

**APLICACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO Y SU
EFECTO EN LA TEMÁTICA TEORÍA DE GRAFOS DE LA MATERIA
ESTRUCTURAS DE INFORMACION**

JAIME ARNULFO DAVILA GONZALEZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS
FACULTAD DE EDUCACION
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**APLICACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO Y SU
EFECTO EN LA TEMÁTICA TEORÍA DE GRAFOS DE LA MATERIA
ESTRUCTURAS DE INFORMACION**

JAIME ARNULFO DAVILA GONZALEZ

**Tesis de grado para optar el título de especialista en
Docencia Universitaria**

Asesor

**NELSON ANTONIO JARAMILLO ENRIQUEZ
Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS
FACULTAD DE EDUCACION
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
SAN JUAN DE PASTO
2005**

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi esposa, Ana Lucía, y a mi linda hijita, Ana Isabella, que son los motores de mi vida, por su paciencia y apoyo emocional a lo largo de la realización de este proyecto.

Quiero dar las gracias a mi madre, Luz Ismenia, quien me impulsó con sus palabras de ánimo y de cariño para no desfallecer en la elaboración de este proyecto, y a mi padre, J. M. Arnulfo, quien desde el cielo me iluminó y fue mi inspiración en este cometido.

Quiero expresar mi gratitud hacia el Mag. Nelson Jaramillo, por su valiosa colaboración como asesor de este proyecto y por brindarme su generosa amistad.

Quiero dar las gracias a los Ingenieros Manuel Bolaños y Mauricio Casanova, quienes colaboraron desinteresadamente en la ejecución de este proyecto.

Quiero agradecer al Dr. Carlos Guazmayan Ruiz y al Mag. Ignacio Erazo Ramírez, quienes fueron el jurado de este proyecto, por su decidida participación en la evaluación de este proyecto.

Finalmente, quiero agradecer a la Dra. Martha López, coordinadora de la especialización en docencia universitaria de la Universidad de Nariño, por su valiosa colaboración en la recepción de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	19
1. ASPECTOS CIENTIFICOS	21
1.1 TITULO	21
1.2 TEMA DE ESTUDIO	21
1.3 FRENTE DE INVESTIGACION	21
1.4 LINEA DE INVESTIGACION	21
1.5 EL PROBLEMA	21
1.6 VARIABLES CONSTITUYENTES DEL PROBLEMA	22
1.6.1 Hipótesis	22
1.6.2 Variable Independiente	22
1.6.3 Variables Dependientes	22
1.7 FORMULACION DEL PROBLEMA	22
1.8 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	22
1.9 PREGUNTAS DE INVESTIGACION	23
1.10 PLAN DE OBJETIVOS	23
1.10.1 Objetivo General	23
1.10.2 Objetivos Específicos	24
1.11 JUSTIFICACION	24

2. MARCO REFERENCIAL	26
2.1 MARCO CONTEXTUAL	26
2.1.1 Descripción del Entorno Específico	26
2.2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL	26
2.2.1 La Teoría de Grafos	26
2.2.2 Los MECs y su valoración para la educación	33
2.2.3 Teorías Computacionales del Procesamiento de Información y su aplicabilidad a la educación	34
3. ASPECTOS METODOLOGICOS	49
3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACION	49
3.2 TIPO DE INVESTIGACION	49
3.3 UNIDAD DE ANALISIS	49
3.4 UNIDAD DE TRABAJO	49
3.5 TECNICAS PARA RECOGER LA INFORMACION	50
3.6 TECNICAS PARA ANALIZAR E INTERPRETAR LA INFORMACION	50
4. DESARROLLO DEL PROCESO INVESTIGATIVO	51
4.1 ELEMENTOS DE LA EXPERIENCIA	51
4.1.1 Preliminares	51
4.1.2 Experiencia de los docentes con Materiales Educativos Computarizados	52
4.1.3 La materia Estructuras de Información	52
4.1.4 SEGrAD: El MEC específico para la temática Teoría de Grafos	53
4.2 PROCEDIMIENTO	54

4.2.1 Programación de actividades	54
4.2.2 Experiencia con el Grupo Uno (Metodología apoyada por el MEC)	54
4.2.3 Experiencia con el Grupo Dos (Metodología tradicional)	56
4.2.4 Proceso Evaluativo	57
5. LA EVALUACIÓN	61
5.1 EVALUACIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS	61
5.1.1 Evaluación de conceptos del Grupo 1	61
5.1.2 Evaluación de conceptos del Grupo 2	63
5.1.3 Análisis de resultados y comparativos de conceptos básicos	64
5.2 EVALUACION DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	66
5.2.1 Evaluación de solución de problemas del Grupo 1	66
5.2.2 Evaluación de solución de problemas del Grupo 2	68
5.2.3 Análisis de resultados y comparativos de solución de problemas	70
5.3 EVALUACIÓN DE APLICACIÓN DE ALGORITMOS	72
5.3.1 Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 1	72
5.3.2 Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 2	74
5.3.3 Análisis de resultados y comparativos de aplicación de algoritmos	76
6. ANALISIS DE RESULTADOS	79
6.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA MEDIANTE LA TEORÍA ACT DE ANDERSON	79
6.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS MEDIANTE LA TEORÍA ACT DE ANDERSON	81
6.2.1 Análisis resultados Grupo 1 según la Teoría ACT	82

6.2.2 Análisis resultados Grupo 2 según la Teoría ACT	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	91

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Esquema de la teoría del aprendizaje de Anderson	41
Cuadro 2. Tipos de aprendizaje según la teoría de los esquemas	45
Cuadro 3. Características de los tres tipos de aprendizaje según Norman	47
Cuadro 4. Programación del contenido y evaluación de Teoría de Grafos	54
Cuadro 5. Cuadro de ponderados de conceptos básicos	58
Cuadro 6. Cuadro de ponderados de solución de problemas	59
Cuadro 7. Cuadro de ponderados de ejercicios de aplicación de Algoritmos	60
Cuadro 8. Cuadro consolidado de evaluación de conceptos básicos. Grupo 1	61
Cuadro 9. Cuadro de valores de conceptos básicos. Grupo 1	62
Cuadro 10. Cuadro de evaluación conceptos básicos. Grupo 1	62
Cuadro 11. Cuadro consolidado de evaluación de conceptos básicos. Grupo 2	63
Cuadro 12. Cuadro de valores de conceptos básicos. Grupo 2	63
Cuadro 13. Cuadro de evaluación conceptos básicos. Grupo 2	64
Cuadro 14. Resumen de resultados de conceptos básicos	64
Cuadro 15. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos	64
Cuadro 16. Cuadro consolidado de evaluación de solución de problemas. Grupo 1	67
Cuadro 17. Cuadro de valores de solución de problemas. Grupo 1	67

Cuadro 18. Cuadro de evaluación de solución de problemas. Grupo 1	68
Cuadro 19. Cuadro consolidado de evaluación de solución de problemas. Grupo 2	68
Cuadro 20. Cuadro de valores de solución de problemas. Grupo 2	69
Cuadro 21. Cuadro de evaluación de solución de problemas. Grupo 2	69
Cuadro 22. Resumen de resultados de solución de problemas	70
Cuadro 23. Porcentajes de resultados de solución de problemas	70
Cuadro 24. Cuadro consolidado de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 1	72
Cuadro 25. Cuadro de valores de aplicación de algoritmos. Grupo 1	73
Cuadro 26. Cuadro de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 1	73
Cuadro 27. Cuadro consolidado de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 2	74
Cuadro 28. Cuadro de valores de aplicación de algoritmos. Grupo 2	75
Cuadro 29. Cuadro de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 2	75
Cuadro 30. Resumen de resultados de aplicación de algoritmos	76
Cuadro 31. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos	76
Cuadro 32. Conceptos complementarios de análisis de los estudiantes del Grupo 1 y Grupo 2	80

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo de distribución de puentes de Königsberg	27
Figura 2. Modelo de regiones a ser coloreadas	28
Figura 3. Representación esquemática de un algoritmo	29
Figura 4. Representación de un grafo y su árbol de expansión según Prim	31
Figura 5. Representación de un grafo y su árbol de expansión según Dijkstra	33
Figura 6. Marco general del procesamiento del ACT, planteado por Anderson	35
Figura 7. Ejemplo de una red del conocimiento necesario para entrar a un restaurante según Anderson	36
Figura 8. Representación en forma de diagrama del esquema DAR	43
Figura 9. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos. Grupo1	65
Figura 10. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos. Grupo2	65
Figura 11. Comparación de asimilación de conceptos básicos	65
Figura 12. Porcentaje de resolución de problemas. Grupo1	70
Figura 13. Porcentaje de resolución de problemas. Grupo2	71
Figura 14. Comparación de resolución de problemas	71
Figura 15. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos. Grupo1	76
Figura 16. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos. Grupo2	77
Figura 17. Comparación de resultados de aplicación de algoritmos	77
Figura 18. Estructura jerárquica de unidades cognitivas	82

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Formatos de pruebas evaluativas aplicadas	93
ANEXO B. Encuestas	100
ANEXO C. Programa de la materia Estructuras de Información	101

RESUMEN ANALITICO DEL ESTUDIO (RAE)

PROGRAMA ACADEMICO:

ESPECIALIZACION EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

AUTOR DE LA INVESTIGACION:

JAIME ARNULFO DAVILA GONZALEZ

ASESOR:

MAG. NELSON ANTONIO JARAMILLO ENRIQUEZ
INGENIERO DE SISTEMAS

TITULO:

APLICACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO Y SU EFECTO EN LA TEMÁTICA TEORÍA DE GRAFOS DE LA MATERIA ESTRUCTURAS DE INFORMACION

PALABRAS CLAVES:

Computación. Es el cuerpo de conocimiento que involucra el diseño, análisis, implementación, eficiencia y aplicación de los procesos que transforman información. La pregunta fundamental común a toda la ciencia de la computación es "¿qué se puede automatizar (eficientemente)?"

Estructuras de Información (Estructuras de Datos). Son una colección de datos cuya organización se caracteriza por las funciones de acceso que se usan para almacenar y acceder a elementos individuales de datos.

Ingeniería de Sistemas. Es la ciencia que se encarga del estudio de los procedimientos para la recolección y buen manejo de la información.

MEC (Material Educativo Computarizado). Es una aplicación software que apoyan directamente el proceso enseñanza-aprendizaje. En esta categoría caen tanto los que apoyan la administración de procesos educacionales o de investigación, como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Teorías Computacionales del Procesamiento de Información. Son teorías que se desarrollan unas en el marco de la Inteligencia Artificial, sin buscar compatibilidad con datos psicológicos; y otras tantas teorías respetando los límites de la metáfora computacional, intentando ser psicológicamente relevantes, adecuándose a los datos que se conocen sobre el procesamiento humano de información.

Teoría de Grafos. Es una rama de la Investigación Operativa que se aplica en el tratamiento de diversos problemas del campo tecnológico, sociológico y económico. Históricamente, está comprobado que el hombre, ante el planteo de un problema, tiende a dibujar un diagrama en el que los puntos pueden representar actividades, etapas de un proyecto, individuos, localidades, etc., uniéndolos por medio de líneas que indican la existencia de una cierta relación entre ellos.

CONTENIDO:

El presente trabajo consta de seis capítulos discriminados de la siguiente manera:

CAPITULO I: ASPECTOS CIENTIFICOS

En este capítulo se hace referencia al título, tema de estudio, frente de investigación, línea de investigación, el problema, formulación del problema, descripción del problema, preguntas de investigación, plan de objetivos y la justificación de este estudio.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

Este capítulo contiene las bases conceptuales y teóricas sobre las cuales se sustenta este trabajo: marco contextual y el marco teórico conceptual.

CAPITULO III: ASPECTOS METODOLOGICOS

En este capítulo se clarifica el diseño de investigación, el tipo de investigación, la unidad de análisis, la unidad de trabajo y las técnicas utilizadas para analizar e interpretar la información obtenida de este estudio.

CAPITULO IV: DESARROLLO DEL PROCESO INVESTIGATIVO

En este capítulo se identifican los elementos de la experiencia y el procedimiento utilizado en este estudio con cada grupo participante de esta experiencia.

CAPITULO V: LA EVALUACION

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos por los dos grupos en la evaluación de conceptos básicos, solución de problemas y aplicación de algoritmos.

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se realiza el análisis de información complementaria a esta investigación y de los resultados obtenidos según la perspectiva de la teoría del procesamiento de información: ACT de Anderson.

LINEA EN LA QUE SE INSCRIBE EL PROYECTO

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A PROCESOS DE APRENDIZAJES

CONCLUSIONES:

- Los resultados obtenidos después de la evaluación de conceptos básicos, solución de problemas y aplicación de algoritmos, al igual que las figuras presentadas, muestran que la hipótesis planteada, la cual propone que *“la utilización de un MEC en el desarrollo de la temática Teoría de Grafos, de la materia Estructuras de Información, produce mejores niveles de aprendizaje y de utilización del conocimiento”*, ha sido confirmada.
- De acuerdo al mecanismo de aprendizaje del Control Adaptativo del Pensamiento, de Anderson, los estudiantes que adoptaron el MEC desarrollaron y activaron las redes de nodos que permitieron obtener mejores resultados durante el paso por los tres estadios del aprendizaje: Interpretación Declarativa, Compilación y Ajuste, en un espacio de tiempo igual al del grupo que adoptó la metodología tradicional.
- Después del proceso evaluativo de los conceptos básicos es evidente que la fase de interpretación declarativa de los conocimientos de la temática Teoría de Grafos apenas está conformando y buscando un lugar a las nuevas unidades cognitivas dentro de la jerarquía ya existente. Este proceso es evidente tanto en los estudiantes que hicieron uso del MEC y especialmente de aquellos que siguieron la metodología tradicional.
- Después del proceso evaluativo de solución de problemas y de aplicación de algoritmos es evidente que la fase de compilación y ajuste son más profundos en el grupo que hizo uso del MEC, puesto que dispusieron de un módulo de ejercitación, que utilizaron frecuentemente para llevar a cabo sus prácticas, lo

que hizo que sus destrezas al solucionar problemas se automaticen y fortalezcan de manera mucho más rápida.

- La aplicación de Materiales Educativos Específicos en el desarrollo de una temática o de un curso completo en carreras afines a los sistemas o la informática es más provechosa por la cercanía de este tipo de estudiantes al manejo del computador.
- Las características del Material Educativo Computarizado (SEGrad), como herramienta de apoyo durante el proceso de aprendizaje del Grupo uno, permitió que la relación docente-estudiante estuviese más enriquecida de elementos pedagógicos, a los ya tradicionales (tablero, marcador, libros), que contribuyeron a que el desarrollo de la temática fuese interesante y sobre todo más interactiva, rompiendo con la rutina metodológica tradicional.
- Las características presentes en el Grupo dos, que fue guiado de manera tradicional en su proceso de aprendizaje, hacen énfasis en la solución de problemas y aplicación de algoritmos sin mediar con herramientas alternativas para desarrollar y comprobar la solución, diferentes al papel y el lápiz.
- De acuerdo a los resultados arrojados por las evaluaciones planteadas a lo largo del desarrollo del presente estudio se muestra que los Materiales Educativos Computarizados pueden emplearse como mediadores eficaces en la construcción de conocimientos, confirmando a la vez el papel fundamental del docente como guía en los procesos de Enseñanza y de Aprendizaje.
- El empleo en este estudio de una de las teorías del procesamiento de la información, la ACT de Anderson, contribuyó en la interpretación del proceso de aprendizaje, que haciendo uso de la analogía del computador, estableció que mediante estímulos externos, en este caso del MEC (SEGrad), las unidades cognitivas de la memoria declarativa tienen un mayor grado de activación en comparación con aquellas que se activan por la ejecución de una acción correspondiente a una producción.
- El presente trabajo de investigación y los conocimientos adquiridos en la especialización en “Docencia Universitaria”, promueven en el autor la profundización en trabajos relacionados con procesos de aprendizaje apoyados en las cada vez más difundidas tecnologías de la información, ya sea con el propósito de ampliar y enriquecer el actual estudio o proponer nuevas alternativas tecnológicas al servicio de la educación.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo denominado “APLICACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO Y SU EFECTO EN LA TEMÁTICA TEORÍA DE GRAFOS DE LA MATERIA ESTRUCTURAS DE INFORMACION”, es realizar un estudio del impacto que tiene el uso de un MEC (Material Educativo Computarizado) en un área específica de la materia estructuras de información, como lo es la Teoría de Grafos. Para determinar dicho impacto, se establecieron unas actividades de aprendizaje de la temática, que fueron desempeñadas por dos grupos diferentes, de los cuales uno de ellos hizo uso de un MEC denominado SEGraD, el cual fue desarrollado por un grupo de estudiantes de la Universidad de Nariño, y el otro realizó sus actividades de aprendizaje a la manera tradicional. Al terminar la experiencia, es notable que el grupo que hizo uso del MEC posee ciertas ventajas cognitivas respecto al grupo que realizó un aprendizaje tradicional, según la interpretación dada desde el punto de vista de la teoría del procesamiento de información: Teoría ACT (Adaptative Control of Thought: Control Adaptativo del Pensamiento) de Anderson. Este estudio se realizó en la Universidad de Nariño, Colombia, en el programa de sistemas, perteneciente a la facultad de Ingeniería.

ABSTRACT

The objective of this work denominated "APPLICATION OF COMPUTER EDUCATIONAL MATERIAL AND THEIR EFFECT IN THE THEMATIC GRAPH THEORY OF THE MATTER STRUCTURES OF INFORMATION", it is to carry out a study of the impact that has the use of a MEC (Computer Educational Material) in a specific area of the matter structures of information, as it is the Graph Theory. To determine this impact, some activities of learning of the thematic one settled down that were carried out by two different groups, of which one of them made use of a denominated MEC SEGrAD, which was developed by a group of students of the University of Nariño, and the other one carried out their learning activities to the traditional way. When finishing the experience, it is remarkable that the group that made use of the MEC possesses certain advantages cognitives regarding the group that carried out a traditional learning, according to the interpretation given from the point of view of the theory of the prosecution of information: Theory ACT (Adaptative Control of Thought) of Anderson. This study was carried out in the University of Nariño, Colombia, in the program of systems, belonging to the faculty of Engineering.

INTRODUCCION

La Universidad de Nariño, como ente máximo de la educación pública en Nariño, no puede estar alejada de las realidades sociales, educativas, económicas, políticas y sobre todo tecnológicas, pues cada una de ellas contribuyen a perfeccionar, enriquecer y complementar todo el conocimiento que día tras día los docentes de la Universidad de Nariño imparten a sus estudiantes. Y todo esto para que finalmente docentes y estudiantes se encarguen de reformar y alterar para bien el contexto sobre el cual actúan.

La carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño ha procurado moldear profesionales con un alto grado de capacidad para la resolución de problemas que optimicen los procesos de sistemas de información, para lo cual ha incorporado a su currículo temáticas que permitan desarrollar las habilidades propias en el análisis de sistemas de información y el dominio de algunos lenguajes de programación.

Cada vez que la tecnología avanza es mucho más complicado entenderla y sobre todo, como docente, hacerla entender a los demás. Sobre este simple hecho se hace necesario encontrar una manera, un medio o una metodología que permita al docente, relacionado con estas temáticas, alcanzar unos logros mínimos de aprendizaje en sus estudiantes. Para lograrlo es imprescindible en primer lugar que exista una simbiosis educativa entre docentes y estudiantes, cuya interacción permita llevar aún más lejos la comprensión de los conocimientos planteados en clase, sirviendo como medio de retroalimentación constante tanto para docentes como para estudiantes. En segundo lugar el docente del siglo XXI tiene que apoyarse en herramientas educativas (de enseñanza/aprendizaje), aparte de los libros, que le sirvan para el desarrollo interactivo de su labor educativa. Una de muchas herramientas, apoyadas éstas en la tecnología informática, es conocida como MEC (Material Educativo Computarizado), que brindan la posibilidad de construir un conocimiento mediante la estructuración de una temática en particular basada en la utilización de elementos multimediales (gráficos, animaciones, sonidos, videos, etc.). Estas características propias de los MECs, permitirán al docente dar un cambio en su estrategia pedagógica, siempre con el propósito de beneficiar el aprendizaje de nuevos conocimientos por parte del estudiante y de estimularlo a que convierta los conocimientos pasivos en activos.

Es así, que a través del desarrollo del presente estudio, se pretende determinar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes que van a hacer uso de un MEC específico para la materia Estructuras de Información, enfocándose de manera exclusiva en la temática denominada "Teoría de Grafos", en contraste con el nivel logrado por los estudiantes que seguirán la enseñanza tradicional.

Además, se estudiará el efecto producido por la utilización de este MEC, así como algunos parámetros de comportamiento de los estudiantes que harán uso del MEC, de acuerdo a la teoría del procesamiento de información: ACT de Anderson, que a su vez permitan dar luces en la construcción de mejores y novedosos MECs o si no son válidos plantear nuevas alternativas en el aprendizaje de la materia Estructuras de Información.

1. ASPECTOS CIENTIFICOS

1.1 TITULO

Aplicación de un Material Educativo Computarizado y su efecto en la temática Teoría de Grafos de la materia Estructuras de Información.

