. (1981): «La teoría de Piaget». *Infancia y aprendizaje*. Monografía n. 2. Madrid.
- COLL, C. (1983): «La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/ aprendizaje». En C. Coll (ed.). *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid. Siglo XXI.

- Pozo, J. (1996). Las ideas del alumno sobre ciencias. De dónde vienen, a dónde van y... mientras tanto, qué hacemos con ellas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (7), 18-26.
- Pozo, J. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Aprendizaje, Ed. Visor.
- Pozo, J. (1999). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica. *Enseñanza de las Ciencias*, (17), 15.
- Rasol, A., Javad, A., Shahid, R., Javad, H. (2008). Study of concept maps usage effect on meaningful learning frontier in bloom's taxonomy for atomic structure mental concepts. En *Concept Mapping: Connecting Educators Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping A. J. Cañas, P.Reiska, M.Alhberg & J. D. Novak, Eds. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland*
- Reale, G. (2003). *Por una nueva interpretación de Platón*. Barcelona: Herder.
- Reyes, J., González, M. (2006). Consideraciones acerca de un modelo integrado de la educación en ciencias y perspectivas de cualificación. *Revista colombiana de física*, 38 (2), .
- Rodríguez De la vega, R. Las medidas de cantidad de información en la evaluación de los mapas conceptuales. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2001.
- Rodríguez, M. (2000). Modelos mentales de célula. Una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU (Tesis de doctorado), Universidad de La Laguna).
- Sanabria, I., Ramírez, M. (2004). *Una estrategia de aprendizaje para integrar teoría y laboratorio de física I mediante los mapas conceptuales y la v de gowin*. Consultado en (septiembre 22, 2007) en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-092.pdf>.
- Sansón, C., González, R., Montagut, P., Navarro, F. (2005). La uve heurística de Gowin y el mapa conceptual como estrategias que favorecen el aprendizaje experimental. *Enseñanza de las ciencias*, Numero extra (VII Congreso), .
- Santhanam, E., Leach, C., Dawson, C. (1998). Concept Mapping: How should it be introduced, and is there evidence for long term benefit. *Higher Education* , 35 (3), 317-328.

- Santos, Y., Hernández, P. (2005). La formación en Ciencias como herramienta de competitividad en el desarrollo tecnológico. *Revista de la Universidad de La Salle*, (39), 15-21.
- Valadares, J. (2005). Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa da Física. Conferência do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, organizado no Rio de Janeiro pela Sociedade Brasileira de Física.
- Vygotsky, L. (1992). *Thought and Language*. Massachusetts: MIT Press, Cambridge.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Zea, C., Atuesta, M. (2004). *Proyectos colaborativos y mapas conceptuales: una propuesta válida para lograr aprendizajes significativos en ciencias*. Consultado en (octubre 25, 2007) en:
http://www.ribiecol.org/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=29&Itemid=15.
- Zea, C., Atuesta, R., Henao, M., Hernández, P. (2004). *Entendiendo la Ciencia con Mapas Conceptuales*. Medellín: Universidad EAFIT.

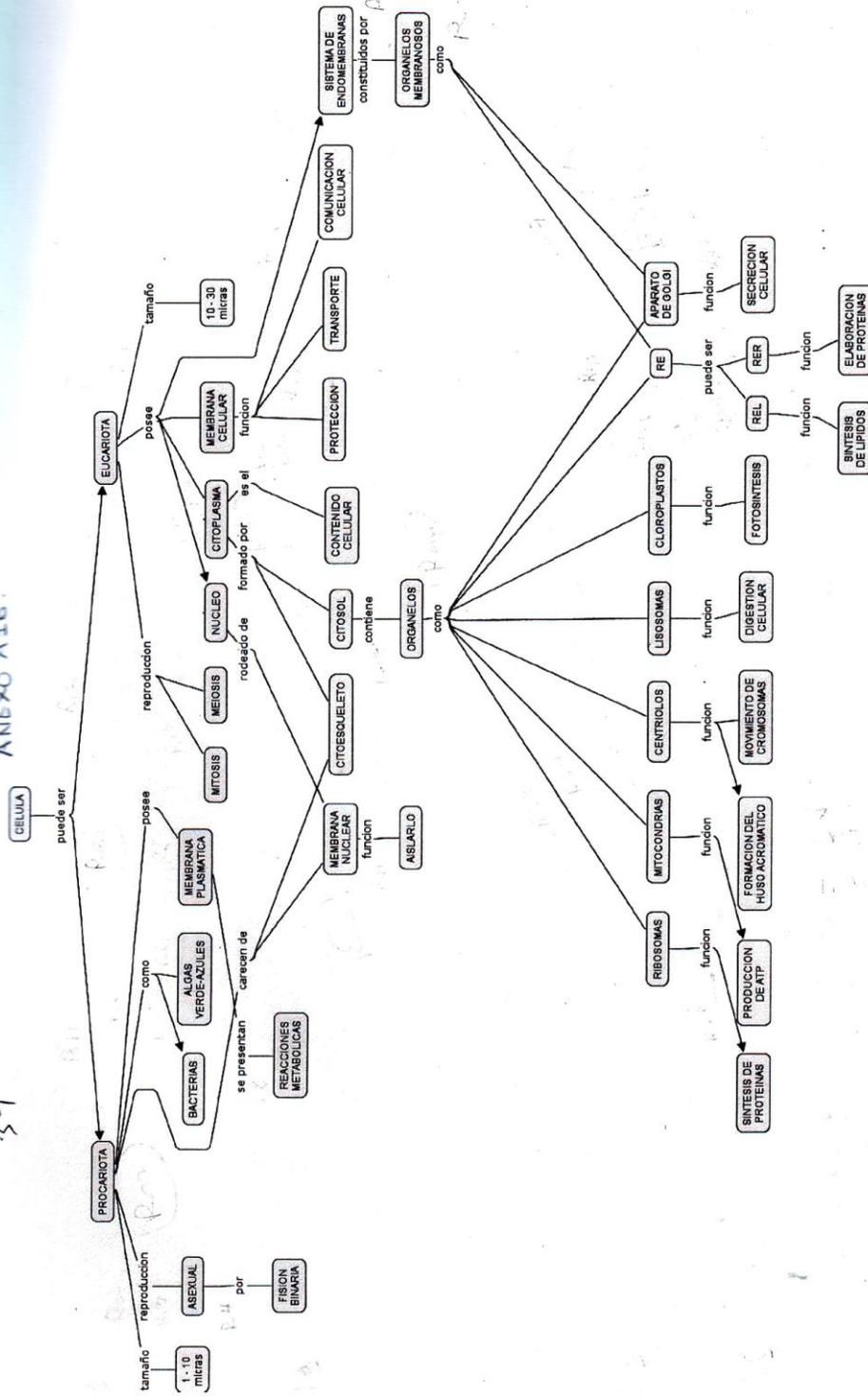
39



Juan David Gómez Moreu

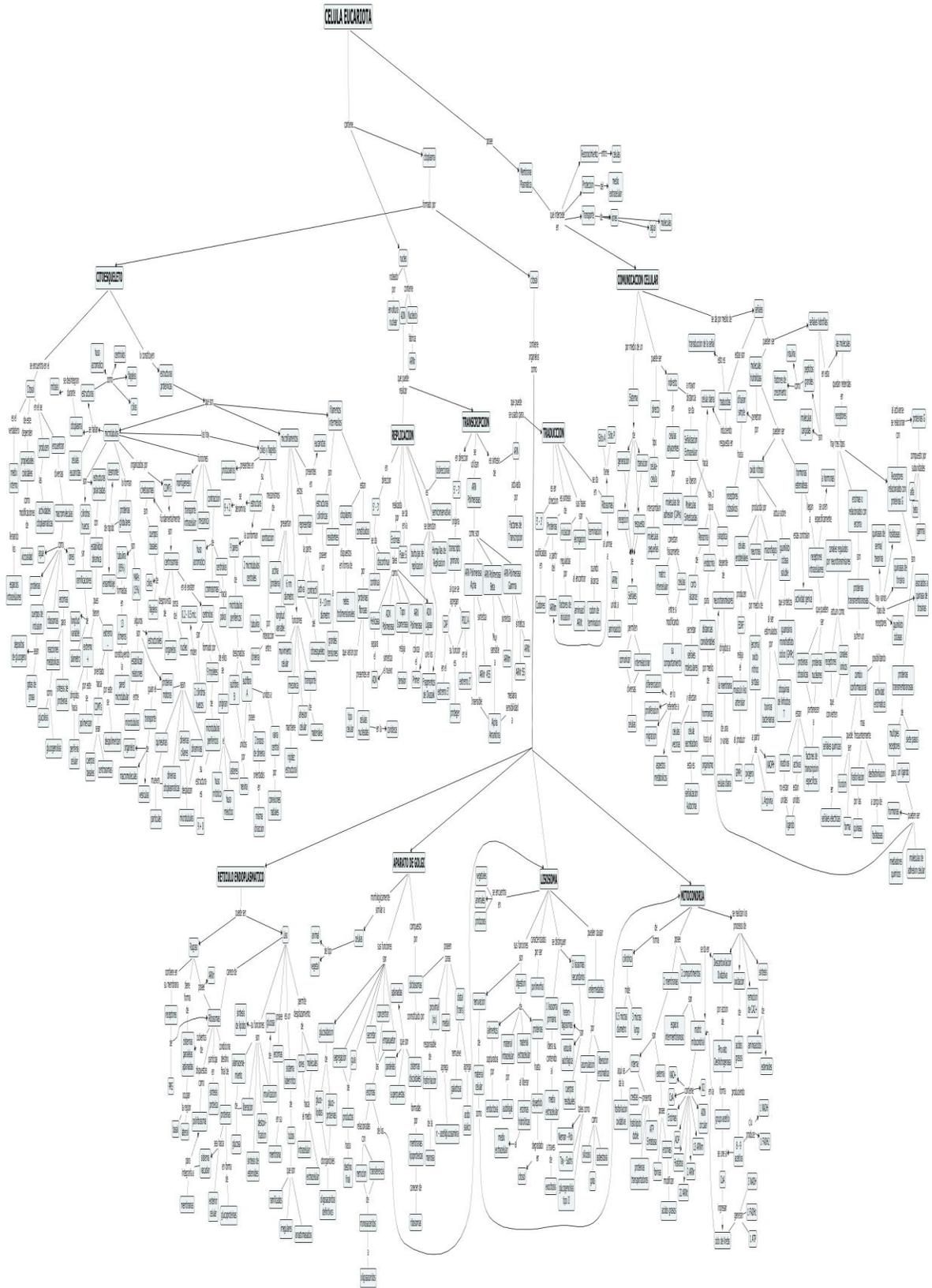
ANEXO A.16.