1.2 TEMA DE ESTUDIO

Estudio de la implementación e incidencia de nuevas tecnologías a procesos de aprendizaje.

1.3 FRENTE DE INVESTIGACION

Fomento de proyectos de investigación y de prácticas pedagógicas innovadoras dirigidas al mejoramiento de la calidad de la educación.

1.4 LINEA DE INVESTIGACION

Este trabajo corresponde a la línea de investigación denominada nuevas tecnologías aplicadas a procesos de aprendizajes, porque involucra el análisis de un Material Educativo Computarizado aplicado a una temática en particular, la Teoría de Grafos, dentro de la materia Estructuras de Información del programa de Sistemas de la Universidad de Nariño.

1.5 EL PROBLEMA

Los estudiantes que desarrollan procesos de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos, en la materia Estructuras de Información, afrontan debilidades en los procesos de comprensión y de utilización de los conocimientos.

1.6 VARIABLES CONSTITUYENTES DEL PROBLEMA

1.6.1 Hipótesis. La utilización de un MEC en el desarrollo de la temática Teoría de Grafos, de la materia Estructuras de Información, produce mejores niveles de aprendizaje y de utilización del conocimiento.

Teniendo como base la anterior hipótesis de investigación, se plantea una relación entre las siguientes variables:

1.6.2 Variable Independiente. Utilización del Material Educativo Computarizado: Dadas la particularidades que posee un MEC para colaborar y apoyar la labor docente de manera directa en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

1.6.3 Variables Dependientes

- Nivel de aprendizaje: El grado de aprehensión de los conocimientos que los estudiantes alcanzan de manera integral en la temática Teoría de Grafos, dependiendo de la utilización o no del MEC de apoyo.
- Nivel de aplicabilidad del conocimiento: La manera práctica en que los estudiantes saben aplicar dicho conocimiento en la solución de problemas relacionados con la temática Teoría de Grafos, dependiendo de la utilización o no del MEC de apoyo.

1.7 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de incidencia de la aplicación de Materiales Educativos Computarizados, en el proceso de Aprendizaje de la temática Teoría de Grafos, dentro de la materia Estructuras de Información?

1.8 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Es interesante el estudio y sobre todo la promoción de métodos alternativos para el proceso enseñanza-aprendizaje, que permitan contribuir a incrementar y fortalecer el nivel de aprendizaje y de utilización de los conocimientos adquiridos, por los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UDENAR, haciendo especial

énfasis en este trabajo respecto a la manera en que adquieren y retienen los conocimientos, relacionados con la materia Estructuras de Información y muy particularmente de la temática Teoría de Grafos.

Son concientes los propios estudiantes y algunos docentes de pequeñas falencias que impiden adquirir y retener apropiadamente los conocimientos que se desprenden del estudio de la temática Teoría de Grafos; también son concientes que no se les está dando la utilización apropiada a estos conocimientos en procura del desarrollo de Sistemas, de Información (*Software*), que involucran la manipulación de estructuras de datos, que hacen uso exclusivo de una depurada aplicabilidad de los grafos.

Con la aparición de Materiales Educativos Computarizados (MEC), como apoyo al proceso de aprendizaje, se puede lograr sacar provecho de sus características, con el propósito de alcanzar mejores niveles de aprendizaje y aplicabilidad de la temática Teoría de Grafos. Bajo esta circunstancia, se intenta especular si es posible alcanzar mejores niveles de aprendizaje en estudiantes que siguieron una metodología en función del MEC, en contraste con aquellos estudiantes que adquieren sus conocimientos a la manera tradicional.

Este trabajo por su parte intenta responder a las siguientes preguntas de investigación.

1.9 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- ¿Cuáles son las dificultades de aprendizaje que afrontan los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UDENAR, frente a la aprehensión y aplicación de los conocimientos de la temática Teoría de Grafos?
- ¿Cuáles son las diferencias en el nivel de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos en los grupos experimental y control?
- ¿Cuál es el nivel de incidencia del MEC específico en el proceso de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos, a la luz de alguna Teoría del Procesamiento de la Información?

1.10 PLAN DE OBJETIVOS

1.10.1 Objetivo General. Determinar el nivel de incidencia que en los estudiantes produce la utilización de un MEC, como herramienta de apoyo del aprendizaje de

la temática Teoría de Grafos, que hace parte del contenido de la materia Estructuras de Información, en contraste con aquellos que tienen un aprendizaje de manera tradicional, frente a la aprehensión y aplicación de los conocimientos.

1.10.2 Objetivos Específicos

- Establecer las dificultades de aprendizaje que afrontan los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UDENAR, frente a la aprehensión y aplicación de los conocimientos de la temática Teoría de Grafos.
- Determinar las diferencias en el nivel de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos en los grupos experimental y control.
- Establecer, a la luz de la teoría del procesamiento de la información: ACT de Anderson, el nivel de incidencia del MEC específico en el proceso de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos.

1.11 JUSTIFICACION

Para entender la importancia de este estudio es necesario conocer la importancia que radica el aprendizaje de la temática Teoría de Grafos: la importancia teórica y práctica de la temática Teoría de Grafos es debida a la gran cantidad de problemas que existen en el área, todavía en fase de estudio, existiendo un creciente número de publicaciones y artículos especializados y una gran cantidad de grupos de investigación en universidades, dedicados al estudio de los grafos y a la formulación y aplicación de algoritmos. Además, se trata de una temática actual, todavía en formación, siendo relevante desde el punto de vista práctico tanto en computación como en matemática aplicada, existiendo una gran cantidad de problemas prácticos que pueden ser tratados mediante un modelamiento de grafos y luego resueltos con un programa de computador, implementando un algoritmo apropiado.

Partiendo de estos hechos, podemos afirmar que el interés por desarrollar un método que permita mejorar la comprensión de tales conocimientos, a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, ha hecho que se intente abordar el presente estudio, analizando la utilización de nuevas herramientas de aprendizaje, tales como la utilización de MECs, desarrollados dentro de la misma institución o fuera de ella.

Por tanto, este estudio pretende, además de encontrar posibles problemas de base, propios de la fundamentación de conceptos anteriores, intentar descubrir la importancia que se desprende de la utilización de MECs en el proceso de aprendizaje de la temática Teoría de Grafos; esto con el fin de proponerla como una firme alternativa metodológica de enseñanza docente y como una herramienta de aprendizaje para el estudiante, que traiga como consecuencia el incremento del nivel de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas.

El aprendizaje de la temática Teoría de Grafos es global. Sin embargo, por ser un estudio muy particular, del cuál dependerán factores académicos, psicológicos, sociales, culturales y hasta económicos, propios del entorno específico y general, dicho estudio no garantiza dar respuesta al análisis del mismo problema y la utilización del MEC como alternativa de solución en otros entornos.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONTEXTUAL

2.1.1 Descripción del Entorno Específico

- **Identificación y Ubicación Geográfica.** La Universidad de Nariño tiene sus orígenes a partir de la creación del Colegio de los Jesuitas en el año de 1712, cuya construcción se ubicó en la actual sede de la Universidad del centro de la ciudad de Pasto.

Pero no fue sino hasta el año 1904, con la creación del Departamento de Nariño, cuando el Presidente de Colombia Rafael Reyes designó a don Julián Buchelli como gobernador, el cual venía madurando la idea de crear la Universidad de Nariño con las facultades de Derecho y Ciencias Políticas e Ingeniería. Sin embargo, esta no fue una tarea fácil, pues a causa de la carencia de docentes competentes en el medio, se tuvo que traer un selecto cuerpo de docentes, encabezados por el rector, el Pbro. Benjamín Belalcázar.

Actualmente, cien años después, la Universidad de Nariño se caracteriza por ser autónoma, de carácter estatal, con un real compromiso por la pedagogía en pro de la convivencia social y la excelencia académica. Esta tiene su sede principal en el sitio conocido como Torobajo de la ciudad de Pasto, siendo su infraestructura una valiosa carta de presentación. Además, cuenta con más de 35 programas tanto de pre-grado como de post-grado, en las distintas áreas del conocimiento, que van desde las humanas hasta las tecnológicas. Su educación se ha descentralizado a sedes como Ipiales, Túquerres, Tumaco, etc., siendo el Dr. Pedro Vicente Obando Ordóñez quien se encuentra actualmente al comando de este fortín del saber.

2.2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

Este trabajo se apoyará en los siguientes referentes teóricos conceptuales:

2.2.1 La Teoría de Grafos. En numerosos problemas cuantificables, en las organizaciones, intervienen una serie de elementos entre los que se establecen unas relaciones: por ejemplo, los problemas relacionados con posibilidades de

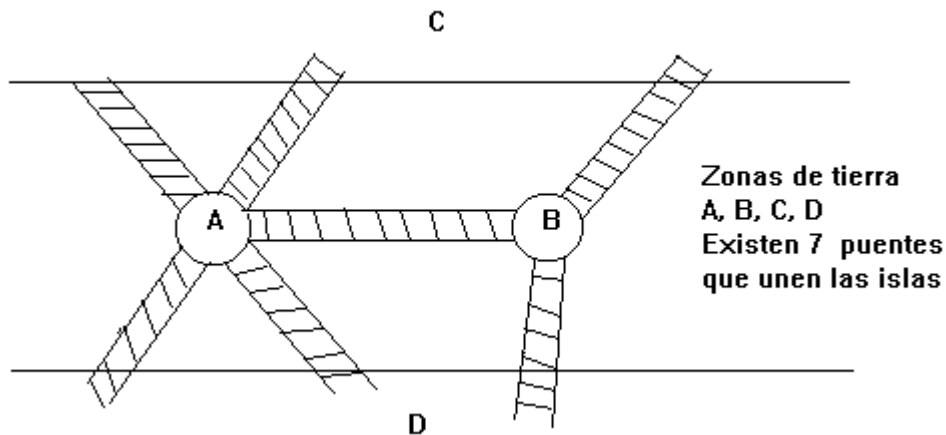
comunicación (redes de comunicaciones y de transporte), relaciones de orden de actividades (planificación de proyectos mediante PERT) o estructuras de producto complejas (gestión de inventarios MRP).

Los grafos son una herramienta que permite modelar relaciones de esta naturaleza, de modo que se puedan resolver problemas asociados a esas circunstancias, frecuentemente de forma menos costosa que utilizando otras técnicas como la programación lineal.

Una buena comprensión de la teoría de grafos pasa por dominar la nomenclatura y conceptos asociados a estas representaciones de relaciones entre elementos, así como sus diversas formas de representación.

En realidad los inicios de la teoría de Grafos lo constituyó un problema algorítmico. Es un problema donde la solución salió a partir de la Construcción de un algoritmo eficiente, se trata del: “Problema de los Puentes de Königsberg”.

Figura 1. Modelo de distribución de puentes de Königsberg.



Como se puede apreciar en la figura anterior, sobre las diferentes zonas estaban construidos *siete puentes* y para los habitantes era motivo de distracción descubrir un itinerario de manera que pudieran regresar al punto de partida, después de haber cruzado por los siete puentes pero pasando sólo una vez por cada uno de ellos.

Leonardo Euler (1707–1783) estudió el asunto, representó las distintas zonas **A**, **B**, **C** y **D** por medio de puntos, mientras que los puentes estaban representados por líneas que unían estos puntos. A la figura la llamó **grafo**, a los puntos los llamó **vértices** y a las líneas las denominó **aristas**.

Estudió si una figura lineal se podía dibujar con un solo trazo, sin levantar el lápiz del papel y sin pasar dos veces por el mismo sitio, llegando a las siguientes conclusiones:

- Es imposible si hay más de dos vértices impares (Impar es un vértice si de él parten un número impar de caminos).
- Es posible cuando:
 - Todos los vértices son pares y el punto de partida puede ser cualquiera.
 - Cuando no hay más de dos vértices impares y en este caso el comienzo del recorrido comienza en uno de ellos y termina en el otro.

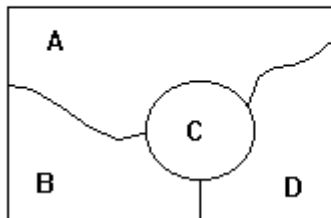
Euler demostró que no existe tal ruta al utilizar un modelo de grafos para una generalización del problema: A la isla **A** llegan 5 puentes; a la **B** llegan 3 puentes; a la orilla **C** llegan 3 puentes y a la orilla **D** llegan 3 puentes, por tanto, según las conclusiones anteriores, el problema no tiene solución.

Este fue considerado como el primer teorema en la teoría de Grafos (por más de 200 años) pero en realidad poco se ha alcanzado posteriormente. A mediados del siglo XIX, tres estudios aislados sobre el tema han presentado interés; estos son:

- Formulación del problema de los 4 colores, Francis Guthrie (1852).
- Formulación del problema del Ciclo Hamiltoniano, Hamilton (1859).
- Desarrollo de la Teoría de árboles, Kirchoff (Circuitos Eléctricos), Cayley (Química Orgánica).

El primero consiste en colorear los países de un mapa arbitrario plano, cada país debe ser pintado con un color. De modo que países fronterizos posean colores diferentes. El problema es obtener tal coloración usando no más de 4 colores.

Figura 2. Modelo de regiones a ser coloreadas.



**3 No son suficientes
se formuló una que 5
si lo son.
4 serían suficientes .
En consulta hasta 1977, Appel e Halan**

En el problema Hamiltoniano, existen n ciudades donde cada par de ciudades puede arbitrariamente ser adyacente o no. Partiendo de una ciudad, el problema consiste en determinar una ruta que pase exactamente una vez en cada ciudad y retorne al punto de partida, de modo tal que cada par de ciudades consecutivas en una ruta sea siempre adyacente. Una relación del tipo "fuerza bruta" consiste en

examinar cada permutación de un conjunto de ciudades y verificar si esta corresponde o no a una ruta con las restricciones establecidas. Esta solución no es válida desde el punto de vista algorítmico pues apenas en el caso en que n es muy pequeño es necesario examinar las n permutaciones. Hasta ahora no ha sido posible encontrar una solución algorítmica satisfactoria o sea no se conocen condiciones necesarias, suficientes y razonables para la existencia de tales rutas.

En el siglo XX aumentó el interés por los Grafos y grandes aportes fueron presentados por Kuratowski, König, y Denger.

Es importante también comentar sobre el Algoritmo, o sea el desarrollo de una técnica para resolver un determinado problema, en general el interés por el Algoritmo es inherente al estudio del problema, pero esto solo fue fundamentado en las primeras décadas del siglo pasado con la formalización de algunas nociones de Computación. Esto significó una nueva área de interés; "Clasificar los problemas dependiendo de la existencia o no de los algoritmos para resolverlos".

La aparición del Computador influyó grandemente en el estudio de algoritmos. Antes la importancia de mejorar el tiempo de un algoritmo era marginal y el aumento de la eficiencia de espacio era aún más irrelevante. El apareamiento de las máquinas tornó posible la implementación y cálculo automáticos de los algoritmos. Además se desarrolló una gran cantidad de aplicaciones de tipo práctico que dependen de los resultados reales obtenidos a través de estos algoritmos. Desde allí se ve la necesidad que los tiempos y el espacio que un algoritmo ocupa en una máquina sean de límites prácticos. Ej. El problema Hamiltoniano para $n=20$ con el método de las permutaciones es impracticable o sea es como si el algoritmo para este problema no existiese.

Un algoritmo puede ser caracterizado por una función lo cual asocia una salida: $s = f(E)$ a cada entrada E

Figura 3. Representación esquemática de un algoritmo.



Se dice entonces que un algoritmo calcula una función f . Entonces la entrada es una variable independiente básica en relación a la que se producen las salidas del algoritmo, y también los análisis de tiempo y espacio.

- **Algoritmos principales de aplicabilidad de la Teoría de Grafos.** Existen desde luego una serie de algoritmos que se han creado, para resolver problemas particulares que pueden ser modelados mediante grafos tales como el Algoritmo de Warshall, que resuelve el problema de saber si un dígrafo está

fuertemente conectado o no; el Algoritmo de Kruskal, que se utiliza para buscar el mínimo árbol expandido de un grafo; el Algoritmo de Floyd fue creado para trabajar en base a una matriz de adyacencia, etc.

- ❖ Algoritmo de Prim. El Algoritmo de Prim resuelve el problema de escoger la mejor alternativa entre las muchas que se puedan presentar y como resultado se obtendrá un conjunto de arcos o aristas de manera que conecten todos los vértices y además que la suma de sus valores (peso o costo) sea mínima, es decir, obtener el mínimo árbol expandido.

Para lograr el objetivo del algoritmo de Prim seguimos el siguiente proceso:

- Escoger un vértice o nodo inicial cualquiera v .
- Del resto de vértices, buscar el que esté más próximo a v (con una arista (w, v) de mínimo costo).
- Añadir w y la arista (w, v) al árbol.
- Buscar el vértice más próximo a cualquiera de estos dos, añadir ese vértice y la arista al árbol de expansión.
- Así sucesivamente hasta haber añadido los n vértices.

El algoritmo maneja los siguientes conjuntos:

- **V**: conjunto de vértices del grafo.
- **U**: conjunto de vértices seleccionados para el árbol en un momento dado.
- **V-U**: conjunto de vértices que quedan por coger.

Para calcular el siguiente vértice a coger se usan dos arrays:

- **MAS_CERCANO**: Para cada vértice de **V-U** indica el vértice de **U** que se encuentra más próximo.
- **MENOR_COSTO**: Indica el costo de la arista más cercana (almacenada en el array anterior).

La estructura del algoritmo de Prim posee lo siguiente:

- Inicialmente $U=\{1\} \rightarrow \text{MAS_CERCANO}[v] = 1$. $\text{MENOR_COSTO}[v] = C[1, v]$ Suponemos que $C[v, w]$ (**Matriz de costes**) contiene el coste de la arista (v, w)
- Buscar el valor v , con valor **MENOR_COSTO** mínimo. Asignarle un valor muy grande (para no volver a cogerlo).
- Recalcular los valores **MAS_CERCANO** y **MENOR_COSTO** de los demás nodos. Para cada w , comprobar si $C[v, w]$ es menor que **MENOR_COSTO**[w].

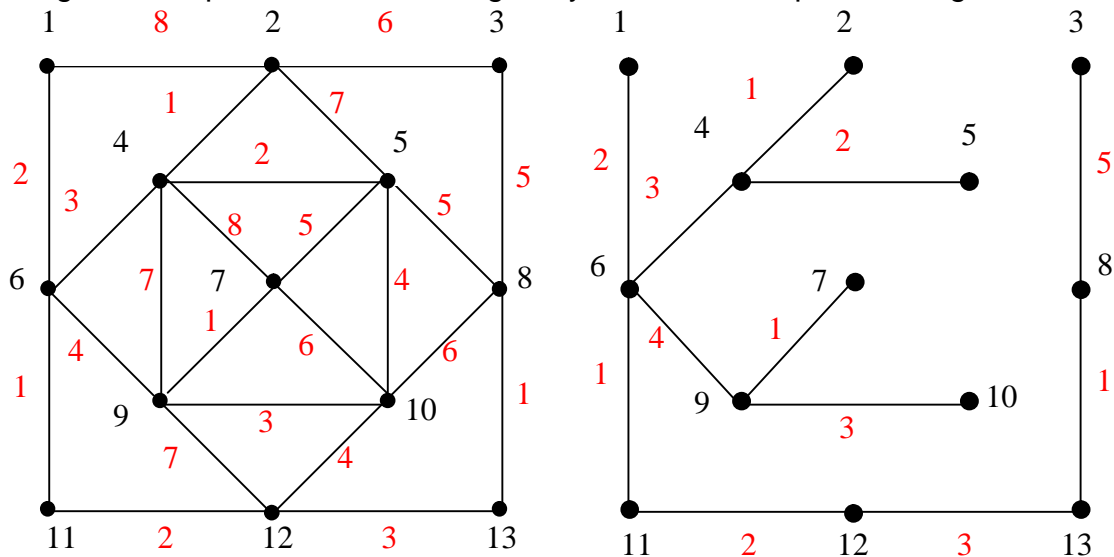
- Repetir los dos puntos anteriores hasta que se hayan añadido los n vértices.

Resultados del algoritmo:

- **Árbol de expansión:** las aristas serán los pares $(i, \text{MAS_CERCANO}[i])$, para $i= 2, \dots, n$.
- **Costo del árbol de expansión:** Suma de los **MENOR_COSTO**[i], para $i= 2, \dots, n$ (antes de asignarles un valor grande).

Un breve ejemplo: Tenemos un grafo compuesto por 13 vértices y 24 aristas (el valor de las aristas se puede interpretar como el costo para llegar de un vértice a otro o la distancia existente entre ellos), el cual puede representar una red de computadores, un circuito electrónico, un sistema de carreteras, etc:

Figura 4. Representación de un grafo y su árbol de expansión según Prim.



En el ejemplo anterior la mínima sumatoria de los pesos (Costo del árbol de expansión) es 28 y el orden del recorrido para llegar a este resultado partiendo del vértice 12 es el siguiente: 12, 11, 6, 1, 4, 2, 5, 13, 8, 9, 7, 10, 3. Si el sistema inicial es un grafo que representa un sistema vial, podemos decir que 28 es el mínimo kilometraje que se puede obtener para unir todas las ciudades (vértices).

- ❖ Algoritmo de Dijkstra. El procedimiento de Dijkstra es parecido al Algoritmo de Prim. La diferencia consiste en que se escoge el vértice donde la suma de todos los arcos para llegar del vértice origen hasta dicho vértice, sea la mínima. El objetivo del Algoritmo de Dijkstra, es construir el árbol de caminos y calcular

la distancia mínima entre un vértice seleccionado y los vértices restantes de un grafo ponderado.

El algoritmo de Dijkstra trabaja con dos conjuntos:

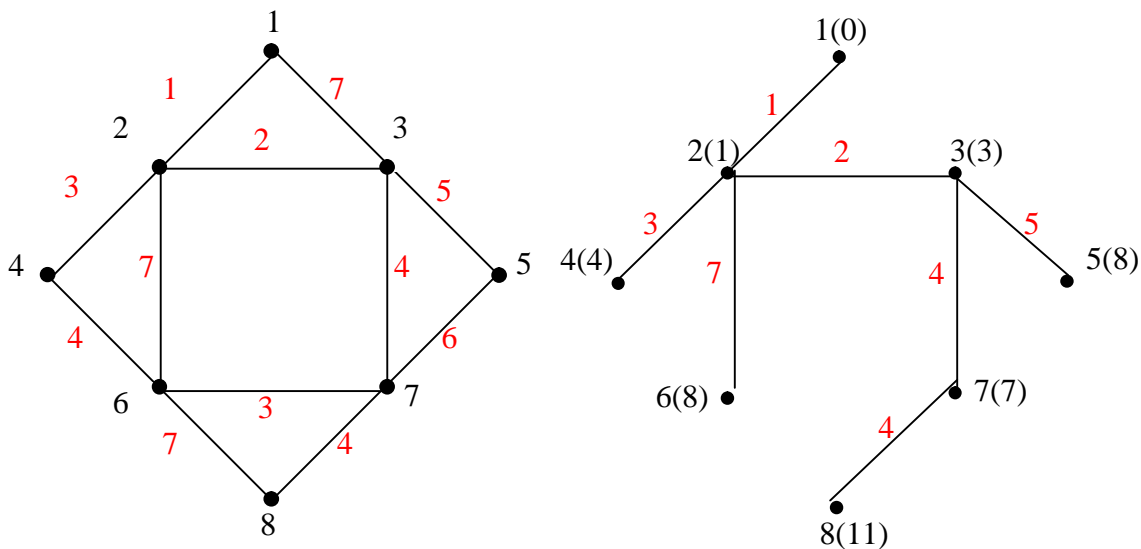
- **S: conjunto de nodos escogidos**, para los cuales se conoce el camino de distancia mínima al origen.
- **C: conjunto de nodos candidatos**, pendientes de calcular el camino mínimo.

Conocemos los caminos mínimos al origen pasando por nodos de **S**:

- En cada paso coger del conjunto de candidatos el nodo con distancia mínima al origen. Recalcular los caminos de los demás candidatos pasando por el nodo escogido.
- Un **camino especial** del origen a otro nodo cualquiera es un camino que sólo pasa por nodos ya escogidos.
- Supongamos que el nodo origen es el 1.
- En un array **D[2,..., N]** se guarda la longitud del camino especial más corto a cada vértice. Cuando todos los nodos estén en **S**, todos los caminos son especiales y **D** contiene las distancias mínimas al origen.
- En otro array **P[2,..., N]** se almacena el camino por el que pasa cada nodo **v**. El camino de 1 a **v** pasa por **P[v]**.
- Inicialmente **D** contendrá los caminos directos de 1 a los restantes nodos, es decir **C[1, x]**. Si no existe la arista **(1, x)** el costo será ∞ . **P** contendrá el valor 1 (el camino es directo). **S** contendrá sólo el nodo 1.
- Buscar el nodo **v** de **C = V-S** con mínimo valor de **D**. Añadir **v** a **S**. Para el resto de nodos comprobar si el camino al origen es más corto pasando por el nodo **v**.

Un breve ejemplo:

Figura 5. Representación de un grafo y su árbol de expansión según Dijkstra.



Se puede asegurar que la distancia mínima entre el vértice 1 y todos los demás corresponde a la cifra mostrada entre paréntesis en cada uno de los restantes vértices.

2.2.2 Los MECs y su valoración para la educación. Es bueno aclarar que no todos los programas de computador que son útiles en la educación entran en la categoría de MECs. Los MECs son aplicaciones software que apoyan directamente el proceso enseñanza-aprendizaje. En esta categoría caen tanto los que apoyan la administración de procesos educativos o de investigación (p.ej., un manejador de bancos de preguntas) como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje (por ejemplo, un sistema para enseñar alguna clase de contenido o para descubrirlo a partir de experiencias sobre un micromundo).

La observación de sus calidades educativas en un material educativo computarizado, es algo que puede definirse desde varios puntos de vista y con diferentes niveles de detalle. Un enfoque sistemático ayuda mucho a observar y comprender la naturaleza y componentes de un MEC, como base para establecer sus cualidades y limitaciones. Dentro de esta perspectiva, para cada uno de los componentes o grupos de aspectos que se quieran observar en un MEC, cabe detallar las variables constitutivas del ambiente educativo informático que ofrece el material.

Es necesario dilucidar en primer lugar el entorno del material, para continuar luego con el componente educativo propiamente dicho, seguir con el sistema de intercomunicación entre usuario y programa, y cerrar deteniéndose en el

componente computacional. Teniendo claro cada uno de estos grupos de variables se podrá valorar fundamentadamente las bondades y limitaciones del MEC, frente a las necesidades que le hubiera gustado satisfacer con éste.

Al analizar un MEC es primordial conocer lo que se puede esperar de él, teniendo en cuenta el tipo de necesidad educativa que trata de ayudar a subsanar, la población a la que se dirige, así como los recursos y limitaciones que son aplicables a su uso. De otra forma, puede uno estar viendo con ojos equivocados algo que puede o no tener un valor de por sí o frente a lo que uno necesita.

El MEC, además de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje es posible que cumpla con otras funciones de índole administrativa u operativa, para cada uno de los tipos de usuario a quienes se destina (por ejemplo, docente y estudiante). Estas funciones, más el rol particular que deba cumplir educativamente el MEC, se deben reflejar en la estructura lógica del programa. Para que ésta sea operativa, es necesario disponer de archivos en los que se almacenen y de los que se recupere la información que no va dentro del código del programa. Todo lo anterior está implementado en un ambiente computacional específico. Estas variables son las que hay que tener en cuenta a la hora de implementar un buen diseño del MEC desde la perspectiva computacional.

2.2.3 Teorías Computacionales del Procesamiento de Información y su aplicabilidad a la educación. Dentro de las denominadas teorías computacionales, unas se desarrollan dentro del marco de la inteligencia artificial, sin buscar compatibilidad con datos psicológicos; y otras tantas teorías respetando los límites de la metáfora computacional, intentan ser psicológicamente relevantes, adecuándose a los datos que se conocen sobre el procesamiento humano de información.

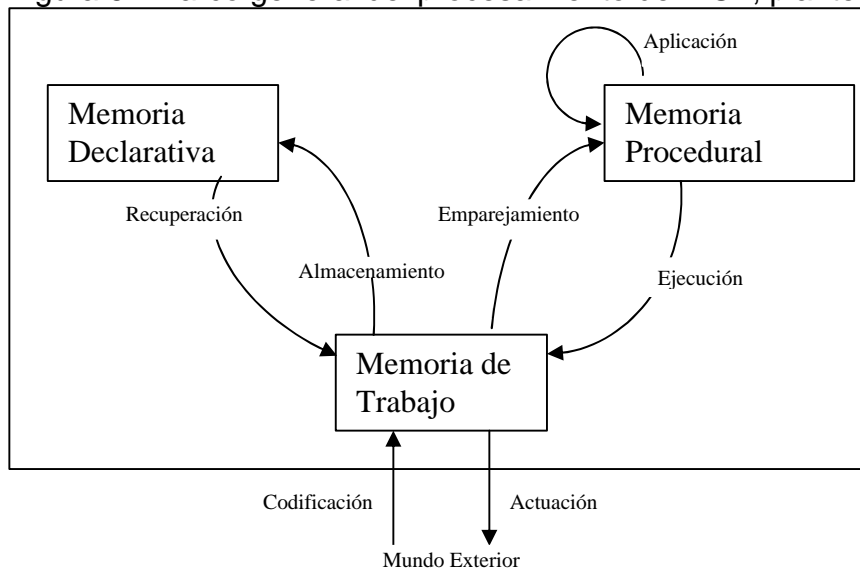
Cabe decir que dentro de estas últimas teorías, se encuentran aquellas que se aplican a la adquisición de significados por un sistema de procesamiento, como son las teorías ACT (Adaptative Control of Thought: Control Adaptativo del Pensamiento) de John R. Anderson (1983) y la teoría de los Esquemas de Rumelhart D. y Norman D. (1978).

- **La Teoría del Control Adaptativo del Pensamiento (ACT) de Anderson.** El ACT es una teoría unitaria del procesamiento de la información. La idea básica que subyace a la teoría es que:
Todos los procesos cognitivos superiores, como memoria, lenguaje, solución de problemas, imágenes, deducción e inducción son manifestaciones diferentes de un mismo sistema subyacente. Por tanto, los mecanismos de aprendizaje están estrechamente

relacionados con el resto de los procesos, especialmente con la forma en que se presenta la información en el sistema¹.

El ACT planteado por Anderson es un sistema de procesamiento compuesto por tres memorias relacionadas, que interactúan entre sí: una memoria declarativa, que contiene conocimientos descriptivos sobre el mundo; una memoria de producciones o procedural, que contiene información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema y una memoria de trabajo. Las memorias declarativa y procedural almacenan dos tipos distintos de conocimiento que se corresponden con la distinción filosófica entre el *saber qué* declarativo y el *saber cómo* procedural.

Figura 6. Marco general del procesamiento del ACT, planteado por Anderson.



Fuente: POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2002. p. 120.

La memoria declarativa está organizada en forma de red jerárquica, compuesta por "unidades cognitivas" o nodos y eslabones entre esos nodos. El conocimiento declarativo es estable y normalmente inactivo. Sólo los nodos que se hallan activados en la memoria de trabajo tendrán influencia sobre el conocimiento procedural.

El concepto de activación es central en el ACT. La activación puede proceder bien de los estímulos externos o bien del propio sistema, como consecuencia de la ejecución de una acción. El proceso de activación es continuo. La memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, lo que limita también el

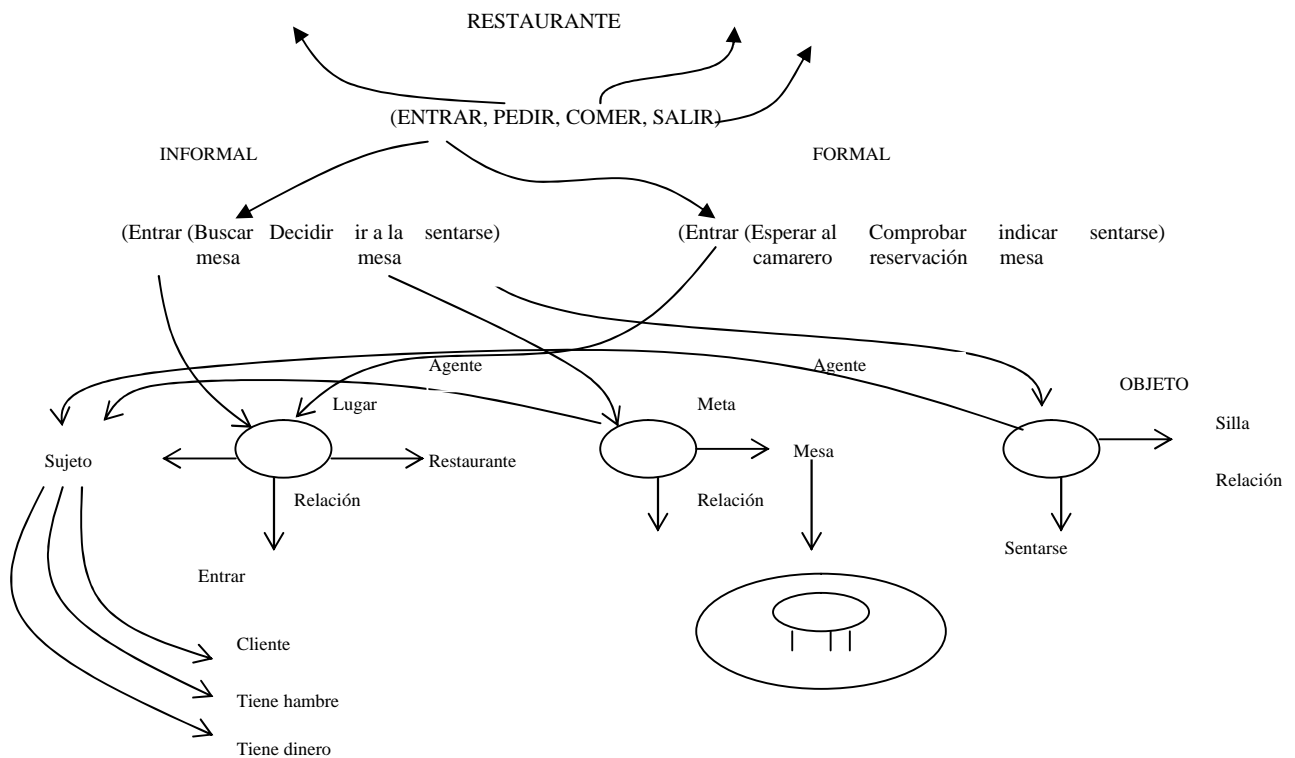
¹ POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2002. p. 119.

número de nodos que pueden estar activos simultáneamente, accediendo aquellos que tengan mayor fuerza de activación. Por lo tanto, según el planteamiento de Anderson, la activación cumple en el ACT la función de un heurístico asociativo relevante. O sea, la activación mide lo estrechamente asociada que una pieza de información está con respecto a la información actualmente usada.

Los nodos están conectados entre sí mediante eslabones, por lo tanto la activación de uno de ellos se propagará a través de la red jerárquica. Dentro de estas "unidades cognitivas" se distinguen tres tipos, cadenas temporales, imágenes espaciales y proposiciones. La memoria declarativa se asemeja a los modelos de memoria semántica.

En la figura 7 se plantea el ejemplo de una red del conocimiento necesario para entrar a un restaurante realizado por Anderson². En este ejemplo se puede determinar como una conducta tan simple, requiere de una red declarativa compuesta por diversas unidades cognitivas jerárquicamente ordenadas.

Figura 7. Ejemplo de una red del conocimiento necesario para entrar a un restaurante según Anderson.



² Ibid. p. 121.

La memoria procedural se basa en los sistemas de producción. La idea básica de estos sistemas es que el conocimiento se almacena en forma de producciones o pares condición-acción. Las producciones adoptan la forma de un condicional "sí... entonces...". Por ejemplo, se plantea una situación en donde en la memoria de trabajo se tiene determinado el concepto de león, lo cual es una manifestación de la memoria declarativa que está activa en la memoria de trabajo:

Condición: Si aparece un león
Acción: Salir corriendo

Las producciones no suelen almacenarse aisladamente. Para que el conocimiento que contiene sea eficaz, deben encadenarse unas a otras, de tal forma que la acción de una producción satisfaga la condición de la siguiente.

- ❖ Mecanismos de Aprendizaje en el ACT. El ACT propone una teoría del aprendizaje basada en tres estadios sucesivos, donde toda destreza o concepto adquirido pasaría por las tres fases o estadios: interpretación declarativa, compilación y ajuste.

Anderson propone que todo aprendizaje comienza con una fase *declarativa* o *interpretativa*. La información que recibe el sistema es codificada en la memoria *declarativa* dentro de una red de nodos. Cuando el sistema recibe las instrucciones para la solución de un problema o, en el caso de la formación de conceptos, información sobre la categorización de un objeto, se forma una copia en la memoria *declarativa* de esa información: "si se crea en la memoria de trabajo una unidad cognitiva temporal, hay una probabilidad p de que se cree una copia de la misma en la memoria declarativa a largo plazo".³ Esta representación declarativa que nace con una fuerza igual a uno aumentará su probabilidad de ser activada a medida que vaya siendo usada.

La automatización del conocimiento aumentará la eficacia del sistema, ya que el conocimiento declarativo es computacionalmente costoso debido a las limitaciones de la memoria de trabajo, permitiendo el trabajo en paralelo sin sobrecargar la memoria de trabajo. Esa automatización se logra en el segundo estadio del aprendizaje, mediante la *compilación* o transformación del conocimiento declarativo en procedural. La *compilación* implica dos subprocesos: La proceduralización y la composición.

Durante la proceduralización, que hace que se elaboren versiones procedurales del conocimiento declarativo, la información contenida en los nodos activados en la memoria de trabajo se traduce a producciones,

³ Ibid. p. 126.

provocando cambios cualitativos en el conocimiento, que se aplica de modo automático, con rapidez y sin demanda de memoria.⁴ Por lo tanto, el sujeto ya no necesita repasar verbalmente el conocimiento declarativo, su destreza se ha automatizado. Sin embargo, cuando un conocimiento declarativo se transforma en producciones, no necesariamente se pierden los nodos declarativos originales.

Complementando este proceso, durante el mecanismo de composición, la secuencia de producciones se funde, o sea, tiende a compilarse en una sola producción. Pero es condición, para la composición, que exista una “contigüidad lógica” entre las producciones, regida por criterios de semejanza entre sus metas.

Una vez formadas las producciones, éstas serán sometidas, como consecuencia de la práctica, a procesos de *ajuste*, que constituyen el tercer estadio. El *ajuste* se logra mediante tres mecanismos automáticos: generalización, discriminación y fortalecimiento.

La generalización de una producción consiste en incrementar su rango de aplicación, mediante la sustitución de valores constantes en las condiciones de la producción por variables. El ACT solo requiere de dos ejemplos para generalizar y se basa en la semejanza de sus condiciones o las acciones. Las generalizaciones no pueden ser arbitrarias. Anderson sugiere que están basados en solapamiento entre dos condiciones (condiciones comunes se pueden generalizar)⁵.

La discriminación es un segundo mecanismo de *ajuste* de las producciones, por el cual se restringe el ámbito de aplicación de las mismas. El sistema busca las variables de la producción y elige, en forma aleatoria, una de ellas como base para la discriminación, y para lograrlo se debe disponer de casos de aplicación correcta o incorrecta de una producción. Además, se pueden distinguir dos tipos de discriminación: de acción y de condición. La primera se presenta cuando se produce la aparición de una nueva acción, en tanto la segunda se presenta cuando restringe las condiciones bajo las que se ejecuta una acción. Esta se puede producir sustituyendo una variable por una constante o añadiendo nuevas cláusulas a la condición.

Ni la generalización ni la discriminación eliminan las producciones originales, únicamente generan nuevas producciones que compiten con aquellas.

Los procesos de *ajuste* se completan con un mecanismo de fortalecimiento de las producciones más fuertes emparejando sus condiciones más rápidamente

⁴ Ibid. p. 127.

⁵ Ibid. p. 127-128

con la información contenida en la memoria de trabajo y teniendo más probabilidad de ser usadas. Es decir, cuando el conocimiento declarativo activo en la memoria de trabajo satisfaga o “se empareje” con la condición de una producción, podrán activarse aquellas producciones cuyas condiciones estén parcialmente satisfechas. Tanto en el emparejamiento total como parcial, las producciones existentes en la memoria procedural, al igual que sucede con los nodos declarativos coinciden entre si por ser activadas. Cuanto más frecuentemente se active una producción, mayor será su fuerza asociada. Entre más fuerte mayor se tiene mayor probabilidad de activación. Las producciones se fortalecen por la posibilidad de uso. La fuerza de una producción determina la cantidad de activación en relación con otras producciones. Cuando una producción se crea nace con una probabilidad igual a uno y si se aplica con éxito se aumenta en uno y si se aplica incorrectamente, disminuye un 25% su fuerza. Al igual que los nodos declarativos, la activación se propaga de una producción a otras similares y la fuerza de activación ganada por una producción se propaga a todas sus generalizaciones.

- ❖ Aplicación del ACT a la formación de Conceptos. Esta teoría está orientada fundamentalmente a la adquisición de destrezas, para lo cual se debe determinar claramente el estadio donde se encuentra. Por práctica continuada el conocimiento declarativo se va proceduralizando, las acciones se van haciendo automáticas. Además se van fundiendo en una misma secuencia.

En el estadio de compilación las acciones dejan de ser deliberadas y pasan a constituir una sola acción y no impide realizar otras. Al estar compilada la secuencia de producciones, no gasta recursos de la memoria de trabajo.

Con el ajuste la secuencia se va a realizar con más precisión. El aprendizaje por ajuste no termina nunca.

El aprendizaje procedural de ACT no solo es aplicable a la adquisición de destrezas motoras relativamente simples si no también las habilidades como la toma de decisiones, solución de problemas matemáticos o la generación del lenguaje. La solución de problemas matemáticos, un juego de ajedrez, un diagnóstico de un médico entre otros exigen la aplicación de una serie de producciones debidamente compiladas o automatizadas.