39



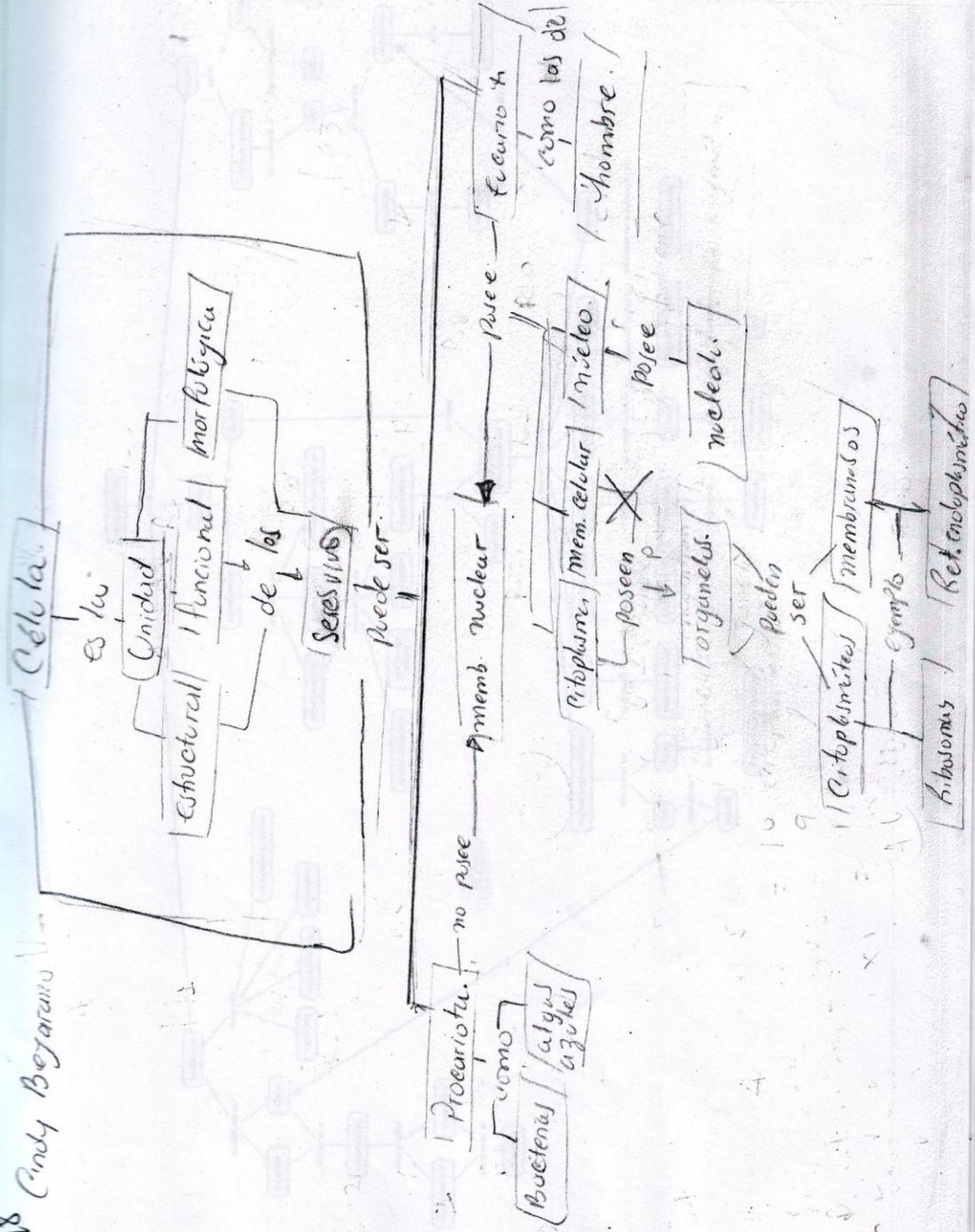
1000 David Gómez M. P. (1)

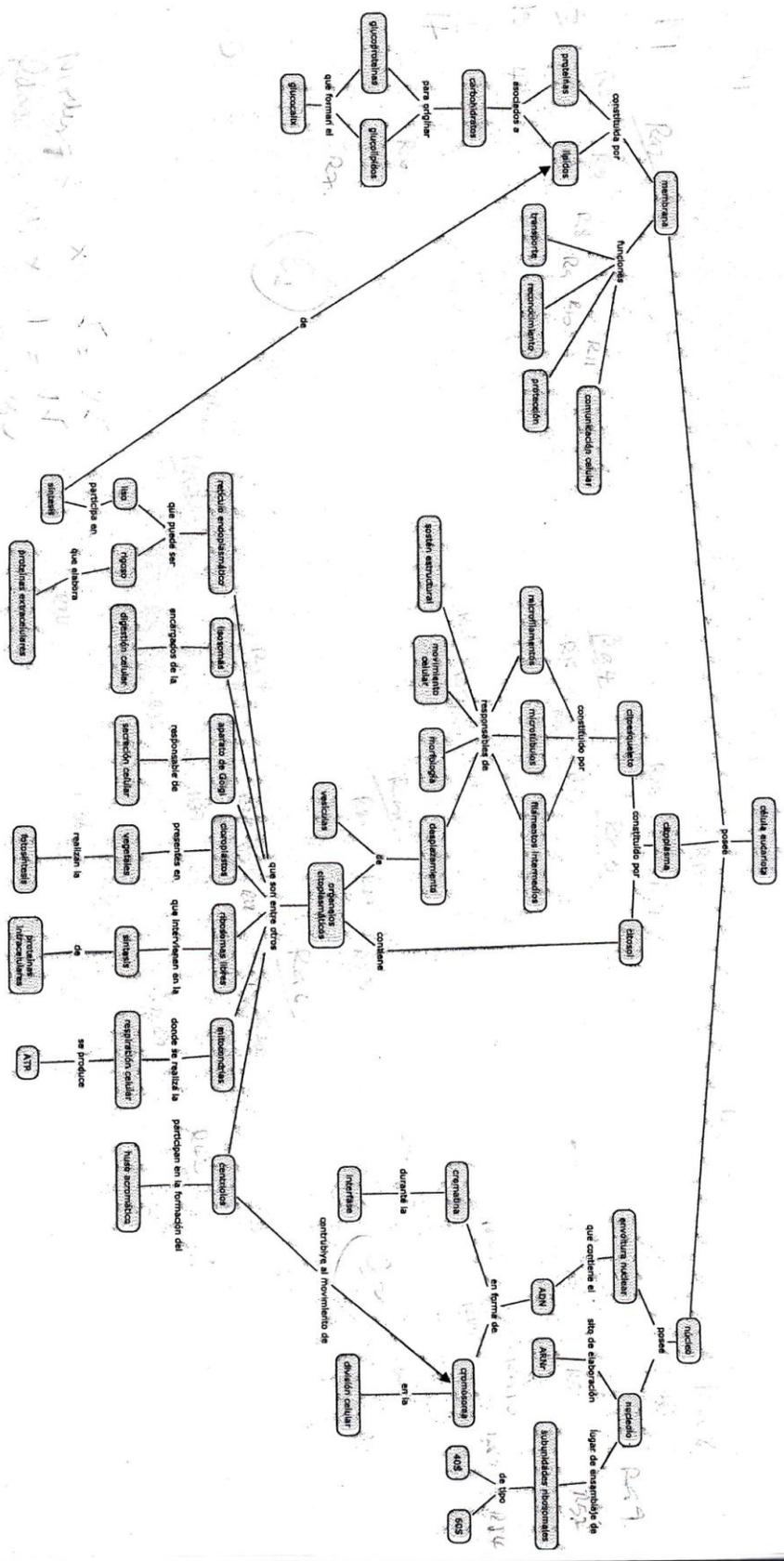
ANEXO A2c



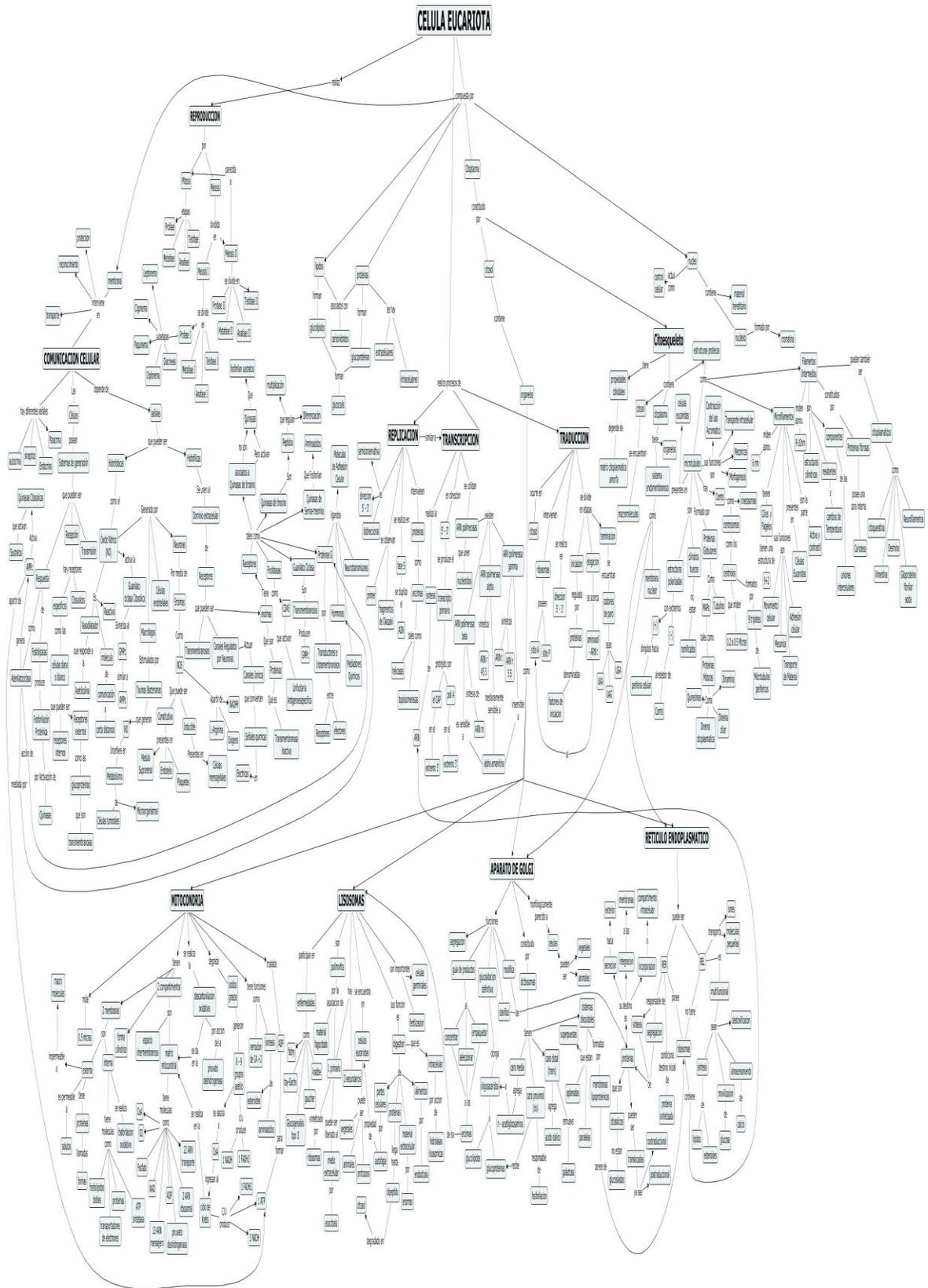
18 Cindy Bejarano

ANEJO A 3m.





ANEXO A3c



ANEXO B1

UNIVERSIDAD DEL NORTE
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y BIOLOGIA
AREA DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE MEDICINA
(PRUEBA 1) PRIMER EXAMEN PARCIAL DE BIOLOGIA CELULAR
TEORIA
PROFESOR: IVAN YABER G.

SEÑALE LA RESPUESTA CORRECTA SOLO EN LA HOJA DE RESPUESTAS:

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **Falsa**?

- A. Sólo los iones con carga positiva (cationes) pueden ser transportados a través de la membrana por transporte activo.
- B. En todo tipo de transporte activo la célula gasta energía en forma de ATP.
- C. Una molécula o ión puede ingresar a una célula por difusión facilitada y luego salir de ella por transporte activo.
- D. La tendencia natural de movimiento de las moléculas, es la de moverse siempre a favor de un gradiente de concentración.
- E. En el transporte activo, las moléculas se mueven en contra de un gradiente de concentración.

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **Falsa**?

- A. Las proteínas de la membrana representan el componente funcional fundamental de las membranas biológicas.
- B. En la difusión facilitada se usa siempre proteínas transportadoras.
- C. Al colocar un glóbulo rojo en una solución hipertónica se presenta el fenómeno de ósmosis, las moléculas de agua atraviesan la membrana moviéndose hacia el exterior de la célula.
- D. Un canal iónico usado en la difusión facilitada puede ser utilizado por diferentes tipos de iones para atravesar la membrana.
- E. Al comparar dos soluciones de la misma naturaleza, la de menor concentración se denomina hipotónica.

3. **No** es un **mosácarido**:

- A. Galactosa.
- B. Sacarosa.
- C. Fructosa.
- D. Ribosa
- E. Desoxirribosa.

4. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Las células que poseen receptores para un mensajero específico se denominan células diana o “células blanco”.
- B. Las proteínas transportadoras que intervienen en la difusión facilitada se denominan permeasas.
- C. La diálisis es el paso de soluto a través de una membrana por transporte pasivo.
- D. La ósmosis es un tipo de difusión facilitada.
- E. Las proteínas transportadoras que intervienen tanto en la difusión facilitada como en el transporte activo son muy específicas para cada tipo de molécula que transportan.