Al aplicarse a la adquisición de destreza complejas, el ACT puede también considerarse una teoría de aprendizaje de conceptos. Ninguna destreza compleja puede efectuarse sin la intervención de un concepto.

Anderson, Kline y Beasley (1979) describen así el proceso de categorización realizado por el ACT:

Para cada instancia presentada, el ACT designa una producción que reconoce y/o categoriza esa instancia. Las generalizaciones se producirán mediante la comparación de pares de esas producciones. Si se proporciona información sobre la corrección de esas generalizaciones, puede realizarse el proceso de discriminación. Nuestra definición operativa de un concepto sea la de esa serie de designaciones, generalizaciones y discriminaciones⁶.

Los procesos que darían cuenta de la formación de conceptos serían, sobre todo, la *generalización* y la *discriminación* ya que la *compilación* y el *fortalecimiento* mejoran la eficacia de una producción pero no dan lugar al cambio en las producciones. Por ello la teoría de ACT es estrictamente inductiva. Y sus mecanismos inductivos son tan solo sintácticos, ya que según Anderson (1987):

Solo atienden a la forma de la regla y a la forma de los contextos en que esta tiene éxito o fracasa. No hay ningún intento de utilizar el conocimiento semántico sobre el contexto para influir en las reglas que se forman. Una consecuencia de este rasgo es que la *generalización* y la *discriminación* se consideran proceso automáticos no sujetos a las influencias estratégicas ni a control consciente⁷.

Dicho de otra forma: *los conceptos son conocimientos compilados y se adquieren por generalización o discriminación a partir de las primeras producciones formadas*. El cuadro 1 muestra un esquema de la teoría del aprendizaje de Anderson.

⁶ Ibid. p. 130.

⁷ Ibid. p. 126.

Cuadro 1. Esquema de la teoría del aprendizaje de Anderson.

Fases del Aprendizaje	Procesos	Resultados	Mecanismo	Condiciones
DECLARACION	Interpretación por procedimientos de solución de problemas o analogías	Formación de redes de nodos declarativos	Copia de unidades cognitivas temporales en la memoria declarativa	No se especifican
COMPILACION	Proceduralización	Formación de producciones	Transformación de los nodos declarativos en producciones	Práctica con el conocimiento declarativo
	Composición	Fusión de varias producciones en una sola producción	Encadenamiento de producciones por asociación	Contigüidad (temporal o lógica) y repetición
AJUSTE	Generalización	Aumento del campo de activación de una producción	Sustitución de constante por variables en la condición	Restricciones en tiempo de búsqueda, novedad de producción y porcentaje de cambio
	Discriminación	Restricción del campo de activación de una producción	Búsqueda aleatoria y modificaciones en la condición o en la acción	Disponer de casos de aplicación correcta e incorrecta de la producción
	Fortalecimiento	Mayor rapidez y eficacia de emparejamiento	Adecuación de la fuerza de activación al éxito de la producción	Práctica y éxito

- ❖ Aplicación de la teoría ACT a la investigación. Con las dos metodologías de estudio para el aprendizaje de la Teoría de Grafos se presentan características que, de acuerdo a la teoría ACT de Anderson, permiten crear, para cada uno de sus conceptos, redes de nodos declarativos que los identifican, los cuales son activados por los estudiantes a medida que el curso avanza, logrando así la automatización de conceptos que no requieren de la memoria. Para tal efecto, el docente hace uso de procesos de repetición y ejercitación de problemas que hacen uso de los conceptos aprendidos (nodos), utilizando el tablero o el computador con el MEC. Los elementos que conforman estas redes concuerdan necesariamente con la forma como el docente propone los conocimientos y la forma como el estudiante interactúa con ellos, los cuales por sus características cuantitativas y cualitativas las vuelven diferentes. Las características de cada una de ellas son las que permiten definir las destrezas en cada uno de los estudiantes, es así como, se pueden tener destrezas en el manejo de un material educativo computacional o en la solución de problemas matemáticos.

Esta investigación sienta las bases del aprendizaje de las redes de nodos para los conceptos básicos, la solución a determinados problemas y su aplicabilidad mediante diferentes algoritmos pre-establecidos, que consolidan la adquisición de conocimientos en los diferentes estadios del aprendizaje, establecidos por la teoría del ACT de Anderson. De esta forma se determina las características de los conocimientos asimilados por el estudiante.

- **La Teoría de los Esquemas de Rumelhart D. y Norman D.** Los principios están tomados del libro Teorías Cognitivas del Aprendizaje de Juan Ignacio Pozo, profesor investigador de Universidad Autónoma de Madrid⁸.

La teoría de los esquemas de Rumelhart D. y Norman D. puede considerarse como una teoría de la representación y utilización de los conceptos almacenados en la memoria. Es una teoría general del procesamiento. La unidad básica de procesamiento serían los esquemas, consistentes en "paquetes de información" sobre conceptos genéricos. Para Rumelhart (1984) un **esquema** es una estructura de datos para representar conceptos genéricos almacenados en la memoria.

Según los teóricos de los esquemas (Rumelhart 1984), todo procesamiento de información depende de la activación de esquemas. De esta forma, las teorías del aprendizaje elaboradas en el marco de los esquemas deben analizarse en relación con la teoría representacional en que se basan (Norman 1978). La teoría de los esquemas es más una teoría de la representación que una teoría del aprendizaje. Como es característico en el procesamiento de la información, el aprendizaje depende de la memoria, pero lo inverso no sucede.

En su calidad de concepto representacional, los conceptos han tenido una notable aceptación. Hay diverso tipos de esquemas, que varían en la misma medida que los dominios a que se aplican. Cada tipo de esquema tiene rasgos representacionales propios. Pero todas comparten ciertos supuestos comunes con respecto a la forma como representan la información en la memoria.

Según Rumelhart, los esquemas no son atómicos, teniendo además como parte de su especificación, la red de interrelaciones que se cree normalmente que existe entre los constituyentes del concepto en cuestión. En este sentido, un esquema es un concepto de un objeto, persona ó situación, cuyos rasgos constituyentes se corresponden con los atributos del concepto. Más específicamente, según Rumelhart, una teoría del esquema implica una teoría prototípica del significado.

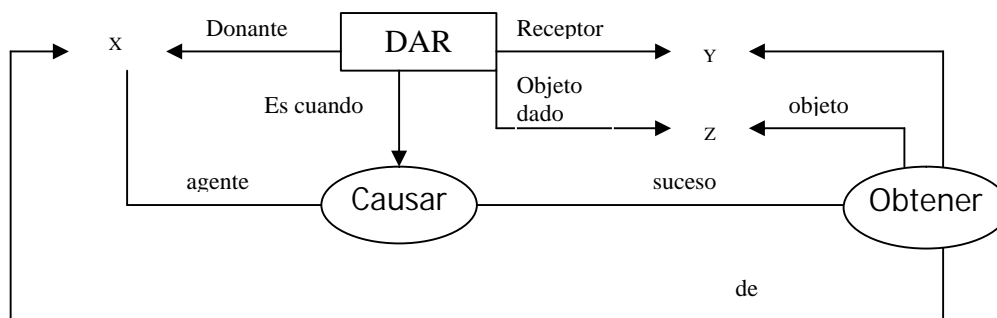
⁸ Ibid. p. 136-148.

Una de las características de los esquemas es su posición con respecto a la distinción entre conocimiento declarativo y procedural tratados en la teoría del ACT de Anderson. El conocimiento procedural parece asemejarse más al funcionamiento cognitivo humano pero estas resultan difícilmente modificables. Es precisamente la necesidad de considerar los procesos de aprendizaje de los esquemas la que obliga a dotarles también de un carácter declarativo. Pero si ambos tipos de conocimiento difieren en ciertos aspectos relevantes, no por ello es necesario postular un tipo de representación distinto para cada tipo de conocimiento. El “saber que” y el “saber como” son usos distintos de una misma representación de conocimiento en forma de esquemas, constituidos en redes proposicionales.

Por lo tanto, los esquemas tienen una naturaleza flexible que les permite ser utilizados tanto de modo declarativo como procedural, gracias a que, según Rumelhart, los esquemas son “paquetes de conocimiento en los que, además del propio conocimiento hay información sobre cómo debe usarse ese conocimiento”.

Todo conocimiento puede recogerse en forma de redes proposicionales. La figura 8 presenta una red la cual hace referencia al esquema DAR según Rumelhart y Ortony.

Figura 8. Representación en forma de diagrama del esquema DAR.



Fuente: POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2002. p. 138.

Dentro de un esquema como lo plantea la red se pueden mirar cuatro características:

- Los esquemas tienen variables.
- Los esquemas pueden encajarse unos en otros.
- Los esquemas representan conceptos genéricos que varían en sus niveles de abstracción.
- Los esquemas representan conocimientos más que definiciones.

Los componentes variables hacen que el esquema tenga restricciones con respecto a sus posibles valores. Estas restricciones no solo limitan el significado de los esquemas, al restringir el campo de valores, sino que además pueden actuar como “valores por defecto”.

Cuando los valores están ausentes estos se los puede entrar a definir por procesos inferenciales, los cuales dependen de los conocimientos almacenados en el sistema, es decir, de la relación de ese esquema con el resto de los esquemas.

Un esquema es una organización jerárquica del conocimiento donde las unidades más globales pueden subdividirse a su vez en otras más simples que sería, según su terminología semántica; sus referentes. Los sub-esquemas serían equivalentes a los rasgos o atributos de un concepto. Sin embargo, este proceso de subdivisión, no puede ser recurrente. Es necesario encontrar finalmente un elemento atómico ó unidad de significado indivisible (esquema primitivo).

El carácter jerárquico de la organización de los esquemas conlleva necesariamente la existencia de conceptos genéricos de diverso nivel de abstracción. El encaje de unos esquemas en otros hace que todo esquema sea a su vez un sub-esquema de otro concepto más general, pudiendo provenir la activación de otros esquemas superiores que determinan el sentido del esquema.

En el primer caso se habla de activación “de abajo a arriba” ó “determinado por los datos” y en el segundo de activación “de arriba hacia abajo” ó “determinado por los conceptos”. Así de acuerdo al esquema ejemplo, el esquema “causar” puede ser activado tanto por la presencia de algunos de sus sub-esquemas componentes antes mencionados, como por la activación del esquema “Dar”.

Un esquema no contiene solo conocimiento verbal estable, sino también procedimientos efectivos para su aplicación a contextos concretos identificados en una entrada específica.

Aprendizaje por modificación y generación de esquemas. Según Juan Ignacio Pozo:

La teoría del aprendizaje de esquemas no tiene en su origen una fundamentación empírica sino lógica. Esta intenta superar algunos de los límites del cambio de producciones en el ACT, donde Anderson se limita a proponer aquellos mecanismos que son computacionalmente posibles en el ACT, mientras que Rumelhart y Norman formulan los mecanismos que un sistema cognitivo debería tener para adquirir esquemas semánticamente complejos, pero sin

que esos mecanismos estén, por fuerza, actualizados en un programa de computador⁹.

Rumelhart y Norman, plantean que desde el punto de vista lógico pueden distinguirse tres tipos de aprendizaje: El crecimiento, la reestructuración y el ajuste, como lo plantea el cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de aprendizaje según la teoría de los esquemas.

Tipos de aprendizaje	Resultados que produce	Mecanismos en que se basa
CRECIMIENTO	Acumulación de información en los esquemas ya existentes (Bases de Datos)	Copia parcial que rellena los valores de las variables y define constantes
AJUSTE	Modificación ó evolución de los esquemas (Variación en el campo de activación)	Modificación de valores por defecto Generalización Especialización
REESTRUCTURACIÓN	Formación de nuevos esquemas a partir de los ya existentes	Generación Pautada (Por analogía) Inducción (Por contigüidad)

Fuente: POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2002. p. 141.

Mediante el *crecimiento*, y de acuerdo a leyes asociativas que lo rigen, se acumula nueva información en los esquemas ya existentes. Según Rumelhart: siempre que se encuentra nueva información, se supone que se guarda en la memoria alguna huella del proceso de comprensión. Esta huella de memoria es la base del recuerdo. Generalmente, se supone que ésas son copias parciales del esquema original actualizado.

El *crecimiento* es el mecanismo básico por el que el sistema adquiere las bases de datos con las que rellena las variables de los esquemas. El crecimiento no modifica la estructura interna de los esquemas ni genera por sí mismo esquemas nuevos. Para que se formen conceptos nuevos es necesario que suceda la acción de los otros dos mecanismos: el *ajuste* y la *reestructuración*.

⁹ Ibid. p. 140.

La modificación o evolución de los esquemas disponibles tiene lugar mediante un proceso de *ajuste*, que puede producirse de tres formas:

- mediante modificación de los valores por defecto de un esquema en función de la experiencia en la aplicación del mismo.
- por generalización del concepto.
- por especialización del concepto.

Este *ajuste* es producto de la práctica y tiene como consecuencia la modificación del campo de acción de un esquema.

La generación o creación de nuevos esquemas tiene lugar mediante el proceso de *reestructuración* que consiste en la "formación de nuevas estructuras conceptuales o nuevas formas de concebir las cosas". Mediante una reestructuración surgen estructuras conceptuales o interpretativas que anteriormente no estaban presentes en el sistema. El nuevo esquema puede surgir de dos formas. Mediante una generación pautada el nuevo esquema consiste en una copia, que se forma por un proceso analógico, con modificaciones de un esquema anterior. El segundo mecanismo de reestructuración, la inducción de esquemas, se produciría cuando se detectase que cierta configuración de esquemas ocurre sistemáticamente según ciertas pautas espacio-temporales. Se trataría de un modo de aprendizaje por contigüidad.

Cuadro 3. Características de los tres tipos de aprendizaje según Norman.

	CRECIMIENTO	REESTRUCTURACIÓN	AJUSTE
Características Generales	Añadir conocimientos a los ya acumulados. Aprendizaje verbal tradicional	Comprensión súbita. Sentimiento de comprender materiales que antes estaban desorganizados	Hacer más eficientes los esquemas existentes. Ni conocimiento ni estructuras nuevas, solo refinamiento de las destrezas disponibles.
Atributos de las estructuras de conocimientos del estudiante	Acumulación de conocimientos a las estructuras existentes	Se forman nuevas estructuras de esquemas	Los parámetros de los esquemas se ajustan para la máxima eficiencia. Los casos especiales se codifican directamente.
Estrategia de Aprendizaje	Estudio, probablemente usando sistemas nemotécnicos y un procesamiento profundo	Pensamiento. Enseñanza mediante ejemplos analogías, metáforas.	Práctica
Evaluación	Test de hechos. Respuestas cortas. Elección múltiple. Test de reconocimiento y de recuerdo básico.	Test de conceptos. Preguntas que exigen inferencia o solución de problema	Rapidez, fluidez actuación bajo estrés o presión.
Interferencia con otros temas relacionados.	Alta	Media	Baja
Transferencia a otros temas relacionados	Baja	Alta	De conocimientos generales: alta. De conocimiento específicos: muy baja

Fuente: POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2002. p. 143.

De acuerdo a Rumelhart y Norman el *crecimiento*, la *reestructuración* y el *ajuste* coexisten e interactúan durante todo el ciclo de aprendizaje de un sistema jerarquizado de conceptos, pero su importancia relativa varía según una pauta temporal característica. Al comienzo del aprendizaje en un área conceptual predominaría el crecimiento. La acumulación de conocimiento acabaría produciendo una reestructuración de los esquemas. Una tercera fase se caracterizaría de nuevo por un crecimiento de los esquemas generados, que finalmente desembocaría en un ajuste progresivo de los mismos.

3. ASPECTOS METODOLOGICOS

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACION

El presente trabajo se basa en un enfoque Empírico Analítico con perfil interpretativista, porque hace una lectura de la información con un tratamiento cuantitativo, abstraído en indicadores estadísticos, y cualitativo, abstraído en categorías.

3.2 TIPO DE INVESTIGACION

El presente trabajo se basa en los paradigmas cuantitativo y cualitativo. Además, es Explicativa, porque desde la medida de los resultados de la experimentación pretende determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos, analizando las relaciones causales existentes o, al menos, las condiciones en que ellos se producen.

3.3 UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de análisis o población para el presente trabajo está representada por la población de estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño que cursan la materia Estructuras de Información, con código interno 1488, correspondiente al V semestre.

3.4 UNIDAD DE TRABAJO

Cabe anotar que a partir del V semestre los estudiantes de sedes donde existe el programa de Ingeniería de Sistemas como Ipiales, Túquerres y Tumaco, se integran a los estudiantes de la sede principal en la ciudad de Pasto. Tratándose que la materia Estructuras de Información pertenece al V semestre, la cantidad de estudiantes se hace relativamente grande (entre 40 y 50 estudiantes aprox.), lo cual implica, según las normas internas de la institución, que este grupo se deba dividir en dos, aspecto que facilita la experiencia en un entorno natural. De esta forma, un grupo de estudiantes recibirá clases a la manera tradicional y el otro apoyado en el uso del Material Educativo Computarizado específico, de tal manera

que no represente ningún traumatismo para el desarrollo normal de las actividades académicas de la materia.

Dadas las condiciones específicas de la investigación y que el MEC no se aplica durante el transcurso de toda la materia, sino durante la última etapa del semestre, donde se dicta la temática Teoría de Grafos, se hizo conveniente seleccionar de cada uno de los grupos, un sub-grupo de 15 estudiantes, los cuales se seleccionaron al azar, pero teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Hacen parte de la selección aquellos estudiantes que tuvieron un alto nivel de asistencia antes (o sea, durante el transcurso de las temáticas anteriores a la de Teoría de Grafos) y durante el desarrollo de la experiencia.
- A parte de lo anterior, es necesario que los estudiantes que participan de la selección también hayan cumplido con el desarrollo de todas las pruebas evaluativas de esta experiencia.

Para más detalles del contenido del programa de la materia Estructuras de Información, remitirse al Anexo C.

3.5 TECNICAS PARA RECOGER LA INFORMACION

El presente estudio estará apoyado por las siguientes técnicas de recolección de información:

- Observación directa.
- Cuestionario con preguntas cerradas de evaluación de conceptos.
- Cuestionarios evaluativos de desarrollo de problemas y aplicación de algoritmos.
- Encuesta con pregunta abierta.

3.6 TECNICAS PARA ANALIZAR E INTERPRETAR LA INFORMACION

El proceso de análisis e interpretación de la información se desarrolló en función de valoraciones estadísticas que trasladadas a diagramas o gráficos circulares, permitieron hacer el ejercicio de interpretación, pero llevándolo más allá de la esencia objetiva de los resultados obtenidos.

4. DESARROLLO DEL PROCESO INVESTIGATIVO

4.1 ELEMENTOS DE LA EXPERIENCIA

4.1.1 Preliminares. La experiencia, que se desarrolló para el sustento de la investigación, se ejecutó dentro del entorno educativo de la Universidad de Nariño, con sede en la ciudad de Pasto. Fue desarrollada durante el último mes (Noviembre) del periodo académico correspondiente al semestre B del año 2003, con estudiantes pertenecientes al V semestre del programa de Ingeniería de Sistemas, los cuales cursaron la materia Estructuras de Información.

Como la cantidad de estudiantes de la materia Estructuras de Información era demasiado grande, para poder dictarse dentro de una misma aula, fue necesario dividir este grupo en dos, hecho que fue favorable para los intereses de este trabajo. Por tal motivo el programa de Sistemas realizó el nombramiento de dos docentes calificados de su departamento, para que se hicieran cargo de la asignatura: el Ing. Manuel Bolaños González y el Ing. Oscar Mauricio Casanova Coral.

Contando con la aprobación de los docentes a cargo de la asignatura, para la realización de la presente investigación, se determinó que el docente Ing. Manuel Bolaños González fuese el encargado de dirigir la temática Teoría de Grafos, utilizando como herramienta de apoyo el MEC específico, pues fue asesor en la realización del MEC y por ende era perfecto conocedor de su funcionamiento y forma de utilización; por consiguiente el docente Ing. Oscar Mauricio Casanova Coral desarrolló la temática de forma tradicional(magistral). Para efectos de la presente investigación se ha determinado denominar como Grupo uno (1), al grupo de estudiantes que harán uso del MEC específico y como Grupo dos (2), al grupo de estudiantes que desarrollaran la temática de manera tradicional.

Las experiencias posteriores con los estudiantes, están determinadas por el avance normal del curso, en donde cada docente va a aplicar, de acuerdo a las características de este y a la estructura de aprendizaje, los respectivos ejercicios de práctica de conceptos básicos, de solución de problemas y de aplicación de los algoritmos planteados en el programa de la materia. Para más detalles del contenido del programa de la materia Estructuras de Información, remitirse al Anexo C.

4.1.2 Experiencia de los docentes con Materiales Educativos Computarizados. La experiencia de los docentes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño con Materiales Educativos Computarizados, está encaminado por dos aspectos, primero por la utilización de estos, la cual ha sido muy poca, ya que no existen materiales específicos (a excepción del MEC utilizado en esta experiencia: SEGraD) para manejar temáticas del programa; y el segundo, está en la construcción de éstos, para lo cual se ha creado la línea de investigación denominada *Procesos Educativos apoyados por las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación*, liderada por los docentes: Ing. Delio Gómez López , Ing. Vicente Chamorro, Ing. Manuel Bolaños y el Ing. Nelson Jaramillo Enríquez, la cual tiene entre sus objetivos el desarrollo de materiales educativos computarizados de diferentes características, para apoyar procesos de aprendizaje, del programa y también del sistema educativo en general.

4.1.3 La materia Estructuras de Información. La materia Estructuras de Información cuenta con una intensidad horaria semanal de cuatro (4) horas teóricas y dos (2) horas prácticas. Se dispone de las aulas del bloque de ingeniería, para el desarrollo de las clases magistrales, y de un aula de Informática, para el desarrollo de prácticas con el lenguaje de programación C++ y también para hacer uso del MEC, que apoyará la temática Teoría de Grafos. Sin embargo, para el caso particular del Grupo 1, que hace uso del MEC, el número de horas en el aula de informática se ha incrementado a seis (6) horas.

La actual propuesta del desarrollo de la temática Teoría de Grafos, perteneciente a la materia Estructuras de Información, en la Universidad de Nariño, está contemplada como una clase teórica, que se complementa con el desarrollo de problemas, sobre el papel, para luego trasladarlos a un ambiente computacional. Es decir, los algoritmos son formulados siempre considerando una posible implementación posterior en computador (los algoritmos son desarrollados considerando un enfoque computacional), siendo la eficiencia del tiempo y espacio de un proceso factores básicos para su evaluación. Simultáneamente, el tema es presentado sobre un tratamiento matemático, por ejemplo en la verificación de la corrección de un algoritmo, en la determinación de su eficiencia o de una ruta mínima en un grafo, etc.

El estudio del “aprendizaje de los conocimientos relacionado con la temática Teoría de Grafos” exige por tanto que el estudiante posea las bases adecuadas, fundamentadas en el análisis y diseño de algoritmos, y con sólidos conocimientos de algún lenguaje de programación de computadores, que pueda manejar estructuras dinámicas de información (principalmente el lenguaje de programación C++). Para más detalles remitirse al Anexo C, donde se encuentra consignado el contenido programático de la materia Estructuras de Información.

4.1.4 SEGraD: El MEC específico para la temática Teoría de Grafos. SEGraD (Software Educativo para el manejo dinámico de Grafos), desarrollado para servir de apoyo a la asignatura de Estructuras de Información, más específicamente a los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas, hace parte de un *courseware*, un conjunto de módulos de software, el cual es el último de los módulos. La filosofía empleada es de tipo conductista, guiando al estudiante paso a paso durante el proceso de aprendizaje y ejercitación de los diferentes conceptos y algoritmos de la teoría de grafos. El lenguaje de programación en que fue desarrollado es Microsoft® Visual Basic 6.0, dada la gran cantidad de ventajas que ofrece como software para el manejo de objetos visuales y sistemas de información avanzados. Los usuarios calificados para el uso de SEGraD son preferiblemente todos aquellos con conocimientos sobre temas básicos de la materia estructuras de Información, que anteceden a la temática Teoría de Grafos. Para más información sobre las temáticas anteriores a la Teoría de Grafos, consultar el Anexo C.

SEGraD, es una herramienta propia de la educación superior que puede ser utilizada no solo para aprender, sino que puede hacer las veces de prototipo de herramienta **CASE** (Computer Aided Software Engineering: Ingeniería de Software Asistida por Computador) ayudando a la resolución de problemas utilizando solo el módulo de ejercitación. El modo de empleo del software es de tipo progresivo, es decir, que el usuario no avanza hasta que sea evaluado satisfactoriamente, además maneja una estructura que consta de los siguientes apartados: Administrativo, Aprendizaje, Ejercitación y Evaluación.

Este MEC, por sus características, permite una enseñanza interactiva, donde el usuario tiene varias opciones para realizar las prácticas de los temas, que a su criterio haya asimilado a satisfacción, además, es una herramienta facilitadora en el proceso de aprendizaje de la Teoría de Grafos, tanto para el estudiante, que desea aprender, como para el docente que desea enseñar. Sin embargo, no busca reemplazar la acción de otros medios educativos convencionales, más bien, su objetivo es el de complementarlos y de buscar que el estudiante se identifique y asimile a satisfacción los temas de estudio, además, de llevar un control o seguimiento en el avance del usuario sobre la temática manejada de forma progresiva.

Este MEC tiene características de un sistema experto, “sin llegar a serlo”, que le permiten comprobar la situación actual del usuario durante la ejecución y resolución de un problema o práctica de grafos, mediante la validación de todos y cada uno de los posibles eventos que puedan llegarse a presentar. En general, permite y ayuda al estudiante a detectar y corregir errores de diseño y resolución, mientras diseña o ejecuta un algoritmo definido. No obstante, es necesario entender que aunque el estudiante puede por iniciativa propia crear un plan de estudio, que le va permitir avanzar sobre la temática, es imprescindible un

docente, tutor o facilitador que clarifique conceptos y que resuelva dudas de funcionamiento o sobre la temática trabajada.

4.2 PROCEDIMIENTO

4.2.1 Programación de actividades. Para una mejor aproximación al estudio de esta investigación, se planteó en el cuadro 4 la distribución de las temáticas, abordadas por semanas, y la fecha de realización de cada una de ellas:

Cuadro 4. Programación del contenido y evaluación de Teoría de Grafos.

Temas	Semana	Fecha
Conceptos Básicos Representación de Grafos Tipos de grafos	1	03-07 de Noviembre del 2003
Recorrido de un Grafo: • Recorrido a lo ancho • Recorrido en lo profundo	2	10-14 de Noviembre del 2003
PRIMERA PRUEBA EVALUATIVA		
Aplicación de Grafos: • Algoritmo de PRIM • Algoritmo de DIJKSTRA	3	17-21 de Noviembre de 2003
Aplicación de Grafos: • Algoritmo de KRUSKAL • Algoritmo de FLOYD	4	24-28 de Noviembre de 2003
SEGUNDA PRUEBA EVALUATIVA		

La primera prueba evaluativa consistió en la evaluación de aquellos conocimientos básicos adquiridos durante las primeras sesiones de clase de la temática Teoría de Grafos. La segunda prueba evaluativa consistió en la evaluación de la solución a problemas y de aplicación de determinados algoritmos. Para conocer más acerca de las pruebas evaluativas realizadas en la presente investigación, remitirse al Anexo A.

4.2.2 Experiencia con el Grupo Uno (Metodología apoyada por el MEC)

- **Proceso Metodológico de conceptos básicos.** La primera aproximación del docente consistió en hacer una introducción a los estudiantes de los

conceptos básicos de la Teoría de Grafos, realizando una breve sustentación magistral sobre el tema.

Para los temas: “Tipos de Grafos” y “Recorridos de un grafo”, el docente realiza, a parte de la revisión conceptual del tema, ejercicios que inicialmente son resueltos en el tablero pero que posteriormente son resueltos de manera interactiva utilizando el MEC. A continuación, el docente permite a sus estudiantes que hagan uso del MEC, para que puedan ejercitarse de manera individual, en la resolución de algunos problemas tipo, planteados por el profesor y los que el mismo MEC le pueda suministrar de manera aleatoria.

El docente también motiva la utilización del MEC como herramienta de consulta, dejando a los estudiantes pequeñas preguntas para ser solucionadas durante clase. Esto con el fin que los estudiantes exploren el MEC y que aprendan a utilizarlo como un material de consulta, añadido al material bibliográfico que brinda el docente.

El docente a medida que aborda las diferentes temáticas y de acuerdo con la estructura y estrategia del aprendizaje, realiza de forma natural los ejercicios de práctica utilizando el MEC, buscando establecer los conceptos básicos correspondientes a:

- Correcta identificación de un grafo y conceptos básicos relacionados.
 - Representación gráfica de un grafo.
 - Tipos de grafos.
 - Formas de recorrer un grafo.
- **Proceso Metodológico de aplicación de grafos.** En esta fase del proceso de aprendizaje de la Teoría de Grafos, el docente explica la manera sistemática para resolver diferentes problemas de grafos, utilizando principalmente los algoritmos de: Prim, Dijkstra, Kruskal y Floyd. Para tal efecto, hace uso de los contenidos ilustrativos que sobre la aplicación de grafos tiene el MEC. Una vez terminada la apreciación de los fundamentos teóricos y de resolución de cada algoritmo, el docente proporciona al grupo de estudiantes una serie de ejercicios problema para que sean resueltos en compañía del MEC, mediante la opción de “Ejercitar” que tiene para cada algoritmo.

El docente a medida que aborda las diferentes temáticas, y de acuerdo con la estructura y estrategia del aprendizaje, realiza de forma natural los ejercicios

de práctica con el MEC, buscando establecer los conceptos de aplicación correspondientes a:

- Algoritmo de Prim
- Algoritmo de Dijkstra
- Algoritmo de Kruskal
- Algoritmo de Floyd

4.2.3 Experiencia con el Grupo Dos (Metodología tradicional)

- Proceso Metodológico de conceptos básicos. Al igual que en el Grupo uno, quienes hacen uso del MEC, en esta primera parte el docente realiza una aproximación a los conceptos claves para el entendimiento de estructuras más complejas utilizadas en la Teoría de Grafos. Dicha labor la lleva a cabo utilizando la metodología tradicional, es decir utilizando el tablero y el marcador como sus únicas herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cuando es necesario desarrollar ejercicios, el docente propone al grupo de estudiantes que los resuelvan sobre una hoja de papel, para luego permitir que un estudiante realice la sustentación de la solución sobre el tablero.

El docente también cuestiona a los estudiantes con pequeñas consultas para que sean resueltas utilizando la bibliografía correspondiente. Para tal propósito, los estudiantes en su gran mayoría deben recurrir, una vez terminada la clase, a la biblioteca donde encuentran el correspondiente material bibliográfico, procediendo a dar respuestas a los cuestionamientos planteados durante la clase.

El docente, a medida que ha llevado desarrolla las diferentes temáticas y de acuerdo con la estructura y estrategia del aprendizaje, realiza de forma natural los ejercicios de práctica, mediante el uso del tablero, papel y lápiz, buscando establecer los conceptos básicos correspondientes a:

- Correcta identificación de un grafo y conceptos básicos relacionados
- Representación gráfica de un grafo
- Tipos de grafos

- Formas de recorrer un grafo
- **Proceso Metodológico de aplicación de grafos.** Con el Grupo dos el manejo de la temática de Aplicación de Grafos se ha realizado de la siguiente manera:
 - Para cada uno de los algoritmos: PRIM, DIJKSTRA, KRUSKAL y FLOYD el docente expone de manera teórica su utilidad y la forma sistemática empleada por cada uno de ellos, para resolver problemas tipo.
 - El docente propone ejercicios para ser resueltos en clase, para cada uno de los algoritmos. El trabajo de solución de los ejercicios por parte de los estudiantes se realiza utilizando papel y lápiz. Además, determinados ejercicios son resueltos por los estudiantes en el tablero.

El docente a medida que desarrolla las diferentes temáticas y de acuerdo con la estructura y estrategia del aprendizaje, realiza de forma natural los ejercicios de práctica mediante el uso del tablero, papel y lápiz, buscando establecer los conceptos de aplicación correspondientes a:

- Algoritmo de Prim
- Algoritmo de Dijkstra
- Algoritmo de Kruskal
- Algoritmo de Floyd

4.2.4 Proceso Evaluativo. El proceso evaluativo de los dos grupos es el que finalmente determina el impacto que tuvo la metodología tradicional y aquella asistida por un MEC, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, a pesar de que la metodología de enseñanza fue diferente, el presente estudio obligó a que el proceso evaluativo para los dos grupos tuviera las mismas condiciones y características de ejecución:

- Evaluación realizada de manera tradicional, utilizando cuestionarios.
- La parte de conocimientos iniciales fue evaluada mediante un cuestionario de preguntas acerca de diferentes conceptos básicos aprendidos en clase, pero vitales para el entendimiento de contenidos más complejos y de aplicación, según el criterio expresado por los docentes que colaboraron en la construcción del mismo.

- La parte de solución de problemas y de aplicabilidad de algoritmos, fue evaluada mediante cuestionarios con problemas tipo que daban la libertad de solución, claro esta, enmarcada dentro de lo aprendido y ejercitado en clase.
- El diseño de los cuestionarios fue realizado de acuerdo al criterio profesional y experimentado de los docentes colaboradores en esta experiencia. Además, el valor ponderado, que se le dio a cada punto de los diferentes cuestionarios, estuvo a cargo del juicio experimentado de los docentes que trabajaron en esta experiencia: Ing. Manuel Bolaños González y el Ing. Oscar Mauricio Casanova Coral, teniendo en cuenta la cantidad y calidad de la información que deberían manejar para poder dar solución a cada punto.

Vale también aclarar que el MEC (SEGraD), debido a su diseño, también presenta un módulo de evaluación que puede ser dirigido por el docente, pero que para el caso de esta investigación se ha considerado que no es pertinente una evaluación por separado, es decir un grupo realizando la evaluación a la manera tradicional y el otro haciendo uso del módulo evaluativo del MEC, ya que el propósito de esta experiencia es evaluar a los dos grupos bajo las mismas condiciones. Para más detalle de los cuestionarios empleados durante la evaluación, remitirse al Anexo A.

- **Proceso de Evaluación de conceptos básicos.** Para determinar el nivel que alcanzó cada uno de los estudiantes durante el curso, se va a hacer uso del cuadro 5, el cual especifica una serie de valores para cada uno de los conceptos básicos a ser evaluados, donde cada valor indica el nivel de complejidad del concepto de acuerdo a la cantidad de unidades cognitivas que debería manejar. Este va a permitir cuantificar y ponderar el resultado de los conceptos básicos presentes en el cuadro 7 y 10, el cual contiene las evaluaciones cualitativas de cada uno. El cuadro es el siguiente:

Cuadro 5. Cuadro de ponderados de conceptos básicos.

Concepto Básico	MUY BIEN	BIEN	REGULAR	MAL	MUY MAL
Concepto 1	4	3	2	1	0
Concepto 2	5	4	3	1	0
Concepto 3	4	3	2	1	0
Concepto 4	4	3	2	1	0
Concepto 5	5	4	3	1	0
Concepto 6	5	4	3	1	0
Concepto 7	5	4	3	1	0
Concepto 8	4	3	2	1	0
Concepto 9	5	4	3	1	0
Concepto 10	5	4	3	1	0

El cuadro 5 permite cuantificar el puntaje, de un total de 46 puntos, alcanzado por el estudiante en cada grupo. Dependiendo de la sumatoria de puntos y su porcentaje (índice ponderado), se clasifican los resultados dentro de las siguientes categorías:

	Descripción	Rango
MB	Muy Bien	91% - 100%
B	Bien	71% - 90%
R	Regular	51% - 70%
M	Mal	21% - 50%
MM	Muy mal	0% - 20%

Los resultados se depositan en el cuadro 9 para el Grupo 1 y en el cuadro 12 para el Grupo 2.

- **Proceso de Evaluación de solución de problemas.** Para determinar el resultado final que alcanzó cada uno de los estudiantes durante el curso, se va a hacer uso del cuadro 6, el cual especifica una serie de valores para cada uno de los problemas a ser evaluados, donde cada valor indica el nivel de complejidad del concepto de acuerdo a la cantidad de unidades cognitivas que debería manejar. Este va a permitir cuantificar y ponderar el resultado de los conceptos básicos presentes en el cuadro 15 y 18 (cuadro consolidado de Evaluación de solución de problemas) el cual contiene las evaluaciones cualitativas de cada uno. El cuadro es el siguiente:

Cuadro 6. Cuadro de ponderados de solución de problemas.

Problema	MUY BIEN	BIEN	REGULAR	MAL	MUY MAL
Problema 1	4	3	2	1	0
Problema 2	6	5	3	2	0
Problema 3	5	4	3	1	0
Problema 4	5	4	3	1	0
Problema 5	8	6	4	2	0
Problema 6	8	6	4	2	0
Problema 7	6	5	3	2	0
Problema 8	6	5	3	2	0
Problema 9	8	6	4	2	0
Problema 10	10	8	6	3	0

El cuadro 6 permite cuantificar el puntaje, de un total de 66 puntos, alcanzado por el estudiante en cada grupo. Dependiendo de la sumatoria de puntos y su porcentaje (índice ponderado), se clasifican los resultados dentro de las siguientes categorías:

	Descripción	Rango
MB	Muy Bien	91% - 100%
B	Bien	71% - 90%
R	Regular	51% - 70%
M	Mal	21% - 50%
MM	Muy mal	0% - 20%

Los resultados se depositan en el cuadro 15 para el Grupo 1 y en el cuadro 18 (cuadro de Evaluación de Solución de problemas) para el Grupo 2.

- **Proceso de Evaluación de aplicación de Algoritmos.** Para determinar el nivel que alcanzó cada uno de los estudiantes durante el curso, se va a hacer uso del cuadro 7, el cual especifica una serie de valores para cada uno de los algoritmos a ser evaluados, donde cada valor indica el nivel de complejidad del concepto de acuerdo a la cantidad de unidades cognitivas que debería manejar. Este va a permitir cuantificar y ponderar el resultado de los conceptos básicos presentes en el cuadro 5 y XX el cual contiene las evaluaciones cualitativas de cada uno. El cuadro es el siguiente:

Cuadro 7. Cuadro de ponderados de ejercicios de aplicación de Algoritmos.

Ejercicio Básico	MUY BIEN	BIEN	REGULAR	MAL	MUY MAL
Ejercicio 1	8	6	4	2	0
Ejercicio 2	10	8	6	3	0
Ejercicio 3	6	5	3	2	0
Ejercicio 4	10	8	6	3	0

El cuadro 7 permite cuantificar el puntaje, de un total de 34 puntos, alcanzado por el estudiante en cada grupo. Dependiendo de la sumatoria de puntos y su porcentaje (índice ponderado), se clasifican los resultados dentro de las siguientes categorías:

	Descripción	Rango
MB	Muy Bien	91% - 100%
B	Bien	71% - 90%
R	Regular	51% - 70%
M	Mal	21% - 50%
MM	Muy mal	0% - 20%

Los resultados se depositan en los cuadros 23 para el Grupo 1 y en el cuadro 26 para el Grupo 2.

5. LA EVALUACIÓN

Para determinar el comportamiento de cada grupo de la experiencia, se tiene en cuenta como parámetros de la evaluación, las tablas correspondientes a la valoración consolidada de las preguntas y problemas realizados, los cuales determinan la asimilación de los conceptos básicos, la aplicación de estos en la solución de problemas y la utilización de algoritmos específicos. Cabe anotar, que estas tablas se encuentran diseñadas en función de “unidades cognitivas”, dentro de una estrategia de aprendizaje establecido.

5.1 EVALUACIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

5.1.1 Evaluación de conceptos del Grupo 1

- **Valores consolidados de evaluación de conceptos básicos del Grupo 1.**
Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 1, respecto de cada uno de los conceptos básicos, según la metodología asistida por un MEC.

Cuadro 8. Cuadro consolidado de evaluación de conceptos básicos. Grupo1

Nro. Estd	Cocpto 1	Cocpto 2	Cocpto 3	Cocpto 4	Cocpto 5	Cocpto 6	Cocpto 7	Cocpto 8	Cocpto 9	Cocpto 10
1	MB	MB	MB	MB	MM	MM	MB	MB	B	MB
2	MB	B	B	R	MM	MM	R	B	B	MB
3	MB	MB	B	M	MM	M	R	MB	R	R
4	MB	B	MB	B	MM	M	R	B	MB	MB
5	MB	MB	B	MB	MM	MM	MB	B	MB	MB
6	R	MB	R	M	MM	M	MB	MB	B	MB
7	MB	B	MB	MB	MM	MM	R	MB	B	R
8	MB	B	B	MB	MM	MM	R	MB	MB	B
9	MB	MB	B	R	MM	M	MB	B	R	R
10	R	MB	B	MM	MM	MM	R	MB	B	B
11	MB	MB	MB	B	MM	MM	MB	B	MB	MB
12	MB	MB	B	R	MM	M	MB	M	R	M
13	MB	MB	B	MB	MM	MM	MB	B	B	MB
14	MB	B	MB	MB	MM	M	MB	B	MB	MB
15	MB	B	MB	M	MM	M	R	MB	B	MB

- **Evaluación de conceptos básicos del Grupo 1.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 8 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 9. Cuadro de valores de conceptos básicos. Grupo 1

Nro. Est.	Cocpto 1	Cocpto 2	Cocpto 3	Cocpto 4	Cocpto 5	Cocpto 6	Cocpto 7	Cocpto 8	Cocpto 9	Cocpto 10	Total Coef. de Ponderc
1	4	5	4	4	0	0	5	4	4	5	34,75
2	4	4	3	2	0	0	3	3	4	5	27,00
3	4	5	3	1	0	1	3	4	3	3	25,75
4	4	4	4	3	0	1	3	3	5	5	31,50
5	4	5	3	4	0	0	5	3	5	5	34,00
6	2	5	2	1	0	1	5	4	4	5	29,00
7	4	4	4	4	0	0	3	4	4	3	28,50
8	4	4	3	4	0	0	3	4	5	4	30,00
9	4	5	3	2	0	1	5	3	3	3	28,25
10	2	5	3	0	0	0	3	4	4	4	24,00
11	4	5	4	3	0	0	5	3	5	5	34,00
12	4	5	3	2	0	1	5	1	3	1	25,00
13	4	5	3	4	0	0	5	3	4	5	32,75
14	4	4	4	4	0	1	5	3	5	5	35,00
15	4	4	4	1	0	1	3	4	4	5	29,25

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Cuadro de evaluación conceptos básicos. Grupo 1

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	34,75	76	B
2	27,00	59	R
3	25,75	56	R
4	31,50	68	R
5	34,00	74	B
6	29,00	63	R
7	28,50	62	R
8	30,00	65	R
9	28,25	61	R
10	24,00	52	R
11	34,00	74	B
12	25,00	54	R
13	32,75	71	B
14	35,00	76	B
15	29,25	64	R

5.1.2 Evaluación de conceptos del Grupo 2

- **Valores consolidados de evaluación de conceptos básicos del Grupo 2.** Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 2, respecto de cada uno de los conceptos básicos, según la metodología tradicional.