5. Para realizar un estudio de las células sanguíneas, es preciso utilizar una de las siguientes técnicas:

- A. Técnica de los cortes.
- B. Aplastamiento (Squash).
- C. Autorradiografía.
- D. Centrifugación fraccionada.
- E. Frotis (Smear)

6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Todas las cadenas de ácidos nucleicos (ADN o ARN) crecen sólo por extremo 3´
- B. Entre los ARN. El de menor variabilidad es el ARNm.
- C. El proceso de transcripción se realiza en el núcleo de nuestras células.
- D. Las moléculas de ARNm se traducen en los ribosomas para originar una proteína.
- E. El compuesto constituido por la unión de una pentosa y una base nitrogenada se denomina nucleósido.

7. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Los lípidos de la membrana constituyen la estructura fundamental y el componente al que las membranas deben su integridad.
- B. Las células eucariotas presentan un esqueleto membranoso constituido por proteínas integrales y del citoesqueleto físicamente interconectadas.
- C. Los iones pequeños atraviesan libremente la membrana.
- D. La membrana plasmática presenta un diámetro de 6 a 10 nm.
- E. Una de las características importantes de la organización molecular de las membranas celulares es la asimetría de sus componentes químicos.

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. La Guanina es una base perteneciente a las purinas.
- B. En el ADN la Timina se une a la Adenina a través de dos enlaces puentes de hidrógeno.
- C. El Uracilo es una base exclusiva del ARN.
- D. Cada cromosoma es una molécula de ADN.
- E. En un nucleótido la base nitrogenada se une al azúcar a través del carbono 3' de esta última.

9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Verdadera?

- A. El AMP y el AMPc son nucleótidos monofosfatos que cumplen la misma función en nuestras células.
- B. El NAD y el FAD son coenzimas que actúan como moléculas transportadoras de electrones en el metabolismo celular.
- C. El producto de traducción es el ARN.
- D. En el ATP (Adenosín trifosfato), cada uno de sus tres enlaces fosfato almacena gran cantidad de energía que es aprovechada por la célula.
- E. Las 2 cadenas del ARN son antiparalelas.

10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. En cada célula corporal (célula somática) existe diferente información genética.
- B. Durante la división celular, la cromatina se condensa haciéndose visible en forma de cromosomas.
- C. El diámetro de la doble hélice de ADN es de 2 nm.
- D. Algunos virus poseen como material genético ARN.
- E. La replicación del ADN es semiconservativa.

11. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. El infarto del miocardio, la hepatitis y el mal funcionamiento del riñón se pueden verificar midiendo la concentración de algunas enzimas.
- B. A una concentración constante de enzima, la adición creciente de sustrato aumentará la velocidad de una reacción enzimática de manera indefinida.
- C. El sustrato es el compuesto sobre el cual actúa la enzima.
- D. Si la concentración de sustrato permanece constante y la concentración de la enzima aumenta, la velocidad de la reacción también lo hace.
- E. Para la unión de sustrato y enzima es necesario la complementariedad y la orientación correcta de cargas eléctricas

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. El límite de resolución del microscopio óptico es de aproximadamente 0.25 micras.
- B. Al aumentar el límite de resolución, aumenta el poder de resolución de un microscopio.
- C. El microscopio electrónico utiliza como fuente de energía una radiación con menor longitud de onda que la luz visible.
- D. La función del condensador es concentrar la cantidad de luz que debe llegar a la preparación.
- E. El estereoscopio es el microscopio utilizado para realizar disecciones, microcirugías y proporciona imágenes en tres dimensiones.

13. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Las proteínas integrales (intrínsecas) son generalmente proteínas transmembranas unidas por enlaces covalentes a los lípidos de la membrana.
- B. El modelo actual de la membrana celular que explica su composición química, propiedades y funciones se denomina “Mosaico fluido”.
- C. El suero fisiológico es una solución salina hipotónica.
- D. Las proteínas transportadoras que intervienen en el transporte activo han sido denominadas “bombas”.
- E. El intercambio de gases respiratorios (Oxígeno y Gas carbónico) que ocurre entre nuestras células y la sangre se establece por difusión libre.

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Los isótopos de un mismo elemento poseen iguales propiedades químicas.
- B. La oxidación es un proceso químico en el que un átomo, ión o molécula cede electrones.
- C. En una molécula de agua, los átomos de hidrógeno se unen al oxígeno a través de enlaces iónicos.
- D. Una sustancia con pH 4 es 100 veces más ácida que una de pH 6.
- E. No todas las proteínas presentan estructura cuaternaria.

15. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Para la separación de células adheridas a las paredes de un frasco de cultivo se utiliza la técnica de centrifugación fraccionada o fraccionamiento celular.
- B. Las células normales al ser cultivadas in vitro, crecen en monocapa.
- C. Para realizar un estudio de las células de la mucosa vaginal, se puede emplear la técnica denominada frotis.
- D. El Suero Fetal Bovino es utilizado en los cultivos celulares porque contiene proteínas llamadas Factores de crecimiento.
- E. La Fitohemaglutinina es un mitógeno (estimula división celular).

16. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Los virus pueden ser cultivados in vitro usando células animales como células huéspedes, con el objeto de fabricar vacunas.
- B. Una micra corresponde a 0.001 mm.
- C. Al emplear la centrifugación fraccionada, la primera fracción que se obtiene es la fracción nuclear.
- D. Las líneas celulares establecidas son generalmente células transformadas con número ilimitado de divisiones celulares, utilizadas para realizar investigaciones.
- E. Para realizar un análisis cromosómico fetal (diagnóstico prenatal) se usa generalmente sangre fetal.

17. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. La secuencia de aminoácidos en una proteína corresponde a su estructura primaria.
- B. La sacarosa es un disacárido constituido por 2 moléculas de glucosa.
- C. Una grasa neutra está constituida por una molécula de glicerol unida a una, dos o tres moléculas de ácidos grasos.
- D. El tipo de enlace químico predominante en los compuestos orgánicos es el enlace covalente.
- E. El glucógeno y el almidón se hallan constituidos por unidades de glucosa de tipo alfa.

18. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas es Falsa?

- A. Los aminoácidos se unen mediante enlaces peptídicos.
- B. Los nucleótidos se unen mediante enlaces fosfodiéster.
- C. Las unidades de glucosa se unen a través de enlaces glucosídicos para formar polisacáridos.
- D. Las dos cadenas del ADN se unen mediante enlaces puentes de hidrógeno.
- E. Todos los anteriores enlaces son de tipo covalente.

19. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Las moléculas hidrofóbicas pequeñas no pueden atravesar libremente la membrana celular.
- B. La cubierta celular o glucocáliz está constituida por carbohidratos en forma de oligosacáridos asociados a proteínas o lípidos.
- C. Los fosfolípidos de la membrana muestran naturaleza anfipática.
- D. El aumento total (ampliación) proporcionado por un microscopio, cuando se observa con un ocular de 10X y un objetivo de 100X es de 1000X.
- E. Las células normales en cultivo, llevan a cabo inhibición de la división celular por contacto.

20. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Un enzima disminuye la energía de activación de una reacción química.
- B. La parte no proteínica de una enzima conjugada se denomina cofactor.
- C. Se denomina holoenzima a la parte proteínica de una enzima conjugada.
- D. Los efectores alóstericos cambian la actividad catalítica de las enzimas alterando la forma del sitio activo.
- E. Los inhibidores competitivos presentan una estructura química muy parecida al sustrato natural de la enzima.

21. Con relación al transporte activo, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Consume energía metabólica (ATP).
- B. Se realiza sólo hacia el interior de la célula.
- C. Intervienen moléculas transportadoras.
- D. Se suele ir en contra de un gradiente de concentración.
- E. Se utiliza para transportar iones o moléculas sin carga.

22. Los cultivos celulares son una técnica que han permitido:

- A. Estudios de cáncer.
- B. Preparación de vacunas.
- C. Ubicación de genes en los cromosomas.
- D. Análisis cromosómicos. (cariotipo).
- E. Todas las anteriores.

23. Al colocar un glóbulo rojo en agua destilada se esperaría que:

- A. Disminuya su volumen.
- B. Aumentara de volumen.
- C. Se deshidrate.
- D. Mantenga constante su volumen.
- E. Sufra plasmólisis.

24. Una célula procariótica posee uno de los siguientes organelos.

- A. Lisosoma.
- B. Aparato de Golgi.
- C. Mitocondria.
- D. Ribosoma.
- E. Membrana nuclear.

25. Elija la respuesta correcta que indique autor (es) y modelo actual de la membrana celular.

- A. Danielli - Davson : Mosaico fluído
- B. Singer y Nicolson : Modelo de “Sandwich”
- C. Singer y Nicolson : Mosaico fluído
- D. Danielli - Davson : Modelo de “Sandwich”
- E. Robertson : Unidad de Membrana

26. Las siguientes afirmaciones son características de las enzimas, excepto:

- A. Poseen sustratos específicos.
- B. Aumentan la energía de activación.
- C. Aumentan la velocidad de las reacciones.
- D. No se gastan durante la reacción.
- E. Todas son proteínas.

27. Con relación a las técnicas de microscopía, solo es Verdadero:

- A. El micrometro es el aparato utilizado para hacer cortes de tejidos que serán observados con el microscopio óptico.
- B. El microscopio electrónico utiliza como fuente de energía fotones.
- C. El microscopio electrónico posee menor límite de resolución que el óptico.
- D. El microscopio estereoscópico proporciona imágenes en sólo dos dimensiones.
- E. La lupa es un microscopio compuesto.

28. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?

- A. Al colocar una célula vegetal en una solución hipotónica aumenta de volumen, este fenómeno se conoce como turgencia.
- B. Todas nuestras células realizan fagocitosis.
- C. La pinocitosis es la ingestión de sustancias líquidas por parte de la célula.
- D. El potasio es el principal catión del líquido intracelular.
- E. Una misma célula puede tener diferente tipo de receptores para diferentes tipos de mensajeros o ligandos.

29. ¿Cuál de las siguientes enfermedades no se diagnostica a través de una prueba enzimática?

- A. Hepatitis.
- B. Cáncer de prostata.
- C. Pancreatitis.
- D. Diabetes
- E. Leucemia monocítica

30. En la autorradiografía es siempre indispensable el uso de:

- A. Microscopio.
- B. Isótopos radiactivos.
- C. Emulsión fotográfica.
- D. Cultivos de células.
- E. Todas las anteriores.

31. Indique cuál de las siguientes ecuaciones representa una reacción anabólica:

- A. Glucosa → Glucógeno
- B. Proteína → Aminoácidos
- C. Lípidos → Ácidos grasos + Glicerol
- D. Ácidos nucleicos → Nucleotidos.
- E. Ninguna de las anteriores.

32. En la fotosíntesis se utiliza como materia prima y se obtiene como producto respectivamente:

- A. Oxígeno y Gas carbónico
- B. Gas carbónico y Oxígeno.
- C. Oxígeno y Glucosa.
- D. Agua y Gas carbónico.
- E. Glucosa y Oxígeno.

33. Las proteínas presentes en la membrana celular pueden funcionar como:

- A. Receptores de superficie.
- B. Canales iónicos.
- C. ATP asas
- D. Permeasas.
- E. Todas las anteriores.

34. De las siguientes afirmaciones relacionadas con los lípidos, ¿Cuál es Verdadera?

- A. Son fuente de energía celular.
- B. Son componentes estructurales de la membrana celular.
- C. Son los compuestos que proporcionan la mayor cantidad de energía por unidad de peso.
- D. Son moléculas anfipáticas.
- E. Todas son verdaderas

35. Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con el transporte de Sodio y Glucosa desde el lumen intestinal hacia el torrente circulatorio a través de las células epiteliales intestinales es falsa:

- A. Existe menor concentración de glucosa en el lumen intestinal que en las células epiteliales de este.
- B. La Glucosa es transportada desde el lumen intestinal hacia las células epiteliales de este por transporte activo.
- C. El ión Sodio es transportado desde el lumen intestinal a las células epiteliales de este por difusión facilitada.
- D. La Glucosa es transportada desde las células epiteliales del intestino hacia la sangre por difusión simple
- E. El ión Sodio es transportado desde las células epiteliales del intestino hacia la sangre por transporte activo.