Cuadro 11. Cuadro consolidado de evaluación de conceptos básicos. Grupo 2

Nro. Estd	Cocpto. 1	Cocpto. 2	Cocpto. 3	Cocpto. 4	Cocpto. 5	Cocpto. 6	Cocpto. 7	Cocpto. 8	Cocpto. 9	Cocpto. 10
1	MB	B	MB	B	B	R	MB	MB	B	MB
2	M	M	M	MB	R	M	MM	MM	R	R
3	MB	R	MB	B	MM	MM	MM	MM	R	MB
4	MB	MB	R	MM	MM	MB	MM	MB	MB	MB
5	R	R	R	R	B	MM	MB	MM	R	R
6	B	MB	R	MB	MB	R	R	MB	M	M
7	MB	B	R	M	MM	MM	MM	M	M	MB
8	MB	MB	MB	MB	MB	M	R	MM	R	MB
9	B	R	R	MB	M	M	MB	M	R	MB
10	M	R	MB	R	R	M	M	MM	B	MB
11	MM	B	MB	MB	B	M	MB	R	MB	MB
12	M	M	R	MB	M	M	R	R	R	MB
13	MM	MM	B	R	MB	MM	MM	MB	MM	MM
14	M	R	MB	B	M	R	R	MM	M	M
15	MB	R	R	MB	R	M	MM	MM	R	MB

- **Evaluación de conceptos básicos del Grupo 2.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 11 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 12. Cuadro de valores de conceptos básicos. Grupo 2

Nro. Estd	Cocpto 1	Cocpto 2	Cocpto 3	Cocpto 4	Cocpto 5	Cocpto 6	Cocpto 7	Cocpto 8	Cocpto 9	Cocpto 10	Total Cfc.Pnd.
1	4	4	4	3	4	3	5	4	4	5	38,75
2	1	1	1	4	3	1	0	0	3	3	16,00
3	4	3	4	3	0	0	0	0	3	5	21,00
4	4	5	2	0	0	5	0	4	5	5	30,00
5	2	3	2	2	4	0	5	0	3	3	22,25
6	3	5	2	4	5	3	3	4	1	1	30,50
7	4	4	2	1	0	0	0	1	1	5	18,00
8	4	5	4	4	5	1	3	0	3	5	33,25
9	3	3	2	4	1	1	5	1	3	5	27,50
10	1	3	4	2	3	1	1	0	4	5	23,25
11	0	4	4	4	4	1	5	2	5	5	33,75
12	1	1	2	4	1	1	3	2	3	5	22,75
13	0	0	3	2	5	0	0	4	0	0	14,00
14	1	3	4	3	1	3	3	0	1	1	19,25
15	4	3	2	4	3	1	0	0	3	5	23,75

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Cuadro de evaluación conceptos básicos. Grupo 2

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	38,75	84	B
2	16,00	35	M
3	21,00	46	M
4	30,00	65	R
5	22,25	48	M
6	30,50	66	R
7	18,00	39	M
8	33,25	72	B
9	27,50	60	R
10	23,25	51	R
11	33,75	73	B
12	22,75	49	M
13	14,00	30	M
14	19,25	42	M
15	23,75	52	R

5.1.3 Análisis de resultados y comparativos de conceptos básicos. De los cuadros de evaluación de conceptos básicos se obtiene el cuadro 14, que contiene un resumen de estos resultados por número de estudiantes, y el cuadro 15, que contiene la misma información del cuadro 14, pero expresada en porcentajes. Los siguientes cuadros permiten establecer un comparativo entre los dos grupos:

Cuadro 14. Resumen de resultados de conceptos básicos.

Grupo	B	R	M
Grupo 1	5	10	0
Grupo 2	3	5	7

Cuadro 15. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos.

Grupo	B	R	M
Grupo 1	33%	67%	0%
Grupo 2	20%	33%	47%

Del anterior cuadro se obtiene la figura 9 y la figura 10, donde se establece por cada grupo el porcentaje de asimilación en el rango de evaluación establecido.

También del cuadro anterior, obtenemos la figura 11, en la cual se puede observar un paralelo comparativo de los dos grupos:

Figura 9. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos. Grupo1

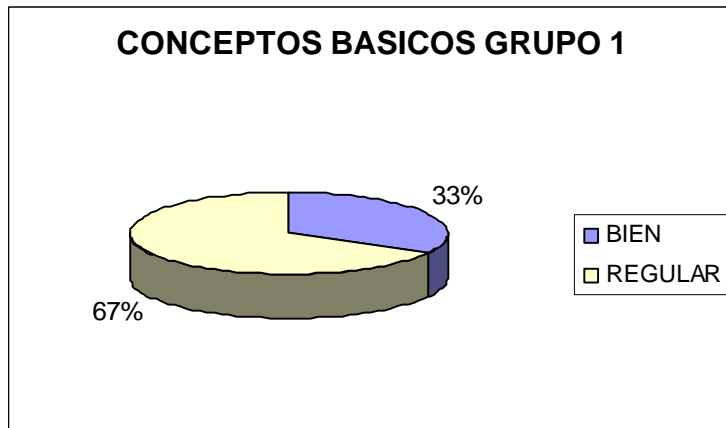


Figura 10. Porcentajes de asimilación de conceptos básicos. Grupo2

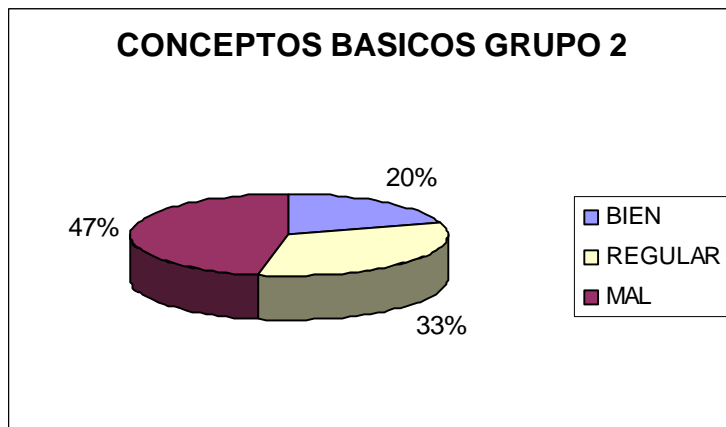
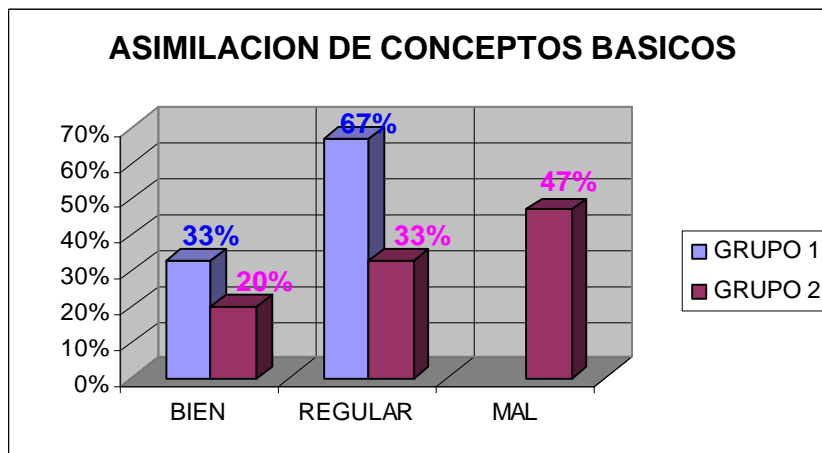


Figura 11. Comparación de asimilación de conceptos básicos.



Teniendo presente el cuadro 15 y los gráficos anteriores podemos establecer lo siguiente:

- Se obtuvieron mejores resultados de asimilación de conceptos básicos en el Grupo 1 que en el Grupo 2.
- Los estudiantes con resultados de BIEN alcanzan a dominar los conceptos básicos propuestos.
- El 33% de los estudiantes del Grupo 1 fueron evaluados con BIEN, demostrando una asimilación correcta de los conceptos básicos.
- El 20 % de los estudiantes del Grupo 2 fueron evaluados con BIEN, demostrando una asimilación correcta de los conceptos básicos.
- Los estudiantes con resultados de REGULAR y MAL no alcanzan a dominar los conceptos básicos propuestos.
- La gran mayoría de los estudiantes del Grupo 1 alcanzan a dominar los conceptos básicos de manera REGULAR, constituyéndose en un 67% del total de estudiantes del Grupo 1.
- Del Grupo 2 el 33% de los estudiantes alcanza a dominar los conceptos de manera REGULAR, mientras que el 47 % lo hace de manera MAL, o sea, deficientemente.

5.2 EVALUACION DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

5.2.1 Evaluación de solución de problemas del Grupo 1

- **Valores consolidados de evaluación de solución de problemas del Grupo 1.** Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 1, respecto a cada uno de los problemas, según la metodología asistida por un MEC.

Cuadro 16. Cuadro consolidado de evaluación de solución de problemas. Grupo 1

Nro. Estd	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10
1	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
2	MB	B	B	B	B	B	MB	B	R	R
3	MB	MB	MB	B	R	MB	R	M	R	R
4	MB	MB	R	R	B	R	B	R	R	B
5	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	R	MB
6	MB	MB	B	MB	MB	R	MB	B	B	B
7	MB	MB	MB	R	B	R	R	B	B	M
8	MB	MB	MB	MB	R	R	B	MB	R	B
9	MB	B	B	B	B	R	R	B	B	R
10	MB	MB	MB	MB	R	R	MB	B	R	R
11	MB	B	MB	MB	MB	R	MB	B	MB	MB
12	MB	B	R	B	B	B	M	B	R	R
13	MB	MB	MB	B	B	B	MB	B	MB	MB
14	MB	MB	MB	MB	B	R	MB	MB	B	MB
15	MB	B	B	B	R	MB	MB	B	R	B

- **Evaluación de solución de problemas del Grupo 1.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 16 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 17. Cuadro de valores de solución de problemas. Grupo 1

Nro. Est.	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10	Total Coef. de Ponderc
1	4	6	5	5	6	8	6	5	6	8	58,00
2	4	5	4	4	6	6	6	5	4	6	47,50
3	4	6	5	4	4	8	3	2	4	6	44,25
4	4	6	3	3	6	4	5	3	4	8	44,00
5	4	6	5	5	8	6	6	6	4	10	60,00
6	4	6	4	5	8	4	6	5	6	8	54,75
7	4	6	5	3	6	4	3	5	6	3	43,50
8	4	6	5	5	4	4	5	6	4	8	50,00
9	4	5	4	4	6	4	3	5	6	6	44,50
10	4	6	5	5	4	4	6	5	4	6	47,50
11	4	5	5	5	8	4	6	5	8	10	59,00
12	4	5	3	4	6	6	2	5	4	6	41,75
13	4	6	5	4	6	6	6	5	8	10	59,25
14	4	6	5	5	6	4	6	6	6	10	58,00
15	4	5	4	4	4	8	6	5	4	8	50,00

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 18. Cuadro de evaluación de solución de problemas. Grupo 1

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	58,00	88	B
2	47,50	72	B
3	44,25	67	R
4	44,00	67	R
5	60,00	91	MB
6	54,75	83	B
7	43,50	66	R
8	50,00	76	B
9	44,50	67	R
10	47,50	72	B
11	59,00	89	B
12	41,75	63	R
13	59,25	90	B
14	58,00	88	B
15	50,00	76	B

5.2.2 Evaluación de solución de problemas del Grupo 2

- **Valores consolidados de evaluación de solución de problemas del Grupo 2.** Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 2, respecto de cada uno de los problemas, según la metodología tradicional.

Cuadro 19. Cuadro consolidado de evaluación de solución de problemas. Grupo 2

Nro. Est.	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10
1	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	MB
2	MB	MB	MB	R	R	R	R	R	B	M
3	MB	MB	MB	R	R	R	MB	R	B	R
4	MB	B	MB	B	M	MB	MB	MB	B	M
5	MB	B	R	MB	R	R	MB	MB	MM	M
6	MB	MB	R	MB	B	M	M	MM	B	R
7	MB	B	R	R	R	R	R	MB	R	R
8	MB	B	MB	B	R	B	MB	R	MB	B
9	MB	MB	B	MB	R	M	B	M	M	R
10	MB	B	B	R	R	R	MB	B	R	B
11	MB	B	MB	R	R	B	MB	MB	MB	MB
12	MB	B	R	R	M	R	MB	R	B	R
13	MB	B	MB	MB	R	M	M	MM	R	MM
14	MB	R	R	MB	B	R	M	M	M	M
15	MB	MB	MB	B	B	M	MB	R	R	B

- **Evaluación de solución de problemas del Grupo 2.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 19 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 20. Cuadro de valores de solución de problemas. Grupo 2

Nro. Estd	Probl. 1	Probl. 2	Probl. 3	Probl. 4	Probl. 5	Probl. 6	Probl. 7	Probl. 8	Probl. 9	Probl. 10	Total Coef. de Ponderc.
1	4	6	5	4	8	6	6	5	6	10	59,25
2	4	6	5	3	4	4	3	3	6	3	40,00
3	4	6	5	3	4	4	6	3	6	6	45,50
4	4	5	5	4	2	8	6	6	6	3	47,75
5	4	5	3	5	4	4	6	6	0	3	38,50
6	4	6	3	5	6	2	2	0	6	6	38,00
7	4	5	3	3	4	4	3	6	4	6	39,50
8	4	5	5	4	4	6	6	3	8	8	51,75
9	4	6	4	5	4	2	5	2	2	6	37,75
10	4	5	4	3	4	4	6	5	4	8	44,75
11	4	5	5	3	4	6	6	6	8	10	56,00
12	4	5	3	3	2	4	6	3	6	6	39,50
13	4	5	5	5	4	2	2	0	4	0	30,00
14	4	3	3	5	6	4	2	2	2	3	32,00
15	4	6	5	4	6	2	6	3	4	8	47,25

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 21. Cuadro de evaluación de solución de problemas. Grupo 2

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	59,25	90	B
2	40,00	61	R
3	45,50	69	R
4	47,75	72	B
5	38,50	58	R
6	38,00	58	R
7	39,50	60	R
8	51,75	78	B
9	37,75	57	R
10	44,75	68	R
11	56,00	85	B
12	39,50	60	R
13	30,00	45	M
14	32,00	48	M
15	45,25	72	B

5.2.3 Análisis de resultados y comparativos de solución de problemas. De los cuadros de evaluación de solución de problemas se obtiene el cuadro 22, que contiene un resumen de estos resultados por número de estudiantes, y el cuadro 23, que contiene la misma información del cuadro 22, pero expresada en porcentajes. Los siguientes cuadros permiten establecer un comparativo entre los dos grupos:

Cuadro 22. Resumen de resultados de solución de problemas.

GRUPO	MB	B	R	M
Grupo 1	1	9	5	0
Grupo 2	0	5	8	2

Cuadro 23. Porcentajes de resultados de solución de problemas.

GRUPO	MB	B	R	M
Grupo 1	7%	60%	33%	0%
Grupo 2	0%	34%	53%	13%

De este cuadro se obtiene la figura 12 y la figura 13, donde se establece por cada grupo el porcentaje de asimilación en el rango de evaluación establecido. También del cuadro anterior obtenemos la figura 14, en la cual se puede observar un paralelo comparativo de los dos grupos:

Figura 12. Porcentaje de resolución de problemas. Grupo1

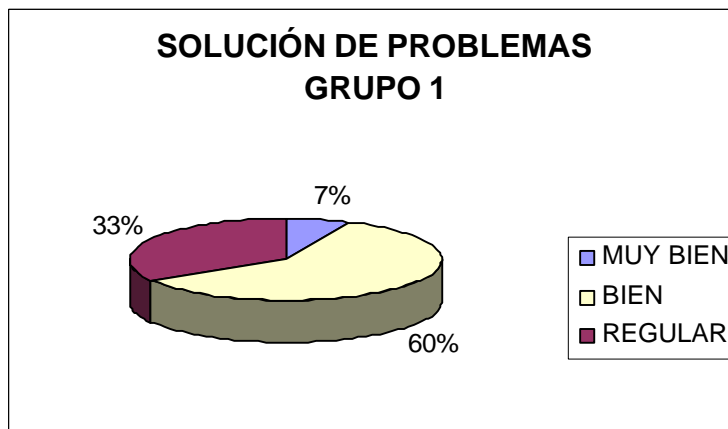


Figura 13. Porcentaje de resolución de problemas. Grupo2

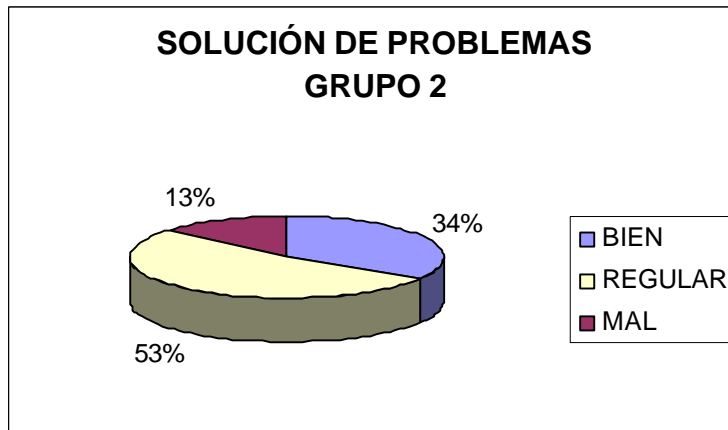
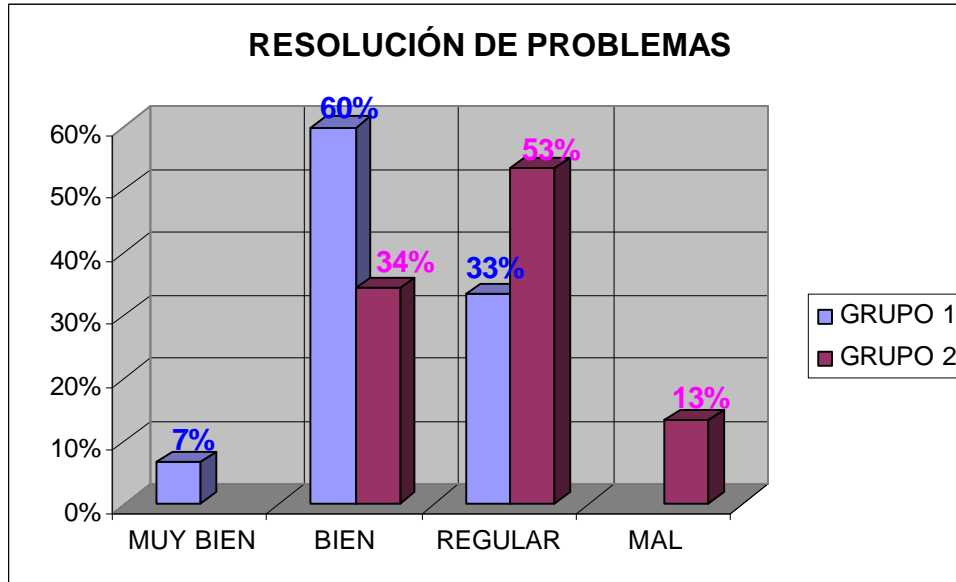


Figura 14. Comparación de resolución de problemas.



Teniendo presente el cuadro 23 y los gráficos anteriores podemos establecer lo siguiente:

- Se obtuvieron mejores resultados en la resolución de problemas en el Grupo 1 que en el Grupo 2.
- Los estudiantes con resultados de MUY BIEN y BIEN alcanzan a dominar la aplicabilidad de los conceptos en la solución de problemas.
- El 67% de los estudiantes del Grupo 1 fueron evaluados con MUY BIEN y BIEN, demostrando una correcta aplicación de los conceptos en la solución de problemas.

- El 34% de los estudiantes del Grupo 2 fueron evaluados con BIEN, demostrando una correcta aplicación de los conceptos en la solución de problemas.
- Los estudiantes con resultados de REGULAR y MAL, no alcanzan a dominar la aplicabilidad de los conceptos en la solución de problemas.
- Los estudiantes del Grupo 1, que alcanzan a dominar la aplicabilidad de los conceptos en la solución de problemas de manera REGULAR, se constituyen en el 33% del total de estudiantes del Grupo 1.
- Del Grupo 2 el 53% de los estudiantes alcanza a dominar los conceptos de manera REGULAR, mientras que el 13 % lo hace de manera MAL, o sea, deficientemente.