36. La difusión facilitada se diferencia de la difusión simple en:

- A. La primera se realiza a favor de un gradiente de concentración.
- B. La clase de energía consumida.
- C. El tipo de molécula transportada.
- D. La primera se efectúa hacia el interior de la célula.
- E. En la segunda no se usan moléculas transportadoras.

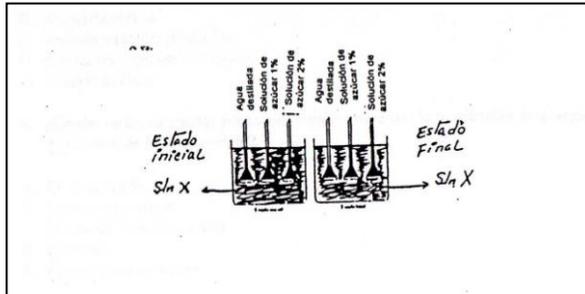
37. A partir de la siguiente secuencia de ADN: 5' AGCT 3' ¿Cuál la secuencia de ARN transcrita:

- A. 5' TCGA 3' B. 3' TCGA 5' C. 3' UCGA 5'
- D. 5' UCGA 3' D. 5' AGCA 3'

38. De las siguientes afirmaciones sobre el almidón, celulosa y glucogeno, ¿Cuál es Falsa ?

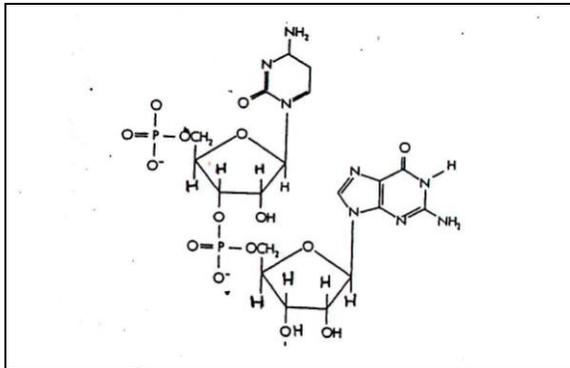
- A. Todos están formados por unidades de glucosa.
- B. Las unidades que los constituyen se unen mediante enlaces Alfa 1,4 y Alfa 1,6 glucosídicos.
- C. El almidón y el glucogeno pueden ser ramificados.
- D. La celulosa no puede ser utilizada como fuente de energía por los humanos.
- E. El glucogeno constituye una fuente energética para los animales.

39. Se han colocado tres embudos con una membrana permeable al agua, en un recipiente que contiene una solución X, como se muestra en la figura. Comparando el estado inicial con el estado final, podría afirmarse que la solución X es:



- A. Solución de azúcar al 1%
- B. Solución de azúcar al 2%
- C. Solución de azúcar al 3%
- D. Agua destilada
- E. No se puede determinar.

40. En la gráfica que se muestra, el nucleótido que se halla en el extremo 3' es:



- A. Un desoxirribonucleotido que contiene una purina.
- B. Un desoxirribonucleotido que contiene una pirimidina.
- C. Un ribonucleotido que contiene una purina.
- D. Un ribonucleotido que contiene una pirimidina.
- E. El NAD⁺

PRUEBA 1	
Niveles de aprendizaje	Número de las preguntas en la prueba
Conocimiento (31)	1, 2, 3,4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 30, 33, 34, 38
Comprensión (7)	23, 24, 31, 32, 35, 36, 37
Aplicación (2)	39, 40
Total (40)	

ANEXO B2

UNIVERSIDAD DEL NORTE
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y BIOLOGIA
AREA DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE MEDICINA
(PRUEBA2) SEGUNDO EXAMEN PARCIAL DE BIOLOGIA CELULAR
PROFESOR: IVAN YABER G.

SEÑALE LA RESPUESTA CORRECTA SOLO EN LA HOJA DE RESPUESTAS:

1. Los lisosomas se originan en:

- A. Aparato de Golgi
- B. Núcleo celular
- C. Ribosomas
- D. Retículo endoplasmático liso (REL)
- E. Retículo endoplasmático rugoso (RER)

2. El trayecto que debe seguir una proteína de exportación como la insulina desde su sitio de elaboración hasta su liberación sería:

- A. Ribosomas libres → Aparato de Golgi → Vesícula de secreción → Membrana plasmática
- B. RER → Aparato de Golgi → Vesícula de secreción → Membrana plasmática
- C. Aparato de Golgi → RER → Vesícula de secreción → Membrana plasmática
- D. REL → Aparato de Golgi → Vesícula de secreción → Membrana plasmática
- E. Aparato de Golgi → Ribosomas libres → Vesícula de secreción → Membrana plasmática

3. ¿Cuál de los siguientes enunciados relacionados con el Citoesqueleto es FALSO?

- A. Está constituido por estructuras proteínicas llamadas: microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios
- B. Determina la morfología celular
- C. Está presente en células procariotas como en eucariotas
- D. Contribuye al movimiento de la célula
- E. Interviene en movimiento de los cromosomas

4. La síntesis de lípidos se realiza en:

- A. Lisosomas
- B. Mitocondrias
- C. Retículo endoplasmático liso
- D. Retículo endoplasmático rugoso
- E. Aparato de Golgi

5. La síntesis de proteínas nucleares como por ejemplo las histonas se lleva a cabo en:

- A. Lisosomas
- B. Ribosomas libres
- C. Retículo endoplasmático liso
- D. Retículo endoplasmático rugoso
- E. Aparato de Golgi

6. ¿Cuáles de las siguientes reacciones relacionadas con la producción de energía NO ocurre en la mitocondria?

- A. Ciclo de Krebs
- B. Cadena respiratoria
- C. Oxidación de ácidos grasos
- D. Glucólisis
- E. Fosforilación oxidativa

7. En la oxidación total de un ácido graso saturado de 14 carbonos, la ganancia neta en moléculas de ATP es de:

- A. 100
- B. 110
- C. 112
- D. 72
- E. Ninguna de las anteriores

8. El proceso de glucólisis comprende la degradación de glucosa hasta:

- A. Ácido láctico
- B. Ácido pirúvico
- C. Dióxido de carbono y agua
- D. Acetil coenzima A
- E. Alcohol etílico

9. Una de las siguientes afirmaciones es FALSA:

- A. El ciclo de Krebs comprende una serie de reacciones de oxidación-reducción que tienen como finalidad extraer electrones y protones de las moléculas de acetil coenzima A
- B. La fosforilación oxidativa está acoplada a la cadena respiratoria
- C. El ciclo de Krebs ocurre en la matriz citoplasmática
- D. Cuando el NADH^+ o el FADH_2 ceden sus electrones en la cadena respiratoria, los protones que se liberan son transportados desde la matriz mitocondrial al espacio intermembranoso por transporte activo
- E. Los protones liberados durante el transporte de electrones en la cadena respiratoria retornan a la matriz mitocondrial desde el espacio intermembranoso por difusión facilitada.

10. Una de las siguientes afirmaciones es FALSA:

- A. El ácido Decanoico (un ácido graso de 10 carbonos) al ser oxidado totalmente producirá una ganancia neta de 80 ATP
- B. Un ácido graso de 12 carbonos de longitud es oxidado totalmente en 5 vueltas (5 β -oxidaciones)
- C. La β -oxidación se lleva a cabo en la matriz mitocondrial
- D. La glucogenólisis no ocurre en la mitocondria
- E. Por cada NADH^+ que cede sus electrones en la cadena respiratoria se forman 3 ATP

11. Una de las siguientes afirmaciones es FALSA:

- A. El primer producto de la glucogenólisis es la glucosa - 1 – fosfato
- B. Entre los compuestos orgánicos, los lípidos proporcionan la mayor cantidad de energía por unidad de peso
- C. La fuente inmediata de energía en nuestro organismo la constituyen los carbohidratos
- D. La glucosa proveniente de la glucogenólisis muscular puede ser utilizada para elevar los niveles de glucosa en la sangre
- E. La cadena respiratoria o sistema de transporte de electrones se localiza en la membrana interna de la mitocondria

12. Una de las siguientes afirmaciones es FALSA:

- A. El producto final de la respiración aerobia es el ácido láctico
- B. Por su semejanza con las células eucariotas se piensa que las mitocondrias se originaron a partir de bacterias aeróbicas
- C. La etapa del metabolismo que consiste en la degradación de moléculas grandes a otras más pequeñas se denomina catabolismo
- D. La ganancia neta en moléculas de ATP durante la respiración aerobia de la glucosa es de 36
- E. Nuestras células musculares pueden realizar respiración anaerobia

13. Una de las siguientes afirmaciones es VERDADERA:

- A. La glucólisis es la oxidación de glucosa hasta acetil coenzima A
- B. Durante la oxidación de una molécula de acetil coenzima A en el ciclo de Krebs se producen 3 FADH_2
- C. La glucólisis ocurre en el citosol
- D. El último aceptor de electrones en la cadena respiratoria es el hidrogeno
- E. La conversión de ácido piruvico en acetil coenzima A ocurre en la matriz citoplasmática

14. No es un componente del Sistema de endomembranas:

- A. Retículo endoplásmico liso
- B. Mitocondria
- C. Retículo endoplasmático rugoso
- D. Aparato de Golgi
- E. Envoltura nuclear

15. Las personas con complemento cromosómico 47, XYY se originan por un error de no-disyunción que ocurre en:

- A. Meiosis I paterna
- B. Meiosis I materna
- C. Meiosis II paterna
- D. Meiosis II materna
- E. Cualquiera de las anteriores

16. Si existen 46 cromosomas en las células del cuerpo del ser humano, ¿Cuántos autosomas existen en cada gameto maduro masculino (espermatozoides) de un hombre?

- A. 22
- B. 46
- C. 23
- D. 44
- E. 2

17. El caballo (*Equus caballus*) tiene 64 cromosomas en sus células somáticas y el asno o burro (*Equus asinus*) posee 62 cromosomas. ¿Cuántos cromosomas tendrá el mulo (híbrido) que es el producto del cruzamiento de un asno con una yegua?

- A. 62
- B. 63
- C. 64
- D. 126
- E. Ninguno de los anteriores

18. Los gametos normales de un animal contienen 12 cromosomas. Cuando las células somáticas de este animal realicen mitosis, originarán células con un número de cromosomas igual a:

- A. 6
- B. 12
- C. 64
- D. 126
- E. Ninguna de las anteriores

19. El tipo de señalización celular en el que el mediador químico (Primer mensajero) secretado es distribuido por vía sanguínea hacia la totalidad del organismo, para ejercer su acción sobre las células diana que generalmente están a distancias considerables se denomina:

- A. Paracrina
- B. Autocrina
- C. Endocrina
- D. Sináptica
- E. Tanto A como B

20. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es VERDADERA?

- A. Las células del riñón y los gametos maduros de un mismo animal contienen igual número de cromosomas
- B. Durante la meiosis cualquier cromosoma materno se aparea con cualquier cromosoma paterno
- C. En cada célula de nuestro cuerpo existen 22 autosomas
- D. La célula resultante de la segunda división meiótica durante la ovogénesis es un ovocito primario
- E. Un espermatozoide posee la mitad del número de cromosomas que tiene una espermatogonia proveniente del mismo animal

21. Al hacer un análisis de las células procedentes de la mucosa bucal de un paciente masculino mediante una técnica de tinción especial, se pudo establecer que sus células presentaban 2 corpúsculos de Barr en los núcleos interfásicos. El posible cariotipo de esta persona es:

- A. 47, XXX
- B. 47, XXY
- C. 45, X
- D. 48, XXXY
- E. 46, XX

22. ¿En cuál(es) de los siguientes casos es recomendable realizar el cariotipo de los padres de un niño con síndrome de Down?