5.3 EVALUACIÓN DE APLICACIÓN DE ALGORITMOS

5.3.1 Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 1

- **Valores consolidados de evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 1.** Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 1, respecto a cada uno de los algoritmos, según la metodología asistida por un MEC.

Cuadro 24. Cuadro consolidado de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 1

Nro. Estud.	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4
1	MB	MB	MB	MB
2	B	R	MB	MB
3	MB	B	MB	B
4	B	R	MB	MB
5	MB	MB	MB	MB
6	MB	MB	MB	B
7	MB	MB	MB	B
8	MB	MB	MB	MB
9	MB	R	MB	MB
10	MB	MB	MB	R
11	MB	B	MB	MB
12	MB	B	MB	MB
13	MB	MB	MB	MB
14	MB	MB	MB	MB
15	MB	B	MB	MB

- **Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 1.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 24 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 25. Cuadro de valores de aplicación de algoritmos. Grupo 1

Nro. Estud.	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Total Coef. de Ponderación
1	8	10	6	10	34,00
2	6	6	6	10	27,00
3	8	8	6	8	29,00
4	6	6	6	10	27,00
5	8	10	6	10	34,00
6	8	10	6	8	31,50
7	8	10	6	8	31,50
8	8	10	6	10	34,00
9	8	6	6	10	29,00
10	8	10	6	6	29,00
11	8	8	6	10	31,50
12	8	8	6	10	31,50
13	8	10	6	10	34,00
14	8	10	6	10	34,00
15	8	8	6	10	31,50

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 26. Cuadro de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 1

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	34,00	100	MB
2	27,00	79	B
3	29,00	85	B
4	27,00	79	B
5	34,00	100	MB
6	31,50	93	MB
7	31,50	93	MB
8	34,00	100	MB
9	29,00	85	B
10	29,00	85	B
11	31,50	93	MB
12	31,50	93	MB
13	34,00	100	MB
14	34,00	100	MB
15	31,50	93	MB

5.3.2 Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 2

- **Valores consolidados de evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 2.** Esta valoración permite obtener el comportamiento de cada estudiante del Grupo 2, respecto de cada uno de los algoritmos, según la metodología tradicional.

Cuadro 27. Cuadro consolidado de evaluación de aplicación de algoritmos.
Grupo 2

Nro. Estud.	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4
1	MB	B	MB	MB
2	M	M	MB	B
3	B	MB	MB	B
4	R	M	MB	MB
5	R	M	MB	MB
6	M	R	MB	B
7	M	M	MB	MB
8	MB	MB	MB	MB
9	MB	MB	MB	R
10	MB	MB	MB	R
11	R	M	MB	MB
12	R	R	MB	MB
13	B	M	MB	B
14	B	R	MB	MB
15	R	MB	MB	MB

- **Evaluación de aplicación de algoritmos del Grupo 2.** De acuerdo a los resultados establecidos en el cuadro 27 se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 28. Cuadro de valores de aplicación de algoritmos. Grupo 2

Nro. Estud.	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4	Total Coef. de Ponderación
1	8	8	6	10	31,50
2	2	3	6	8	18,00
3	6	10	6	8	29,50
4	4	3	6	10	22,50
5	4	3	6	10	22,50
6	2	6	6	8	20,50
7	2	3	6	10	20,50
8	8	10	6	10	34,00
9	8	10	6	6	29,00
10	8	10	6	6	29,00
11	4	3	6	10	22,50
12	4	6	6	10	25,00
13	6	3	6	8	22,00
14	6	6	6	10	27,00
15	4	10	6	10	30,00

Con el cuadro anterior se obtiene el porcentaje total asignado y la evaluación del estudiante. Estos valores se los almacena en el siguiente cuadro:

Cuadro 29. Cuadro de evaluación de aplicación de algoritmos. Grupo 2

No. Estudiante	Puntaje Total	Porcentaje	Evaluación
1	31,50	93	MB
2	18,00	53	R
3	29,50	87	B
4	22,50	66	R
5	22,50	66	R
6	20,50	60	R
7	20,50	60	R
8	34,00	100	MB
9	29,00	85	B
10	29,00	85	B
11	22,50	66	R
12	25,00	74	B
13	22,00	65	R
14	27,00	79	B
15	30,00	88	B

5.3.3 Análisis de resultados y comparativos de aplicación de algoritmos. De los cuadros de evaluación de aplicación de algoritmos se obtiene el cuadro 30, que contiene un resumen de estos resultados por número de estudiantes, y el cuadro 31, que contiene la misma información del cuadro 30, pero expresada en porcentajes. Los siguientes cuadros permiten establecer un comparativo entre los dos grupos:

Cuadro 30. Resumen de resultados de aplicación de algoritmos.

Grupo	MB	B	R
Grupo 1	10	5	0
Grupo 2	2	6	7

Cuadro 31. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos.

Grupo	MB	B	R
Grupo 1	67%	33%	0%
Grupo 2	13%	40%	47%

Del anterior cuadro se obtiene la figura 15 y la figura 16, donde se establece por cada grupo el porcentaje de participación en el rango de evaluación establecido. También del cuadro anterior obtenemos la figura 17, en la cual se puede observar un paralelo comparativo de los dos grupos:

Figura 15. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos. Grupo1

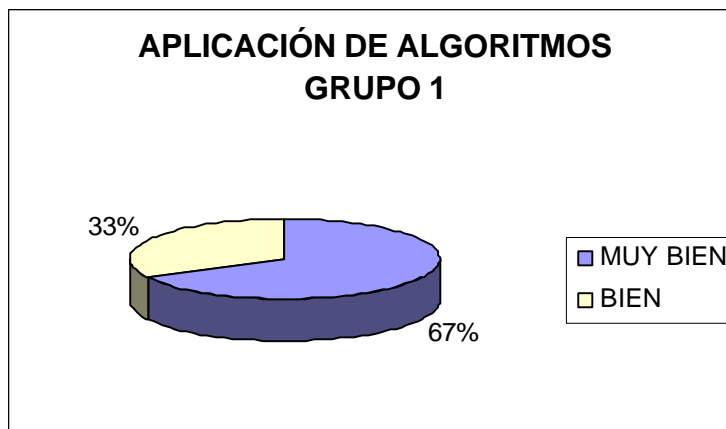


Figura 16. Porcentajes de resultados de aplicación de algoritmos. Grupo2

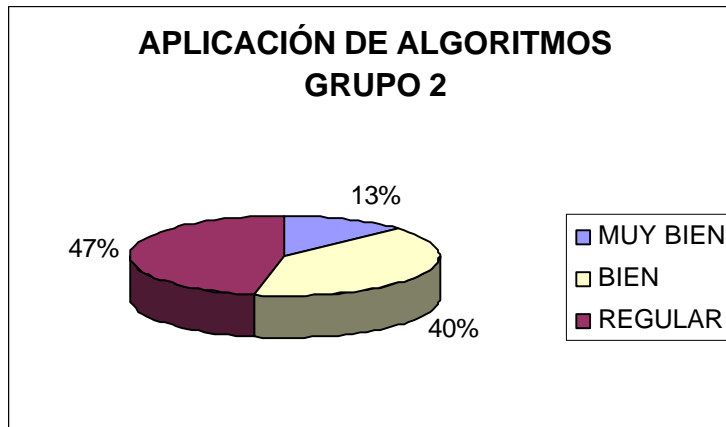
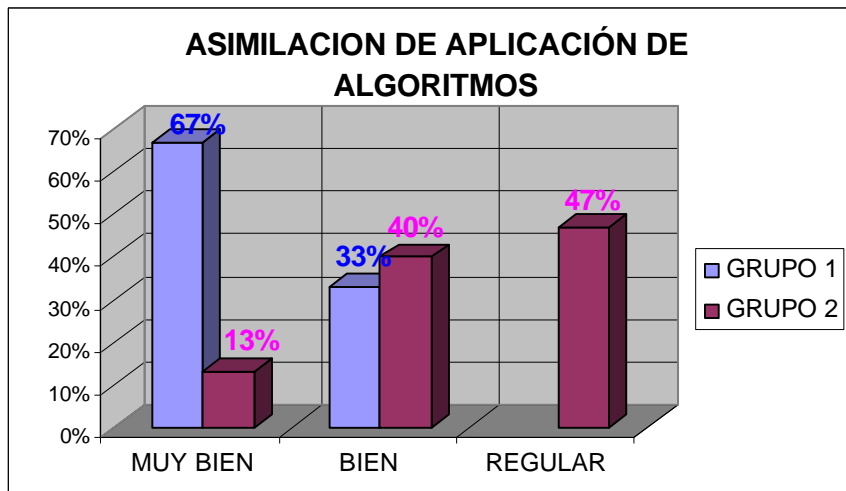


Figura 17. Comparación de resultados de aplicación de algoritmos.



Teniendo presente el cuadro 31 y los gráficos anteriores podemos establecer lo siguiente:

- Se obtuvieron mejores resultados en la aplicabilidad de algoritmos en el Grupo 1 que en el Grupo 2.
- Los estudiantes con resultados de MUY BIEN y BIEN, alcanzan a dominar la aplicabilidad de los algoritmos.
- El 100% de los estudiantes del Grupo 1 fueron evaluados con MUY BIEN y BIEN, demostrando una correcta aplicación de los algoritmos.
- El 53% de los estudiantes del Grupo 2 fueron evaluados con MUY BIEN y BIEN, demostrando una correcta aplicación de los algoritmos.

- Los estudiantes con resultados de REGULAR, no alcanzan a dominar la aplicabilidad de los algoritmos.
- Los estudiantes del Grupo 2, que alcanzan a dominar la aplicabilidad de los algoritmos de manera REGULAR, se constituyen en el 47% del total de estudiantes del Grupo 2.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

El proceso evaluativo permitió descubrir una serie de resultados que muestran el avance y la evolución obtenida de la aplicación de las dos metodologías (tradicional y asistida por un MEC). Resultados, que a su vez determinan las características que comprometen el proceso de aprendizaje, mediante el modelo ACT de Anderson.

6.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA MEDIANTE LA TEORÍA ACT DE ANDERSON

Ya que el presente estudio busca determinar características relacionadas con la explicación de los resultados obtenidos y que se encuentran relacionados con el sentir de un grupo de estudiantes, es necesario conocer las expresiones vertidas por los actores principales de esta investigación.

Para tal efecto, se practicó una encuesta con preguntas abiertas a los participantes de esta experiencia, y cuyos conceptos se los ha clasificado de acuerdo a su rendimiento total, según si se clasificaron en Grupo A con MB ó B, Grupo B con R y Grupo C con M, los cuales se resumen de la siguiente manera:

Cuadro 32. Conceptos complementarios de análisis de los estudiantes del Grupo 1 y Grupo 2

Grupo A Evaluación MB y B	Grupo B Evaluación R	Grupo C Evaluación M
- Dedicación responsable a la temática (Teoría de Grafos) y en general a la materia desde el primer día.	- Dedicación a la temática y en general a la materia en tiempos de evaluación.	- No dedicó el tiempo suficiente al estudio de las temáticas de la materia.
- Repaso inmediato de todos los ejercicios realizados en clase, para reforzar conceptos.	- Repaso de ejercicios vistos en clase antes de las evaluaciones, para sacar una buena nota.	- No realiza el repaso de los ejercicios vistos en clase.
- Realización de todos los ejercicios propuestos en clase, algunos con ayuda del MEC, para comparar resultados.	- Realiza algunos ejercicios y averigua las soluciones con los demás compañeros.	- No realiza los ejercicios propuestos en clase. Averigua las soluciones pero no las entiende.
- Seguir las recomendaciones del profesor acerca del procedimiento de solución.	- No entiende bien el procedimiento de solución de problemas.	- Tiene grandes confusiones a la hora de aplicar algún procedimiento de solución.
- Profundización en conceptos difíciles como la aplicación de algoritmos. Algunos con ayuda del MEC y con bibliografía.	- Se limita a repasar los apuntes de clase.	- No repasa apuntes ni profundiza.
- Dedicación del tiempo suficiente para la preparación de las evaluaciones. Preparación continua y constante.	- Preparación de las evaluaciones de 1 a 2 días antes de su realización.	- Las evaluaciones las prepara 1 día antes de la evaluación.

Las características de los elementos planteados en las tablas anteriores permiten establecer para los dos grupos lo siguiente:

- Para lograr una comprensión de áreas que revisten gran dificultad en sus contenidos, se hace necesario la dedicación del estudiante desde el inicio de clase, para que se vayan formando en el estudiante las estructuras mentales necesarias, exigiendo la más absoluta responsabilidad, lo cual compromete una frecuente ejercitación de problemas, repaso de notas de clase y consulta de materiales de apoyo, ya que de lo contrario los resultados obtenidos no serán los esperados, como sucede con los estudiante de los grupos B y C.

- Es muy importante que el estudiante asimile la estructura de los primeros conceptos, ya que el más mínimo retraso ocasionará problemas en la asimilación de los siguientes, que son mucho más complejos y prácticos (procedimentales). Es decir, que el estudiante que ha estructurado los conocimientos iniciales de manera correcta, no necesita de tanta memoria de trabajo, logrando una mejor administración de los nuevos; en cambio el que no lo logró, tendrá dificultades de asimilación, pues necesitará la memoria de trabajo (memoria limitada) para recuperar los antiguos y a su vez relacionar los nuevos.
- Una práctica constante de ejercicios propuestos en clase, especialmente de manera individual, hacen que los conocimientos declarativos se compilen mucho más rápido, pasando a formar parte de la memoria procedural, ocasionando que al momento de la evaluación dichos conocimientos, ya automatizados, logren dar solución a los problemas planteados de manera más eficiente y sobre todo correcta.
- La profundización de los conceptos complejos vistos en clase, mediante bibliografía o con ayuda de MECs, logran que las relaciones de los conceptos puedan activarse y de esta manera hacer parte de la memoria de trabajo, para luego presentarse con la suficiente fuerza, para hacer parte definitiva de la memoria procedural.

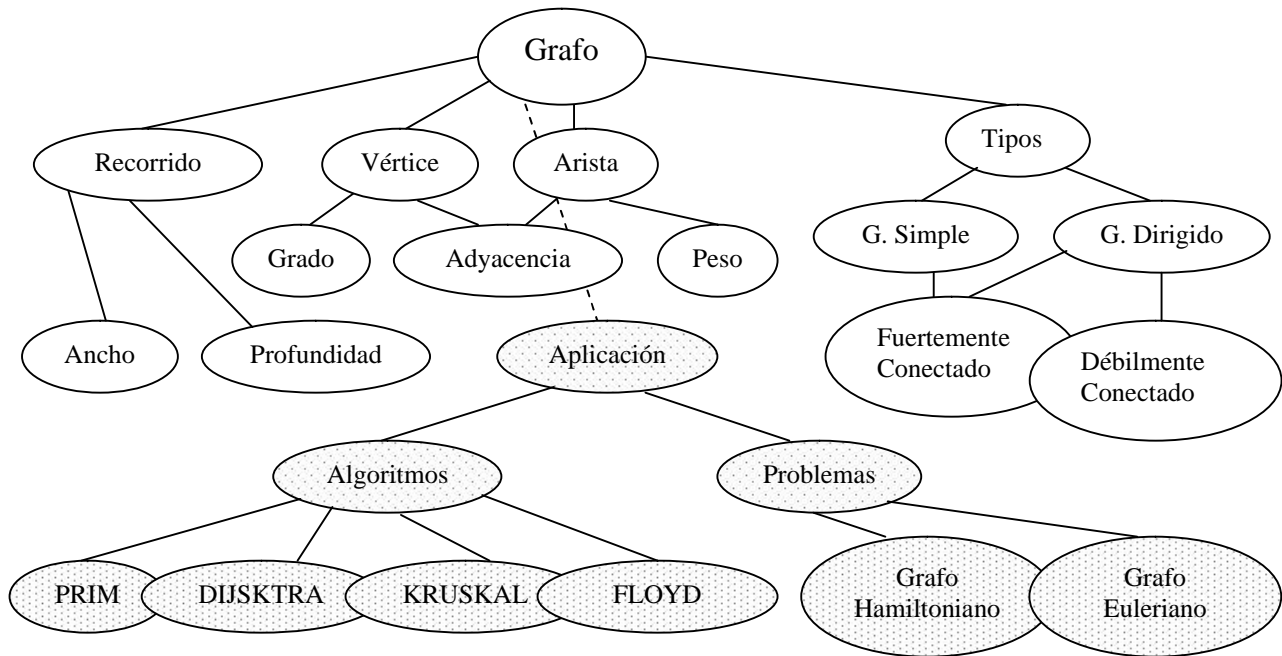
Para más información sobre la encuesta practicada remitirse al Anexo B.

6.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS MEDIANTE LA TEORÍA ACT DE ANDERSON

En este análisis se va a dilucidar las características de los diferentes elementos que intervienen en la explicación de los resultados obtenidos en el presente estudio. Para tal efecto debemos tener también presente la información recopilada de los cuadro 32, ya que la Teoría ACT se fundamenta en la relación comunicativa y de expresión que se presentan en los estudiantes.

El conocimiento declarativo, compuesto por una jerarquía de unidades cognitivas o de información, incorpora, mediante asociación, nuevas unidades cognitivas relacionadas con la Teoría de Grafos. Una representación jerárquica de los nodos que se crearían está establecida en la siguiente figura:

Figura 18. Estructura jerárquica de unidades cognitivas.



Para ambos grupos, el conocimiento declarativo estaría en constante crecimiento cada vez que el docente de cada grupo realiza su correspondiente exposición de conceptos, sin llegar a profundizar en la forma cómo éstos tienen una relación activa en la solución a determinados problemas de la Teoría de Grafos. En estas primeras fases, los estudiantes aprenderán por analogías en base a las jerarquías de nodos y de producciones ya existentes en cada uno de ellos. A medida que el docente induce en la utilización de ese conocimiento declarativo en la aplicación a determinados problemas, los estudiantes van llevando a su memoria de trabajo la carga declarativa necesaria para trabajar en la solución de los problemas planteados. La constante práctica de ejercicios provocará que se formen producciones en la memoria procedural, donde el conocimiento declarativo necesario es compilado, logrando así la automatización de los conceptos y sobre todo de su aplicabilidad.

6.2.1 Análisis resultados Grupo 1 según la Teoría ACT. El análisis obtenido de la experimentación con el Grupo 1 se resume en:

- Este Grupo, el cual hace uso del MEC, tiene la posibilidad de contrastar la explicación magistral que realiza el docente con la información contenida en el MEC, a manera de un libro de consulta electrónico (módulo de conceptos básicos). La información que posee el MEC, sirve al estudiante para aprovisionar su jerarquía conceptual de una forma mucho más rápida que si

tuviera que hacerla de un libro de la bibliografía, pues el MEC es una herramienta que facilita al estudiante la presentación de contenidos, especialmente con estudiantes de Sistemas o Informática, porque éstos ya poseen las producciones necesarias para el manejo de un computador.

- Ya que todo conocimiento comienza por ser declarativo, los estudiantes comienzan por aprender a partir de las clases magistrales y del uso del MEC, muchos conceptos básicos de la Teoría de Grafos. Los estudiantes van procesando esa información, incorporándola a su jerarquía de nodos o unidades cognitivas, al tiempo que buscan, dentro de su jerarquía de nodos existentes, relaciones con otros nodos (conocimientos de algoritmia, conocimientos básicos de estructuras de datos, informática, lenguajes de programación, etc.). Cuando se avanza hacia temáticas que necesitan de la aplicación de determinados conocimientos de la Teoría de Grafos, se recurre a la aplicación de una regla general que “busca analogías”, inicialmente entre los ejemplos que realiza el profesor y conocimientos similares ya adquiridos, y posteriormente entre los ejemplos realizados por el profesor y la tarea que tiene que realizar. Los estudiantes que utilizan el MEC (SEGraD), comienzan a trabajar sobre esta fase en la medida que utilizan el módulo de apoyo al aprendizaje, donde se presentan las temáticas expuestas de forma teórica, a la vez que son apoyadas por una simulación. Este conocimiento declarativo inicialmente se repetirá mentalmente en cada estudiante.