- A. 46,XY t(14q21q)
- B. 46,XY / 47, XY + 21
- C. 47,XY + 21
- D. En todos los anteriores
- E. En ninguno de los anteriores

23. Una mujer que aún no ha alcanzado la madurez sexual (pubertad), tiene en sus ovarios solo:

- A. Ovogonias
- B. Ovocitos primarios
- C. Ovocitos secundarios
- D. Ovogonias y ovocitos primarios
- E. Todos los anteriores

24. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Los quiasmas son los sitios donde los cromosomas homólogos intercambian material hereditario
- B. La interfase es la primera etapa de la mitosis
- C. Las translocaciones Robertsonianas se dan entre los cromosomas de los grupos D y G
- D. La eucromatina es la cromatina activa de las células en interfase
- E. Todas las células somáticas humanas poseen dos cromosomas sexuales

25. Una de las siguientes afirmaciones relacionadas con la meiosis es FALSA:

- A. Se lleva a cabo solo en las células germinales
- B. Permite aumentar la variabilidad genética
- C. Origina células con número haploide de cromosomas
- D. Es llevada a cabo por organismos que poseen reproducción sexual
- E. Da como resultado final dos células hijas con la mitad de los cromosomas originales

26. A partir de 20 espermátides, ¿Cuántos espermatozoides se pueden obtener?

- A. 20
- B. 40
- C. 80
- D. 4
- E. Ninguno de los anteriores

27. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con la cromatina es FALSA?

- A. La cromatina activa es la descondensada
- B. La cromatina alcanza su máximo grado de condensación durante la interfase
- C. La heterocromatina es la cromatina descondensada
- D. La eucromatina es la cromatina activa (funcional)
- E. Los humanos poseemos en cada célula sólo un cromosoma X activo

28. Con relación a las anomalías cromosómicas sólo es FALSO:

- A. La deleción siempre implica rotura del cromosoma
- B. Los isocromosomas se originan por una división errónea (transversal) del centrómero dando lugar a cromosomas con brazos genéticamente idénticos
- C. La translocación Robertsoniana se lleva a cabo por deleción y fusión del centrómero entre cromosomas acrocéntricos
- D. Las translocaciones se realizan entre cromosomas homólogos
- E. Las aneuploidías se originan por el fenómeno conocido como “no-disyunción” que ocurre durante la gametogénesis

29. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Usted recibió un cromosoma sexual de su padre
- B. El síndrome de Edwards presenta un cariotipo 47,XY+ 18
- C. En los humanos, los ovocitos primarios son células que poseen un cromosoma sexual.
- D. La no-disyunción puede ocurrir tanto en meiosis como mitosis
- E. Las células de tu piel poseen un cromosoma sexual

30. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Mediante el mecanismo de meiosis se reduce a la mitad la cantidad de cromosomas presentes en las células sexuales inmaduras
- B. La célula liberada por la mujer durante la ovulación es un ovocito secundario
- C. Usted recibió 22 autosomas de su madre
- D. En las mujeres, la meiosis II sólo se completa con la fecundación
- E. Si un animal posee gametos maduros con 10 cromosomas, entonces posee células somáticas con 20 cromosomas

31. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. La condición en la que el número de cromosomas presentes en las células de un organismo no es un múltiplo exacto del número haploide se denomina aneuploidía
- B. Las trisomías autosómicas ocurren con mayor frecuencia a medida que aumenta la edad materna
- C. En cada célula somática de una mujer sólo existe un cromosoma X activo
- D. Las personas con síndrome de Klinefelter presentan una dotación cromosómica 47, XYY
- E. Los varones producen un 50% de sus espermatozoides con cromosoma sexual X

32. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Las células resultantes de la segunda división meiótica durante la espermatogénesis se denomina espermatocito primario
- B. Todas las personas con síndrome de Turner son de sexo femenino
- C. Una deleción es la pérdida de un segmento cromosómico
- D. Las translocaciones se establecen entre cromosomas homólogos
- E. La cromatina activa se denomina eucromatina

33. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Las translocaciones que se dan entre cromosomas de los grupos D y G son llamadas translocaciones Robertsonianas
- B. La célula resultante de la primera división meiótica durante la ovogénesis durante la ovogénesis se denomina ovocito secundario
- C. En los pacientes con fórmula cromosómica 47, XY + 21, el error de no disyunción ocurrió durante la gametogénesis de alguno de sus padres
- D. Una triploidía se podría explicar por la fecundación de un ovocito por dos espermatozoides
- E. Si una inversión abarca ambos brazos de un cromosoma incluyendo al centrómero se denomina paracéntrica

34. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Entre los 23 pares de cromosomas, el tipo más numeroso es el submetacéntrico
- B. Entre los grupos de cromosomas (A-G) el más numeroso es el grupo C
- C. Durante la mitosis no hay intercambio de material hereditario entre cromosomas homólogos
- D. La duplicación del ADN que se da en la interfase ocurre específicamente la fase G2
- E. Cromosomas homólogos son aquellos semejantes en forma y tamaño, poseen genes que controlan las mismas características

35. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. A partir de 5 espermatocitos primarios que realicen meiosis se pueden obtener 20 espermatozoides
- B. La ordenación de los cromosomas con base en su tamaño y posición del centrómero se denomina cariotipo
- C. Las células pasan la mayor de su vida en G2
- D. Un individuo que posea un cariotipo 46,XY / 47,XY + 18, su posible origen se explicaría por una no disyunción mitótica en los primeros estadios del desarrollo embrionario
- E. Los gemelos idénticos provienen de un solo cigoto.

36. Las etapas de la profase de la Meiosis I son en su orden:

- A. Leptonema, paquinema, cigonema, diplonema y diacinesis
- B. Leptonema, cigonema, paquinema, diplonema y diacinesis
- C. Leptonema, diplonema, cigonema, paquinema y diacinesis
- D. Leptonema, cigonema, diplonema, paquinema y diacinesis
- E. Leptonema, paquinema, diplonema, cigonema y diacinesis

37. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionada con el óxido nítrico es FALSA?

- A. Es una molécula de comunicación paracrina
- B. El Sildenafil o Viagra fomenta el efecto relajante del óxido nítrico sobre el músculo liso del cuerpo cavernoso del pene y permite la entrada de sangre
- C. Posee receptores citosólicos
- D. El Sildenafil es un inhibidor potente y selectivo de la enzima fosfodiesterasa tipo 5, responsable de la degradación del GMPc en el cuerpo cavernoso
- E. El estímulo sexual activa la vía NO/ GMPc

38. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. Para cambiar el fenotipo de una célula normal por el de una célula cancerosa, es suficiente la alteración de un solo alelo del proto-oncogen
- B. La presencia de oncogenes en las células cancerosas humanas se debe a la mutación de sus propios proto-oncogenes.
- C. Existen virus portadores de oncogenes
- D. Las mutaciones de los genes supresores de tumores bloquean la proliferación anormal de las células
- E. Los oncogenes virales no son necesarios para la replicación de los virus

39. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es VERDADERA?

- A. A diferencia de los proto-oncogenes, los oncogenes se transcriben aceleradamente
- B. Los productos de los proto-oncogenes inhiben la proliferación celular
- C. Al mutar uno de los genes p53 presentes en una célula se pierde uno de los frenos naturales de la proliferación celular y además se acumulan errores en su ADN
- D. Los productos de los genes supresores de tumores tiene por función bloquear la multiplicación de las células normales.
- E. Los proto-oncogenes son genes anormales que codifican proteínas comprometidas con la producción de cáncer.

40. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. La adenilato ciclasa y la fosfolipasa C son enzimas que se activan a través de receptores relacionados con proteínas G
- B. La adenilato ciclasa y la fosfolipasa C son enzimas amplificadoras de la señal intercelular
- C. Las proteínas G se activan al unirse al GTP
- D. El AMPc tiene como función activar la enzima quinasa A, la que a su vez es capaz de fosforilar y activar diferentes sustratos en la célula
- E. Los mensajeros que utilizan la vía de la adenilato ciclasa utilizan como segundo mensajero el ATP

PRUEBA 2	
Niveles de aprendizaje	Número de las preguntas en la prueba
Conocimiento (31)	1,3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36,37,38, 39, 40
Comprensión (4)	2, 16, 18, 22
Aplicación (5)	7,10, 15,17,21
Total (40)	

ANEXO B3

UNIVERSIDAD DEL NORTE
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y BIOLOGIA
AREA DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE MEDICINA
(PRUEBA3) TERCER EXAMEN PARCIAL DE BIOLOGIA CELULAR TEORIA
PROFESOR: IVAN YABER G.

SEÑALE LA RESPUESTA CORRECTA SOLO EN LA HOJA DE RESPUESTAS:

1. Si el hermano de un niño que muere de la enfermedad de Tay-Sachs se casa con la hermana de otro niño igual. ¿Cuál es la probabilidad de que su primer hijo tenga Tay-Sachs?

- A. 1 / 4 B. 2 / 3 C. 1/9 D. 3 / 4 E. Ninguno de las anteriores.

2. De un alelo heredado como recesivo y ligado al cromosoma X, sólo es falso:

- A. Se expresa en todos los hombres portadores del gen.
- B. Sólo se manifiesta en las hembras homocigotas.
- C. Es transmitido por un hombre afectado a todas sus hijas.
- D. El alelo no es transmitido nunca del padre a su hijo varón.
- E. Los varones enfermos tienen hijas enfermas e hijos normales.

3. Un hombre con hemofilia clásica se casa con una mujer normal (no portadora) y tienen dos hijos y dos hijas. Es posible que:

- A. Ninguno de sus hijos tenga hemofilia (no importa el sexo).
- B. Todas sus hijas sean portadoras de la hemofilia.
- C. Todos los hijos varones tengan hemofilia.
- D. Sólo la mitad de los varones tenga hemofilia.
- E. Tanto A como B son verdaderas.

4. A partir de la siguiente secuencia: 5' A G C T 3'.

¿Cuál sería la secuencia transcrita? (Tenga en cuenta las direcciones)

- A. 5' T C G A 3' B. 3' T C G A 5' C. 3' U C G A 5'
D. 5' U C G A 3' E. 5' A G C T 3'

5. Cuál de las siguientes secuencias complementarias se producirá durante la replicación del ADN cuando actúe como molde la secuencia : 5' TAGA 3'

- A. 5' ATCT 3'
- B. 5' GCGA 3'
- C. 5' UCUA 3'
- D. 5' TCTA 3'
- E. 3' UCUA 5'

Las preguntas 6, 7 y 8 se contestan con base en la siguiente información :

Los grupos sanguíneos M, N, y MN están determinados por los alelos M y N. El grupo sanguíneo RH⁺ se debe al alelo dominante D. En un juicio en el que se debate una disputa de paternidad, dos hombres reclaman a tres niños como suyos. Los grupos sanguíneos de los hombres, los niños y su madre eran los siguientes:

<u>PERSONA</u>	<u>GRUPOS SANGUINEOS</u>
MARIDO	O M Rh ⁺
AMANTE DE LA MUJER	AB MN Rh ⁻
MUJER	A N Rh ⁺
HIJO 1	O MN Rh ⁺
HIJO 2	A N Rh ⁺
HIJO 3	A MN Rh ⁻

Con base en el cocimiento que Ud. posee de los grupos sanguíneos se podría **excluir la paternidad** de los tres hijos así:

6. Para el caso del primer hijo:

A. Marido B. Amante de la mujer. C. Se pueden excluir ambos. D. No es posible excluir a ninguno.

7. Para el caso del segundo hijo:

A. Marido B. Amante de la mujer. C. Se pueden excluir ambos. D. No es posible excluir a ninguno.

8. Para el caso del tercer hijo:

A. Marido B. Amante de la mujer. C. Se pueden excluir ambos. D. No es posible excluir a ninguno.

9. Si el siguiente ARNm interviene en la síntesis de una proteína:

5' UCA AGU GCA 3'. ¿Cuál será la secuencia de bases de la cadena molde de ADN que dictó el mensaje?

- A. 5' AGT TCA CGT 3' B. 3' AGT TCA CGT 5'
C. 5' TCA AGT GCA 3" D. 5' AGU UCA CGU 3'
E. 3' TCA AGT GCA 5'

10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- A. Para la síntesis de ARN se necesita de un segmento cebador.
B. Los genes procariotas carecen de intrones.
C. La mayor parte de nuestro ADN no codifica proteínas.
D. La ADN polimerasa γ es la responsable de la síntesis del ADN mitocondrial.
E. Ninguna de las anteriores.
F.

11. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- A. El ribosoma procariótico es el 80 S.
B. El ARNm recién elaborado por las células eucarióticas posee secuencias no codificadoras llamadas intrones.
C. El ARNm bacteriano no contiene intrones.
D. Existe un ARNm diferente para cada proteína.
E. Una misma molécula de ARNm puede ser traducida simultáneamente por varios ribosomas.

12. **Todas las afirmaciones sobre la síntesis de ARN(Transcripción) son verdaderas, EXCEPTO:**

- A. Los Factores de transcripción basales se unen a la región promotora de los genes eucariotas.
- B. En cada gen sólo una de las dos cadenas del ADN contiene información genética.
- C. La transcripción del ADN se hace en dirección 5' a 3'.
- D. Se lleva a cabo en los ribosomas.
- E. El ARNm sufre un proceso de maduración en el núcleo celular.

13. **Una proteína posee 120 aminoácidos y es codificada por una secuencia de ADN de 360 nucleótidos, debido a una mutación (cambio de un nucleótido por otro), el codón AAG situado en la posición 110 es sustituido por el codón UAG. De la proteína a elaborarse podría afirmarse que:**

- A. No se podría iniciar su síntesis.
- B. Estaría formada por sólo 110 aminoácidos.
- C. Estaría formada por sólo 109 aminoácidos.
- D. Estaría formada por sólo 119 aminoácidos.
- E. Se sustituiría el aminoácido de la posición 110 por otro.

14. **Cuál afirmación es FALSA con respecto a las bases nitrogenadas?**

- A. El Uracilo puede formar enlaces con la Adenina.
- B. Las bases nitrogenadas unen las dos cadenas del ADN mediante enlaces puentes de hidrógeno.
- C. La Guanina se une a la Citosina mediante tres enlaces puentes de hidrógeno.
- D. La base nitrogenada se une al azúcar a través del grupo -OH del carbono 3'.
- E. La Adenina y la Guanina son Purinas.

15. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**

- A. Los factores de transcripción basales cuentan con dos dominios: uno que se une a la secuencia promotora y otro que lo hace con los factores específicos.
- B. Los factores de transcripción basales interactúan con el promotor del gen.
- C. Los factores de transcripción basales son los mismos en casi todos los genes.
- D. Los factores de transcripción basales disponen cuantas ARN polimerasas transcribirán el gen.
- E. Ninguna de las anteriores.

16. **Con relación a la síntesis de proteínas, solo es FALSO:**

- A. Los codones se hallan presentes en el ARNm
- A. Un mismo aminoácido puede ser codificado por más de un codón.
- B. Un mismo ARNm eucariótico puede servir para elaborar diferentes tipos de proteínas.
- D. Existen codones iniciadores y terminadores de la transcripción
- E. El ARNm se une al ARNr de la subunidad menor del ribosoma.

17. **Una de las siguientes afirmaciones podría ser FALSA:**

- A. La enzima encargada de romper los enlaces puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas de las cadenas complementarias del ADN se denomina Helicasa.
- B. La enzima encargada de iniciar la replicación del ADN es la Primasa.
- C. La replicación en ambas cadenas de la horquilla de replicación se lleva a cabo en dirección 5' a 3'.
- D. La enzima replicadora es la ADN Polimerasa III.
- E. La enzima Primasa es una ADN polimerasa dependiente de ARN.

18. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Verdadera?**

- A. Existe mayor número de factores de transcripción basales que de factores específicos.
- B. Los factores de transcripción específicos hacen que la ARN polimerasa inicie la transcripción del gen.
- C. Los factores de transcripción específicos deben ser activados para a su vez activar a uno de los genes.
- D. Las proteínas llamadas FT II D, FT II B, FT II F, FT II E, FT II H son factores de transcripción específicos.
- E. Ninguna de las anteriores.

19. **Una de las siguientes características está determinada por genes autosómicos recesivos?**

- A. Acondroplasia.
- B. Fibrosis quística.
- C. Corea de Huntington
- D. Distrofia muscular de Duchenne.
- E. Hemofilia.

20. Un hombre con cierta enfermedad se casa con una mujer normal, tiene ocho hijos (4 niños y 4 niñas), todas las niñas tienen la enfermedad del padre, pero ningún niño la tiene. ¿Qué forma de herencia sugieren estos datos?

- A. Autosómica dominante.
- B. Autosómica recesiva.
- C. Ligada al sexo dominante.
- D. Ligada al sexo recesiva.
- E. Ligada al Y.

21. **No** es un sistema de grupo sanguíneo:

- A. Lewis
- B. Silver.
- C. Kell
- D. Diego
- E. Duffy.

22. Un matrimonio ha tenido 3 hijos: 2 varones y una hembra, la probabilidad de que el próximo hijo sea hembra es:

- A. 3/4
- B. 1/4
- C. 1/2
- D. 1
- E. No se puede calcular.

23. Si Usted es de grupo sanguíneo O y ninguno de sus padres lo es. ¿Cuáles son los posibles genotipos de ellos?

- A. $I^A i$ y $I^A i$
- B. $I^B i$ y $I^B i$
- C. $I^A i$ y $I^B i$
- D. Cualquiera de los anteriores.
- E. Ninguno de los anteriores.

24. Si una mujer sufrió al nacer la enfermedad hemolítica del recién nacido (Eritroblastosis fetal), la probabilidad de que pueda ocurrirle lo mismo a su hijo es:

- A. 1
- B. 1/2
- C. 1/4
- D. 0
- E. No se puede saber.

25. Una mujer de grupo sanguíneo AB tiene un hijo AB. El posible genotipo del padre del niño sería:

- A. $I^A I^A$
- B. $I^A i$
- C. $I^B I^B$
- D. $I^B i$
- E. Todos los anteriores genotipos pueden corresponder al padre del niño.

26. La eritroblastosis fetal es una característica determinada por herencia:

- A. Autosómica dominante.
- B. Autosómica recesiva.
- C. Ligada al X dominante.
- D. Ligada al X recesiva.
- E. Ninguna de las anteriores.

27. Un varón de padres normales padece de hemofilia y Síndrome de Klinefelter.
¿En cuál de los padres ocurrió la no - disyunción

- A. Meiosis I Materna
- B. Meiosis II Materna.
- C. Meiosis I Paterna.
- D. Meiosis II Paterna.
- E. Cualquiera de las anteriores.

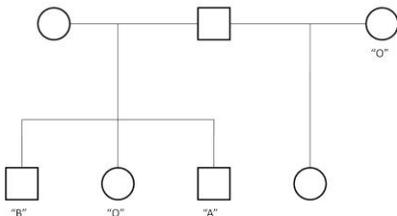
28. Si una molécula de ADN bicatenario contiene 30% de Timina, ¿Qué porcentaje de Purinas contendrá esta molécula?

- A. 20%
- B. 30%
- C. 50%
- D. 70%
- E. Ninguna de las anteriores.

29. En cuál de las siguientes estructuras celulares es posible hallar ácidos nucleicos?

- A. Núcleo celular.
- B. Ribosomas.
- C. Mitocondrias.
- D. Cloroplastos.
- E. Todas las anteriores.

30. Del siguiente árbol genealógico para grupos sanguíneos del sistema ABO, deduzca e indique los genotipos de los individuos I1 y I2 respectivamente.



- A. $I^B I^B \times I^A I^A$
- B. $I^B i \times I^A I^A$
- C. $I^B i \times I^A i$
- D. $I^B i \times I^A I^A$
- E. Ninguno de los anteriores.

31. El tío paterno de una mujer padece de hemofilia. El padre de la joven está sano y en la familia de la madre de la mujer no ha habido casos de hemofilia. Existe la probabilidad de que los hijos de esta mujer sean afectados por dicha enfermedad.

- A. No B. Si C. No se puede saber.

32. Una mujer de 20 años que nunca ha menstruado, acude al ginecólogo, quién le solicita la realización de un cariotipo. Cuando se obtiene éste se comprueba que cromosómicamente es un varón con cariotipo 46,XY y posee testículos internos. Este paciente padece de:

- A. Hermafroditismo verdadero. B. Seudohermafroditismo masculino.
C. Seudohermafroditismo femenino. D. Hiperplasia suprarrenal congénita.
E. Ninguna de las anteriores.

33. Si una mujer cuyo padre sufrió de hemofilia se casa con un hombre normal. ¿Cuál es la probabilidad de que los hijos de este matrimonio (sin importar el sexo) sean hemofílicos?

- A. 1/2 B. 1 /4 C. 3 /4 D. 1 / 8 E. Ninguna de las anteriores.

34. Continuando con el caso anterior, suponga ahora que el padre del marido también tiene hemofilia. ¿Cuál será entonces la probabilidad de que los hijos tengan hemofilia.?

- A. 1/2 B. 1 /4 C. 3 /4 D. 1 / 8 E. Ninguna de las anteriores.

35. En los Eucariotas, el proceso de Transcripción del ARNm es realizado por la enzima:

- A. ADN Polimerasa I. B. ADN Polimerasa II
- C. ARN Polimerasa I D. ARN Polimerasa II.
- E. ARN polimerasa III.

36. Solamente es Verdadero:

- A. La enzima que inicia la replicación del ADN es la ADN Polimerasa III
- B. La replicación del ADN es semiconservativa.
- C. Los Intrones son regiones del ADN con información genética.
- D. Entre los ARN, el de menor variabilidad es el ARNm.
- E. La transcripción se realiza en los ribosomas.

37. Una molécula de ADN de cadena doble, cuya secuencia se indica a continuación, produce in vivo un polipéptido de 4 aminoácidos.

CADENA 1. TAC ATG ATC ATT TCA CGG AAT TTC TAG CAT GTA
CADENA 2. ATG TAC TAG TAA AGT GCC TTA AAG ATC GTA CAT

Cuál de dos cadenas se transcribe (Indique las direcciones.)

- A. La cadena 1 de derecha a izquierda
- B. La cadena 1 de izquierda a derecha.
- C. La cadena 2 de derecha a izquierda.
- D. La cadena 2 de izquierda a derecha.

38. La secuencia correcta de los aminoácidos es: (use la tabla del código genético)

- A. Tir-Met-Leu-Glu. B. Met-Tir-Leu-Ser. C. Tir-Met-Ile-Ile.
- D. Met-Tir-Asp-Leu. E. Ninguna de las anteriores.

39. La hija única de un hijo único tiene en el suero (plasma) anticuerpos dirigidos contra la sangre del grupo A y del grupo B. Su madre posee el antígeno del grupo A. Su abuelo paterno posee anticuerpos para la sangre del grupo B, y él no puede donar sangre a su esposa ni recibirla debido a incompatibilidad ABO. Sin embargo, su hijo puede donar sangre a cualquiera de ellos. Construya el árbol genealógico y determine cuál de los siguientes son los posibles genotipos de los abuelos.

- A. Abuelo $I^A I^A$ y Abuela $I^B I^B$
- B. Abuelo $I^A i$ y Abuela ii
- C. Abuelo $I^B I^B$ y Abuela $I^A I^A$
- D. Abuelo $I^A i$ y Abuela $I^B i$
- E. Abuelo $I^B i$ y Abuela $I^A i$

40. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- A. Los aminoácidos se unen al extremo 3' de los ARNt.
- B. Existen sólo 31 tipos de ARNt diferentes.
- C. La transcripción se lleva a cabo en los ribosomas.
- D. Diferentes ARNt pueden reconocer más de un codón.
- E. Ninguna de las anteriores.

PRUEBA 3	
Niveles de aprendizaje	Número de las preguntas en la prueba
Conocimiento (16)	10,11,12,14,15,16,17,18,19,21,26,29,32,35,36,40
Comprensión (9)	2,4,5,9,23,24,25,33,34
Aplicación (15)	1,3,6,7,8,13,20,22,27,28,30,31,37,38,39
Total (40)	

ANEXO B4

UNIVERSIDAD DEL NORTE

AREA DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y BIOLOGIA
PROGRAMA DE MEDICINA

(POSTPRUEBA) EXAMEN FINAL DE BIOLOGIA CELULAR.

SEÑALE LA RESPUESTA CORRECTA SOLO EN LA HOJA DE RESPUESTAS:

1. **¿Cuál de los siguientes compuestos proporciona mayor cantidad de energía por unidad de peso?**
A. Carbohidratos B. Vitaminas. C. Lípidos D. Proteínas. E. Ácidos nucleicos.
2. **¿Cuál de los siguientes enunciados no es verdadero con respecto al glucógeno, almidón y celulosa?**
A. Son carbohidratos complejos.
B. Son compuestos constituidos por monómeros de glucosa.
C. Resultan fácilmente digeridos por animales.
D. Son polisacáridos.
E. Se encuentran en vegetales, a excepción del glucógeno que se encuentra en animales.
3. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Verdadera?**
A. A un recién nacido que padezca la enfermedad hemolítica del recién nacido, se le transfunde sangre Rh positiva.
B. La heterocromatina es la cromatina activa de una célula en interfase.
C. La interfase es la primera etapa de la mitosis.
D. En los humanos los ovocitos primarios son células que poseen un cromosoma sexual.
E. Sólo las células eucarióticas poseen citoesqueleto.
4. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con las enzimas es Falsa?**
A. Poseen sustratos específicos.
B. Actúan en todos los organelos celulares.
C. Aumentan la energía de activación.
D. Aceleran una reacción química.
E. Su acción está influida por la temperatura.

5. Si al observar al microscopio las células de una persona, ésta presenta dos corpúsculos de Barr, se podría concluir que la persona probablemente tiene:

- A. Dos cromosomas Y y un cromosoma X.
- B. Dos cromosomas Y, pero no tres.
- C. Dos cromosomas X, pero no tres.
- D. Tres cromosomas X.
- E. Tres cromosomas Y.

6. Sofía, una mujer daltónica y del grupo sanguíneo A se casó con dos varones distintos. Uno llamado Carlos, era de grupo sanguíneo AB y daltónico, el otro hombre Juan era de grupo sanguíneo B y tenía visión normal. Con cada uno de ellos tuvo un hijo: Ana de grupo A con visión normal y Olga de grupo sanguíneo B, daltónica. Determine quién fue el padre de cada una de sus hijas respectivamente.

- A. Carlos padre de Ana y Juan padre de Olga.
- B. Juan padre de Ana y Carlos padre de Olga.
- C. Carlos padre de ambas.
- D. Juan padre de ambas.
- E. No se puede saber.

7. Un hombre (A) se casa con la hija (B) del hermano de su padre y tienen un hijo (C) y una hija (D) afectados de una enfermedad hereditaria, un hijo normal (E) y una hija normal (F). La mujer (B) tiene un hermano (G) afectado de la misma enfermedad que sus hijos. Dibujar el árbol genealógico de esta familia y determine el tipo de herencia de esta enfermedad:

- A. Autosómica dominante. B Autosómica recesiva. C. Ligada al sexo dominante.
- D. Ligada al sexo recesiva. E. Ninguna de las anteriores.

8. Señale cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA:

- A. Los quiasmas son sitios donde los cromosomas homólogos intercambian material hereditario.
- B. La interfase es la primera etapa de la mitosis.
- C. La eucromatina es la cromatina activa de las células en interfase.
- D. Los cromosomas de los grupos D y G son acrocénticos.
- E. Todas tus células somáticas poseen 2 cromosomas sexuales.

9. Las células musculares en condiciones anaeróbicas oxidan la Glucosa produciendo:

- A. Piruvato B. Etanol C. Lactato D. CO₂ y H₂O E. B y D

10. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**

- A. La mitosis origina células con número diploide de cromosomas.
- B. La meiosis es llevada a cabo sólo por células sexuales inmaduras.
- C. Para iniciar meiosis o mitosis las células debe previamente duplicar su material hereditario.
- D. Sólo en la mitosis hay intercambio de material hereditario entre cromosomas homólogos.
- E. La mitosis es realizada tanto por células somáticas como por células sexuales inmaduras.

11. **Es el paso de moléculas o iones a través de una membrana semipermeable a favor de un gradiente de concentración, con gasto de energía cinética y con la ayuda de moléculas transportadoras.**

- A. Transporte activo. B. Difusión simple. C. Pinocitosis.
- D. Osmosis. E. Difusión facilitada.

12. **El organelo rodeado de membrana, que se encarga de la digestión de sustancias y qué contiene enzimas de tipo ácido recibe el nombre de:**

- A. Retículo endoplásmico rugoso. B. Lisosoma. C. Aparato de Golgi.
- D. Retículo endoplasmático liso. E. Fagosoma.

13. **El límite externo de una célula vegetal es:**

- A. La membrana plasmática.
- B. El esqueleto membranoso.
- C. La pared celular.
- D. El citoesqueleto.
- E. Ninguna de las anteriores.

14. **Si $2X$ es la cantidad de material hereditario (ADN) que posee una célula somática normal de un organismo. ¿En cuál de los siguientes núcleos se hallaría una cantidad de material hereditario igual a $4X$?**

- A. En el núcleo de un espermatozoide.
- B. En el núcleo de esta célula formado después de una mitosis.
- C. En el núcleo de una célula que está en la fase G_1 .
- D. En el núcleo de una célula que está en la fase G_2 .
- E. En el núcleo de una ovogonia.

15. En la oxidación total de un ácido graso saturado de 18 carbonos, la ganancia neta en moléculas de ATP sería de:

- A. 146 B. 148 C. 131 D. 129 E. 108

16. Las etapas de la profase I de la meiosis son en su orden:

- A. Leptonema, paquinema, cigonema, diplonema y diacinesis.
B. Leptonema, diplonema, cigonema, paquinema y diacinesis.
C. Leptonema, cigonema, diplonema, paquinema y diacinesis.
D. Leptonema, paquinema, diplonema, cigonema y diacinesis.
E. Leptonema, cigonema, paquinema, diplonema, diacinesis

17. ¿Cuál de las siguientes sustancias sería menos probable que difundiera libremente a través de la membrana celular?

- A. El agua. B. El oxígeno. C. El bióxido de carbono.
D. Los iones sodio. E. Una pequeña molécula no polar de butano.

18. Con relación a la meiosis, señale cuál afirmación es **FALSA**:

- A. Origina células con número diploide de cromosomas.
B. Permite aumentar la variabilidad genética.
C. Contribuye a mantener constante el número de cromosomas de cada especie.
D. Origina células con la mitad del número de cromosomas de la célula original.
E. Se lleva a cabo en las células germinales.

19. Una de las siguientes afirmaciones es **FALSA**.

- A. La condición en la que el número de cromosomas presentes en las células de un organismo no es un múltiplo exacto del número haploide se denomina aneuploidía.
B. Las trisomías autosómicas ocurren con mayor frecuencia a medida que aumenta la edad materna.
C. Las personas con Síndrome de Klinefelter presentan una dotación cromosómica 47, XYY.
D. En cada célula somática de una mujer sólo existe un cromosoma X activo.
E. Los varones producen un 50% de sus espermatozoides con cromosoma sexual X.

20. Una de las siguientes afirmaciones es **FALSA**.

- A. Entre los 23 pares de cromosomas humanos, el tipo más numeroso es el submetacéntrico.
- B. La duplicación del ADN que se da en interfase ocurre específicamente durante la fase G₂.
- C. Entre los grupos de cromosomas (A- G)el más numeroso es el grupo C.
- D. Durante la mitosis no hay intercambio de material hereditario entre cromosomas homólogos.
- E. Cromosomas homólogos son aquellos semejantes en forma y tamaño, que poseen genes que controlan las mismas características.

21. ¿Cuál de las células siguientes es normalmente diploide?

- A. Primer cuerpo polar.
- B. Espermatide.
- C. Espermatozoide.
- D. Espermatocono primario.
- E. Ovocito secundario

22. ¿En que parte de la célula se realiza el ciclo de Krebs?

- F. A. Membrana plasmática.
- B. Matriz citoplasmática (Citosol)
- G. C. Matriz mitocondrial.
- D. Membrana interna de la mitocondria.
- H. E. Membrana externa de la mitocondria.

23. En cuál de las siguientes estructuras celulares es posible hallar ácidos nucleicos?

- F. Núcleo celular.
- G. Ribosomas.
- H. Mitocondrias.
- I. Cloroplastos.
- J. Todas las anteriores.

24. ¿Qué organelo clasifica, modifica químicamente y empaca las proteínas recientemente sintetizadas?

- A. Aparato de Golgi.
- B. Ribosomas.
- C. Retículo endoplasmático rugoso.
- D. Retículo endoplasmático liso.
- E. Lisosoma.

Las preguntas 25, 26, 27 y 28 se contestan con base en el siguiente problema:

Juan y su abuelo materno Luis tienen hemofilia A. La pareja de Juan, Diana es hija de la tía materna de éste. Juan y Diana un hijo Eduardo, y dos hijas, Elisa y Emilia, todos ellos enfermos de hemofilia A. También tienen una hija no afectada, Ana. Dibuje el árbol genealógico.

25. ¿Cuál es la probabilidad de que un hijo varón de Elisa sea hemofílico?

- A. 1/2
- B. 1/4
- C. 1/8
- D. 0
- E. Ninguna de las anteriores

26. **¿Cuál es la probabilidad de que una hija de Elisa sea hemofílica?**

- A. 1/2 B. 1/4 C. 1/8 D. 0 E. Ninguna de las anteriores

27. **¿Cuál es la probabilidad de que un hijo varón de Ana sea hemofílico?**

- A. 1/2 B. 1/4 C. 1/8 D. 0 E. Ninguna de las anteriores

28. **¿Cuál es la probabilidad de que una hija de Ana sea hemofílica?**

- A. 1/2 B. 1/4 C. 1/8 D. 0 E. Ninguna de las anteriores

29. **Una mujer tiene una hija normal y un hijo hemofílico, queda embarazada por tercera vez. Mediante amniocentesis se determina que el feto es de sexo masculino. Con base en esta información, señale la respuesta correcta.**

- A. Se tiene certeza de que el niño será completamente sano.
B. Con seguridad se sabe que el niño será hemofílico.
C. Existe un 50% de probabilidades de que el niño será sano.
D. Todas las anteriores son verdaderas.
E. Ninguna de las anteriores es verdadera.

30. **La no- disyunción cromosómica se puede presentar en:**

- A. Anafase mitótica.
B. Anafase I meiotica.
C. Anafase II meiotica.
D. Sólo en B y C.
E. En A, B y C.

31. **¿Cuál de las siguientes reacciones relacionadas con la producción de energía no ocurre en la mitocondria?**

- A. Glucólisis. B. Ciclo de Krebs. C. Cadena respiratoria.
D. Oxidación de ácidos grasos E. Fosforilación oxidativa.

32. **En una célula somática femenina humana normal en la etapa de metafase existen:**

- A. 46 cromosomas en total.
B. 23 pares de cromosomas homólogos.
C. 44 autosomas y 2 cromosomas sexuales.
D. 92 cromátides.
E. Todas las anteriores.

33. Ud. Examina un grupo de células en el microscopio. Observa la presencia de núcleos en estas células. Algunas pruebas químicas revelan que cada célula está rodeada por una cubierta superficial de celulosa. Concluye que las células provienen de un organismo que es un miembro del reino:

A. Mónera. B. Protisto. C. Vegetal. D. Fungi (Hongo). E. Animal.

34. Si en el cariotipo de un paciente femenino, que Ud. no ha visto personalmente se encuentran 16 cromosomas del grupo C, 6 cromosomas del grupo D, 4 del F y 5 del G; Ud. no puede distinguir bien las parejas de homólogos ya que están teñidos homogéneamente. De acuerdo con esto, lo más probable es que el paciente padezca el síndrome de:

A. Edwards. B. Klinefelter. C. Down. D. Patau. E. Tanto B como C pueden ser verdaderas.

35. La Neurofibromatosis es un proceso hereditario que se asocia al desarrollo de tumores del sistema nervioso. Dos personas con NF tienen un hijo con NF y luego uno normal. De acuerdo con estos resultados, esta característica es de herencia:

Dominante. B. Recesiva. C. No se puede determinar.

36. Si una molécula de ADN de doble cadena contiene 20% de Timina ¿Qué porcentaje de Guanina tendrá?

A. 20% B. 30% C.60%. D. 40%. E. 80%.

37. ¿Cuál de los siguientes eventos de la meiosis es correcto?

- A. La reducción del número de cromosomas a un juego haploide puede ocurrir como resultado de la primera o segunda división meiótica.
- B. La separación de cromátides hermanas ocurre durante la primera división meiótica.
- C. La recombinación de material hereditario entre cromosomas homólogos ocurre durante la etapa de diplonema de la profase I.
- D. Se producen dos divisiones celulares con una sola duplicación de ADN.
- E. Se origina al final cuatro células hijas con igual información genética.

38. Con relación a las anomalías cromosómicas señale cuál afirmación es falsa:

- A. La delección siempre implica rotura del cromosoma.
- B. Las translocaciones se realizan entre cromosomas homólogos.
- C. Las translocaciones Robertsonianas se llevan a cabo por delección y fusión del centrómero entre cromosomas acrocentricos.
- D. Los isocromosomas se originan por una división errónea (transversal) del centrómero dando lugar a cromosomas con brazos genéticamente idénticos.
- E. Las aneuploidías se originan por el fenómeno conocido como “no disyunción”.

39. Cada una de las siguientes afirmaciones acerca del código genético son correctas, EXCEPTO:

- A. Un mismo aminoácido puede ser codificado por varios codones.
- B. Codones diferentes pueden codificar un mismo aminoácido.
- C. Cada codón sólo codifica un aminoácido.
- D. Algunos codones no codifican ningún aminoácido
- E. Un mismo codón puede codificar varios aminoácidos.

40. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de la composición de bases de una molécula de ADN de doble cadena es verdadera? (Cada letra representa la cantidad de esa base en el ADN.)

- A. $A = T$ en cada cadena sencilla.
- B. $C = G$ en cada cadena sencilla.
- C. $A + T = C + G$ en la molécula de ADN de doble cadena.
- D. $A / C = 1$ en la molécula de ADN de doble cadena.
- E. $A / T = C / G$ en la molécula de ADN de doble cadena.

41. ¿Cuál de las siguientes evidencias demostraría que una sustancia entra a una célula mediante transporte activo en lugar de hacerlo por difusión?

- A. Una proteína de la membrana transporta la sustancia a través de la membrana.
- B. La sustancia atraviesa la membrana a favor de un gradiente de concentración.
- C. Para realizar el transporte se requiere de la energía proporcionada por la hidrólisis del ATP.
- D. La sustancia atraviesa la membrana pasando por un canal proteico.
- E. Todas las anteriores

42. En un organismo 2 parejas de cromosomas presentan la siguiente secuencia de genes:

<u>A B C D . E F G H</u>	<u>M N O P . Q R S</u>
<u>A B C P . Q R S</u>	<u>M N O D . E F G H</u>

¿Qué anomalía estructural ocurrió?

- A. Inversión
- B. Translocación
- C. Deleción
- D. Duplicación
- E. Isocromosomas.

43. **Las técnicas citogenéticas (análisis cromosómicos) han permitido los siguientes estudios, EXCEPTO.**

- A. Diagnostico prenatal de las aberraciones cromosómicas.
- B. Diagnostico de portadores de translocaciones.
- C. Determinación del sexo cromosómico en pacientes con genitales ambiguos.
- D. Diagnostico de los portadores de genes autosómicos recesivos y de genes ligados al cromosoma X.
- E. El tipo de anomalía cromosómica implicada en ciertas malformaciones congénitas

44. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones es Falsa?**

- A. Una persona de grupo sanguíneo A puede recibir sangre de otra de grupo O.
- B. Una persona de grupo sanguíneo AB puede donar sangre a otra de grupo O.
- C. Una persona de grupo sanguíneo AB puede recibir sangre de otra de grupo O.
- D. Una persona de grupo sanguíneo O solo puede recibir sangre de otra de grupo O.
- E. Una persona de grupo sanguíneo AB puede recibir sangre de otra de grupo B.

45. **¿Cuál de los siguientes enunciados relacionados con el Citoesqueleto es Falso?**

- A. Está constituido por estructuras proteicas llamadas: microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios.
- B. Determina la morfología celular.
- C. Contribuye al movimiento de las células.
- D. Está presente tanto en células procariotas como en eucariotas.
- E. Ninguna de las siguientes afirmaciones es falsa.

46. **Es el tipo de microscopio que Ud. utiliza en su Laboratorio de Biología.**

- A. Microscopio de Contraste de fase.
- B. Microscopio de Campo oscuro.
- C. Microscopio de Campo claro.
- D. Microscopio de Interferencia.
- E. Microscopio Estereoscopico

47. **Todas las siguientes son etapas típicas de la Profase de la mitosis, EXCEPTO.**

- A. Condensación de la cromatina.
- B. Desaparición del nucleolo.
- C. Migración de los centríolos a los polos.
- D. Replicación del ADN.
- E. Desintegración de la membrana nuclear.

48. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

Las células que poseen receptores para un mensajero dado se denominan células diana o blanco.

El AMPc actúa como segundo mensajero en las células.

Las hormonas y neurotransmisores son llamados primeros mensajeros.

Algunos receptores para mensajeros pueden hallarse en el citoplasma de las células.

Todas las anteriores afirmaciones son verdaderas

Use el código genético para completar la tabla adjunta y responder a las preguntas 49 y 50. Considere que la lectura se produce de izquierda a derecha y que las columnas representan alineaciones transcripcionales y traduccionales.

T												ADN, DOBLE
						C	G	T				HELICE
	U	G				C						ARNm
									A	C	U	Anticodones de ARNt
					Trp							Aminoácidos

49. La secuencia de bases del ARNm es:

A. UAC ACC GCA ACU **B.** TAC ACC GCA ACT **C.** AUG UGG CGU UGA

D. ATG TGG CGT TGA **E.** Ninguna de las anteriores.

50. La secuencia de aminoácidos codificada es:

A. Met – Trp- Arg - Tre **B.** Tir – Tre – Ala – Tre. **C.** Tir – Trp – Ala – Tre.

C. Met – Trp – Arg. **E.** Ninguna de las anteriores.

POSTPRUEBA	
Niveles de aprendizaje	Número de las preguntas en la prueba
Conocimiento (27)	1,2,3,4,8,9,10,11,12,13,16,18,19,20,21,22,23,24,30,31,37,38,39,45,46,47,48
Comprensión (10)	5,14,17,32,33,40,41,42,43,44
Aplicación (13)	6,7,15,25,26,27,28,29,34,35,36,49,50
Total (50)	

ANEXO B5

LA TAXONOMÍA DE BLOOM

En la formulación de una clasificación para los objetivos de aprendizaje, Bloom identificó en 1948 tres dominios de actividades de aprendizaje, el dominio cognitivo, el afectivo y el psicomotor.

Bloom y sus colaboradores establecieron una jerarquía de Objetivos de Aprendizaje, a la que comúnmente se hace referencia como Taxonomía de Bloom, que propone dividir los objetivos cognitivos en niveles organizados del comportamiento más simple al más complejo.

Esta clasificación considera los niveles de: conocimiento, comprensión, análisis, síntesis y evaluación. En este trabajo de investigación los investigadores decidieron de acuerdo a las características del tema a tratar que los instrumentos de evaluación a aplicar midieran los niveles de conocimiento, comprensión y aplicación

CONOCIMIENTO:

El conocimiento se define como el recuerdo del material aprendido previamente. El estudiante puede comprender recordar una amplia gama de elementos, desde datos específicos hasta teorías complejas, pero todo lo que se necesita es volver a traer a la mente la información apropiada. El nivel de conocimiento representa el nivel más bajo de los desempeños del nivel cognitivo.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: conocimiento de términos comunes, conocimientos de hechos específicos, conocimiento de métodos y procedimientos, conocimiento de conceptos básicos, conocimiento de principios.

COMPRENSIÓN:

Se define como la habilidad de aprehender el significado de elementos o cosas. Esto se puede demostrar pasando o traduciendo, material de una forma a otra (palabras a números), interpretando el material (explicar o resumir), y estimando tendencias futuras (prediciendo consecuencias o efectos). Estos resultados van un paso más allá de simplemente recordar información, y representan el nivel de comprensión más bajo.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: comprender hechos (realidades) y principios, interpretar material verbal, interpretar cuadros y gráficas, trasladar material verbal a fórmulas matemáticas, estimar las consecuencias futuras implícitas en datos, justificar métodos y procedimientos.

APLICACIÓN:

La Aplicación hace referencia a la habilidad o capacidad de utilizar el material aprendido a situaciones concretas, nuevas. Esto puede incluir la aplicación de elementos tales como reglas, métodos, conceptos, principios, leyes y teorías. Los resultados de aprendizaje en ésta área requieren un nivel de entendimiento mayor que los expuestos en la comprensión.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: aplicar conceptos y principios a situaciones nuevas, aplicar leyes y teorías a situaciones prácticas, resolver problemas matemáticos, construir cuadros y gráficas, demostrar el uso correcto de un método o procedimiento.

ANÁLISIS:

Se refiere el análisis a la habilidad de separar material en las partes que lo componen, de manera que su estructura organizativa pueda entenderse. Esto puede incluir la identificación de las partes, el análisis de la relación entre las partes, y el reconocimiento de los principios de organización implicados. Aquí los resultados del aprendizaje representan

un nivel intelectual superior al requerido para la comprensión y la aplicación porque se hace necesario el entendimiento del contenido y de la forma estructural del material.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: reconocer suposiciones tácitas, reconocer en el razonamiento errores de lógica, distinguir entre hechos y deducciones, evaluar la importancia de los hechos, analizar la estructura organizativa de un trabajo (arte, música, escritura).

Adaptado del documento: Las Preguntas de Elección Múltiple y la Taxonomía de Bloom. Diseño y Manejo. Disponible en: <http://www.eduteka.org/EleccionMultiple.php3>

ANEXO C

Rúbrica para la evaluar los mapas conceptuales según Novak y Gowin (1998)

La base fundamental del esquema de puntuación de los mapas conceptuales es la teoría cognoscitiva del aprendizaje de Ausubel (2002) y, muy especialmente tres de sus elementos:

1. La estructura cognoscitiva esta organizada jerárquicamente con las proposiciones y los conceptos menos generales y más específicos subordinados a las proposiciones y conceptos más generales o inclusivos.
2. Los conceptos en la estructuras cognitivas sufren una diferenciación progresiva que hace que se determine el mayor grado de inclusividad y la especificidad de la regularidades en los objetos o hechos y que se reconozcan mas vínculos proporcionales con otros conceptos.
3. Tiene lugar una reconciliación integradora cuando se reconoce que dos o más conceptos son relacionables en términos de nuevos significados proposicionales y/o cuando se resuelven conflictos de significados en los conceptos.

Para la valoración numérica de los mapas conceptuales, se desarrolló una rúbrica aplicando los criterios y el esquema de puntuación elaborado por Novak y Gowin (1998). La puntuación está distribuida de acuerdo con las características del mapa, tales como: las proposiciones, la jerarquización, las relaciones cruzadas, y los ejemplos.

Las proposiciones, es decir, los conceptos con las palabras-enlace apropiadas, que indican las relaciones válidas o erróneas. Se asigna un punto por cada proposición válida y significativa.

La jerarquización o estructura jerárquica del mapa. Se determina si se establecieron correctamente los niveles de jerarquía de los conceptos, es decir si los conceptos más generales incluyen a los más específicos y éstos a su vez estén dibujados debajo de uno más general. Se asignan cinco puntos por cada nivel jerárquico válido.

Las relaciones cruzadas. Se entiende por conexión cruzada, aquella que permite relacionar segmentos distintos de la jerarquía conceptual. Las conexiones significativas y válidas entre las distintas parte de la jerarquía conceptual reciben diez puntos cada.

Los ejemplos, muestran si los estudiantes han comprendido lo que es concepto y lo que no lo es. Una vez establecidos los ejemplos (acontecimientos y objetos concretos) se valoran si son válidos, adecuados, pertinentes, suficientes y necesarios. A cada ejemplo, se le otorga un punto.

En resumen, la rúbrica utilizada para la valoración de los mapas conceptuales fue la siguiente:

Cada relación válida	1 punto
Cada jerarquía válida	5 puntos
Cada conexión cruzada válida	10 puntos
Cada ejemplo válido	1 punto