- Durante la fase de compilación del aprendizaje, los estudiantes de este Grupo desarrollan los subprocesos de proceduralización y composición de manera rápida y consistente. La transformación del conocimiento declarativo en conocimiento procedural, obedece gracias a que los estudiantes realizan constantemente sesiones de ejercitación utilizando el MEC durante clase, y algunos fuera de ella. El módulo que posee el MEC (SEGraD), correspondiente a ejercitación, logra que el estudiante active de forma eficiente, en la memoria de trabajo, la información declarativa necesaria para cumplir con el desarrollo de cualquier ejercicio mediante este módulo, pues el MEC, por sus características icónicas, estimula visualmente su sistema perceptual y de atención en el desarrollo de la tarea. En la medida que el estudiante practica y se ejercita con este módulo, ya no necesita repasar verbalmente el conocimiento declarativo, pues sus destrezas para solucionar problemas de Teoría de Grafos se van automatizado. Es por tanto que durante la proceduralización, los estudiantes de este grupo experimentan un acrecentamiento del número de producciones, que permiten satisfacer las situaciones que se presentan al dar solución a problemas y de aplicación de algoritmos propuestos de la Teoría de Grafos. Además, ante una situación nueva donde la regla se puede aplicar, ya no es necesario que recuperen la información declarativa, sino que se aplica la regla automáticamente. La aplicación de las reglas de producción se hará sin requerir recursos adicionales

de atención, evitando la sobrecarga de información innecesaria, que puede llegar a saturar y confundir al estudiante. A este respecto, Galvis Panqueva plantea:

Es necesario que la cantidad de información que presente un material esté preferiblemente limitada a aquello en que es pertinente que el observador preste su atención y que, en la medida de lo posible, se proporcionen ayudas para codificar información, organizándola de manera que el destinatario puede fácilmente crear bloques o grupos que faciliten el procesamiento. En este sentido los organizadores previos, los colores, la diagramación y otras ayudas de presentación desempeñan un papel importante. En medios dinámicos o interactivos como el computador, también es posible aprovechar el orden y ritmo del despliegue de información, para dosificar la cantidad que el aprendiz procesa a la vez¹⁰.

El proceso de composición es más individual, y por lo tanto su desarrollo dependerá de cómo han estructurado su red semántica de unidades de información de Teoría de Grafos, cuya construcción de condiciones posea una contigüidad lógica.

- Durante la fase de ajuste del aprendizaje, los estudiantes refinan las producciones almacenadas de la Teoría de Grafos. Los subprocesos de Generalización, Discriminación y Fortalecimiento permiten establecer un conocimiento más especializado, dependiendo del contexto, por lo que a medida que se les plantea un problema, ellos hacen usos de estos subprocesos automáticos para determinar la solución más acertada o la aplicación del algoritmo más conveniente de manera eficiente, con la secuencia de producciones más precisa. Utilizando el MEC (SEGraD), y una vez superada la fase de compilación en los estudiantes, comienza a impactar con cada uno de los módulos (conceptos básicos, grafos fuerte y débilmente acoplados, almacenamiento de un grafo en memoria,..., algoritmo de Kruskal y ejercitación estándar SEGraD) en los procesos de ajuste correspondiente, ya que tiene la oportunidad de visualizar, con ejemplos prácticos desarrollados por el estudiante, por ejemplo, la aplicabilidad de un algoritmo diferente para resolver un mismo tipo de problemas, como los algoritmos de Prim y Kruskal (Generalización); la aplicabilidad de un algoritmo específico con un determinado tipo de grafos y problemas, como los algoritmos de Dijkstra y Floyd (Discriminación); y el emparejamiento de la información de la Teoría de Grafos, conduciendo al Fortalecimiento de aquellas producciones que son aplicadas con más frecuencia, y que obviamente son aquellas que se han utilizando ejercitándose con el MEC. El MEC, en esta fase, a parte de comportarse como una herramienta visual de aprendizaje (y en ciertos casos

¹⁰ GALVIS PANQUEVA, Alvaro H. Ingeniería de Software Educativo. 4 ed. Bogotá: Ediciones Uniandes, 1994. p. 169.

de autoaprendizaje), complementa muy bien con información adicional (Campos de explicación), cada una de las acciones que el estudiante realiza al momento de ejercitarse con estos módulos, permitiendo que el estudiante no necesite recurrir a materiales adicionales para verificar lo que está haciendo.

6.2.2 Análisis resultados Grupo 2 según la Teoría ACT. El análisis obtenido de la experimentación con el Grupo 2 se resume en:

- Este Grupo, el cual siguió la metodología tradicional, se apoyó en la bibliografía suministrada por el docente para profundizar y aprovisionar su jerarquía conceptual. Sin embargo, la bibliografía resultó insuficiente, dados los pocos ejemplares existentes en la biblioteca de la Universidad de Nariño, lo que en muchas ocasiones desmotivó a los estudiantes para procurar conseguir un libro y contrastar su contenido con lo visto en clase.
- Durante la fase declarativa del aprendizaje, este grupo acumula su conocimiento declarativo gracias a las exposiciones magistrales realizadas por el docente y el uso de la bibliografía correspondiente. La estructura representacional en la memoria declarativa es la red semántica donde cada nueva unidad de información correspondiente a la Teoría de Grafos busca su sitio, logrando establecer relaciones con los nodos nuevo y los ya existentes, que seguramente están relacionados con conocimientos en (conocimientos de algoritmia, conocimientos básicos de estructuras de datos, informática, lenguajes de programación, etc.). Al avanzar hacia temas que implican la aplicación de conocimientos en Teoría de Grafos, se hace uso de analogías, que intentan recuperar las acciones similares ante planteamientos de problemas similares. Una vez explicada la técnica de solución a determinados problemas o la aplicación de determinados algoritmos, el estudiante tendrá información suficiente para proceder a aplicar lo que se le presentó en los ejemplos a las tareas que se le proponen. Este conocimiento declarativo inicialmente se repetirá mentalmente en cada estudiante.
- En la fase de compilación, los estudiantes de este grupo tienen algunas dificultades para realizar los subprocesos de proceduralización y composición de manera rápida y consistente. El proceso de proceduralización tiene lugar gracias a que los estudiantes estimulan la activación de información en la memoria de trabajo mediante mecanismos como la re-lectura de sus apuntes: teoría y ejemplos de aplicación, la lectura de material bibliográfico y alguna que otra explicación adicional hecha durante clase por el docente. También es muy importante el énfasis que el docente le imprime a determinados temas, para los cuales deja preguntas de consulta y ejercicios de refuerzo. Esto último también es válido para el Grupo 1, pero desarrollado por completo en el MEC.

- En la fase de ajuste del aprendizaje los subprocesos de Generalización, Discriminación y Fortalecimiento están determinados por los ejercicios que con lápiz y papel desarrollen los estudiantes, alrededor de diferentes problemas particulares y de aplicación de algoritmos. Esta fase nunca termina, y es por tal motivo que la experiencia que los estudiantes obtengan en el desarrollo de los ejercicios logrará que tales subprocesos se lleven a cabo de igual forma que con el Grupo 1, pero en este caso sin la utilización de un MEC como herramienta de complemento.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos después de la evaluación de conceptos básicos, solución de problemas y aplicación de algoritmos, al igual que las figuras presentadas, muestran que la hipótesis planteada, la cual propone que *“la utilización de un MEC en el desarrollo de la temática Teoría de Grafos, de la materia Estructuras de Información, produce mejores niveles de aprendizaje y de utilización del conocimiento”*, ha sido confirmada.
- De acuerdo al mecanismo de aprendizaje del Control Adaptativo del Pensamiento, de Anderson, los estudiantes que adoptaron el MEC desarrollaron y activaron las redes de nodos que permitieron obtener mejores resultados durante el paso por los tres estadios del aprendizaje: Interpretación Declarativa, Compilación y Ajuste, en un espacio de tiempo igual al del grupo que adoptó la metodología tradicional.
- Después del proceso evaluativo de los conceptos básicos es evidente que la fase de interpretación declarativa de los conocimientos de la temática Teoría de Grafos apenas está conformando y buscando un lugar a las nuevas unidades cognitivas dentro de la jerarquía ya existente. Este proceso es evidente tanto en los estudiantes que hicieron uso del MEC y especialmente de aquellos que siguieron la metodología tradicional.
- Después del proceso evaluativo de solución de problemas y de aplicación de algoritmos es evidente que la fase de compilación y ajuste son más profundos en el grupo que hizo uso del MEC, puesto que dispusieron de un módulo de ejercitación, que utilizaron frecuentemente para llevar a cabo sus prácticas, lo que hizo que sus destrezas al solucionar problemas se automaticen y fortalezcan de manera mucho más rápida.
- La aplicación de Materiales Educativos Específicos en el desarrollo de una temática o de un curso completo en carreras afines a los sistemas o la informática es más provechosa por la cercanía de este tipo de estudiantes al manejo del computador.
- Las características del Material Educativo Computarizado (SEGrad), como herramienta de apoyo durante el proceso de aprendizaje del Grupo uno, permitió que la relación docente-estudiante estuviese más enriquecida de elementos pedagógicos, a los ya tradicionales (tablero, marcador, libros), que contribuyeron a que el desarrollo de la temática fuese interesante y sobre todo más interactiva, rompiendo con la rutina metodológica tradicional.

- Las características presentes en el Grupo dos, que fue guiado de manera tradicional en su proceso de aprendizaje, hacen énfasis en la solución de problemas y aplicación de algoritmos sin mediar con herramientas alternativas para desarrollar y comprobar la solución, diferentes al papel y el lápiz.
- De acuerdo a los resultados arrojados por las evaluaciones planteadas a lo largo del desarrollo del presente estudio se muestra que los Materiales Educativos Computarizados pueden emplearse como mediadores eficaces en la construcción de conocimientos, confirmando a la vez el papel fundamental del docente como guía en los procesos de Enseñanza y de Aprendizaje.
- El empleo en este estudio de una de las teorías del procesamiento de la información, la ACT de Anderson, contribuyó en la interpretación del proceso de aprendizaje, que haciendo uso de la analogía del computador, estableció que mediante estímulos externos, en este caso del MEC (SEGrad), las unidades cognitivas de la memoria declarativa tienen un mayor grado de activación en comparación con aquellas que se activan por la ejecución de una acción correspondiente a una producción.
- El presente trabajo de investigación y los conocimientos adquiridos en la especialización en “Docencia Universitaria”, promueven en el autor la profundización en trabajos relacionados con procesos de aprendizaje apoyados en las cada vez más difundidas tecnologías de la información, ya sea con el propósito de ampliar y enriquecer el actual estudio o proponer nuevas alternativas tecnológicas al servicio de la educación.

RECOMENDACIONES

- Según los resultados arrojados por las evaluaciones, y los testimonios de los estudiantes se hace evidente que los cursos de Estructuras de Información se verán beneficiados por la utilización de Materiales Educativos Computarizados, como se demostró utilizándolo en la temática Teoría de Grafos. Por lo tanto, se recomienda el desarrollo de otros módulos MEC que permitan cubrir las restantes temáticas de la materia Estructuras de Información.
- Cubrir el desarrollo de las evaluaciones utilizando el módulo específico que tengan los MEC, completando así el ciclo de enseñanza-aprendizaje asistido enteramente por herramientas computacionales. Claro está, que se debe hacer un riguroso estudio de la coherencia y aplicabilidad de los módulos de evaluación por expertos en educación, antes de implantarlos definitivamente como herramienta de evaluación válidas.
- Proponer con la ayuda de expertos en educación, metodologías de enseñanza para docentes y metodologías de estudio para estudiantes acompañadas de MEC's, que puedan hacer más interactivas las clases de los docentes y que a su vez minimicen los tiempos de aprendizaje de los estudiante.
- Profundizar sobre las teorías del procesamiento de información, que permitan explicar otros procesos cognitivos relacionados con la educación superior en áreas completamente diferentes a la de los sistemas o de la informática.
- Incorporar al currículo de la especialización en Docencia Universitaria, de la Universidad de Nariño, más contenidos que analicen la conducta y la interacción que posee el hombre con los computadores, cuando realiza procesos de aprendizaje, y en general de su relación, mucho más amplia, con la informática, los sistemas y las telecomunicaciones, pues sin información y comunicación no existe la educación.

BIBLIOGRAFIA

BECERRA SANTAMARIA, Cesar A. Estructuras de Datos en C++. 3 ed. Bogotá: Por Computador, 1994. 756 p.

BROOKSHEAR, J. Glenn. Teoría de la Computación. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana S.A., 1993. 338 p.

BURGOS VELASCO, Alex David y GUZMAN ESTUPIÑAN, Héctor Fabio. Software educativo para el manejo general de grafos de forma dinámica. Trabajo de grado. Pasto: Universidad de Nariño, 2002. 199 p.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. El ordenador y la mente. 2 ed. Barcelona: Ediciones Paidós, 2000. 412 p.

GALVIS PANQUEVA, Álvaro H. Ingeniería de Software Educativo. 4 ed. Bogotá: Ediciones Uniandes, 1994. 359 p.

JOYANES AGUILAR, Luis. Programación en C++ Algoritmos, estructuras de datos y objetos. 2 ed. Madrid: McGraw-Hill, 2000. 540 p.

POZO, Juan Ignacio. Teorías Cognitivas del Aprendizaje. 7 ed. Madrid: Ediciones Morata, 2002. 286 p.

SABINO, Carlos. El proceso de investigación. 5 ed. Caracas: Editorial Panapo, 1992. 216 p.

ANEXOS

ANEXO A. FORMATOS DE PRUEBAS EVALUATIVAS APLICADAS

Universidad de Nariño **Ingeniería de Sistemas** **Estructuras de Información** **Evaluación de Teoría de Grafos – Conceptos**

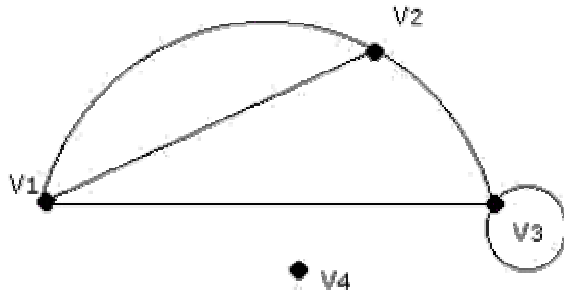
Nombre: _____ Código: _____

1. Qué es un grafo no dirigido?
2. Y qué es un grafo dirigido o dígrafo (Cuáles son sus componentes)?
3. Qué representa la longitud de un camino?
4. Dentro de la Teoría de Grafos, qué es un ciclo?
5. Cuándo se puede decir que un grafo es débilmente conexo y cuando es fuertemente conexo?. A que tipo de grafo se aplican estos términos?
6. Cuándo un grafo es completo? Para n nodos (o vértices), ¿cuántas aristas tendrá el grafo?
7. A qué se refiere el grado de un vértice? En los dígrafos cómo se clasifica el grado de un vértice?
8. Qué es un grafo con peso (o ponderado) y qué se puede representar?
9. Cuáles son las características que identifican a un grafo Euleriano?
10. Cuáles son las características que identifican a un grafo Hamiltoniano?

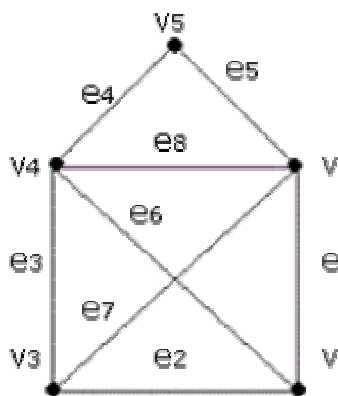
Universidad de Nariño
Ingeniería de Sistemas
Estructuras de Información
Evaluación de Teoría de Grafos - Problemas

Nombre: _____ Código: _____

1. Dado el siguiente grafo, encontrar el grado de cada vértice.

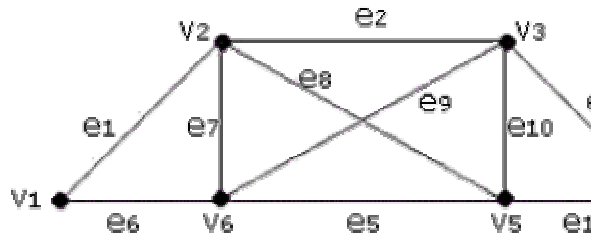


2. ¿Es posible tener un grafo, en el que cada vértice tiene grado 4 y hay 10 aristas? Realice la correspondiente demostración y si tiene solución realice un grafo que cumpla con lo anterior.
3. ¿Cuántas aristas tiene el grafo completo de orden 6? Justifique su respuesta.
4. Dado el siguiente grafo, determinar cuál de las sucesiones siguientes son trayectorias, trayectorias simples, circuitos y circuitos simples:



- a. $v_1 e_1 v_2 e_6 v_4 e_3 v_3 e_2 v_2$
- b. $v_1 e_8 v_4 e_3 v_3 e_7 v_1 e_8 v_4$
- c. $v_2 e_2 v_3 e_3 v_4 e_4 v_5 e_5 v_1 e_1 v_2$

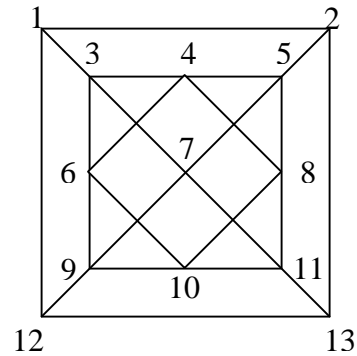
5. Dado el grafo siguiente:



Hallar:

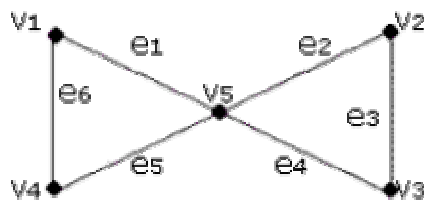
- a. Cuatro trayectorias simples diferentes.
- b. Cuatro circuitos diferentes no simples.
- c. Cuatro circuitos simples diferentes

6. Dado el siguiente grafo:

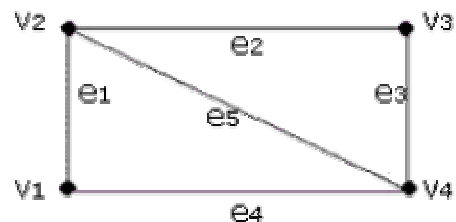


Construyendo la *Matriz de Caminos*, calcule el número de caminos de longitud $n = 5$ entre cualquier vértice y los demás.

7.Cuál de los siguientes grafos admite un circuito Hamiltoniano? Argumente cada una de sus respuestas.

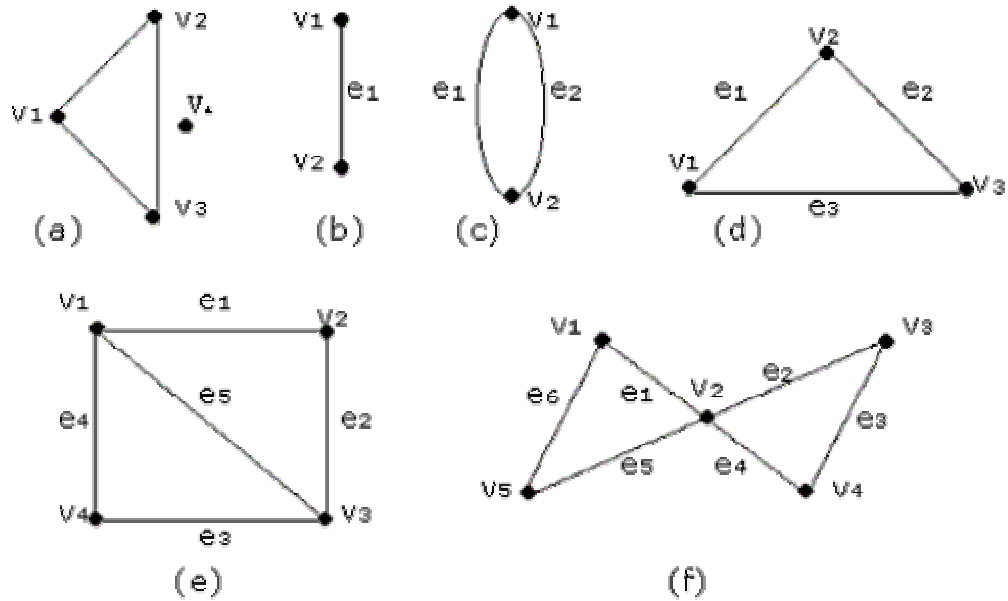


(a)

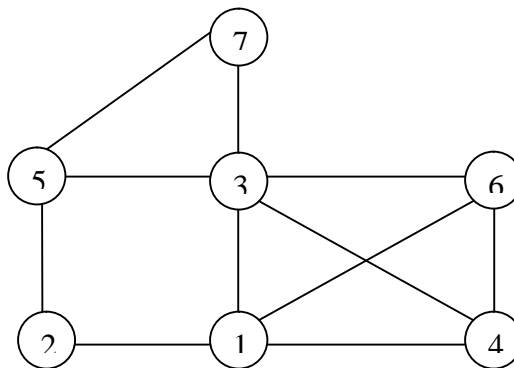


(b)

8. En los grafos siguientes, cuales admiten circuitos Eulerianos? Argumente cada una de sus respuestas.



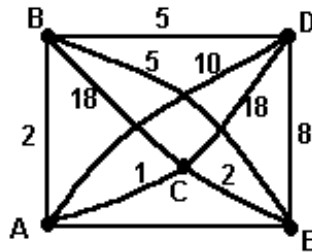
9. Dado el siguiente grafo, dibujar el árbol expandido resultante al recorrer la estructura a lo ancho comenzando desde el vértice 3. Construir la lista de adyacencia.



10. Considerando la búsqueda en Profundidad y Anchura, "bosqueje" una solución para el problema que tiene un vendedor, que debe recorrer varias ciudades (saliendo y regresando a su ciudad) y pasando exactamente una sola vez por cada una.

En el siguiente grafo aparecen las ciudades y costos de aristas que debe encontrar el vendedor.

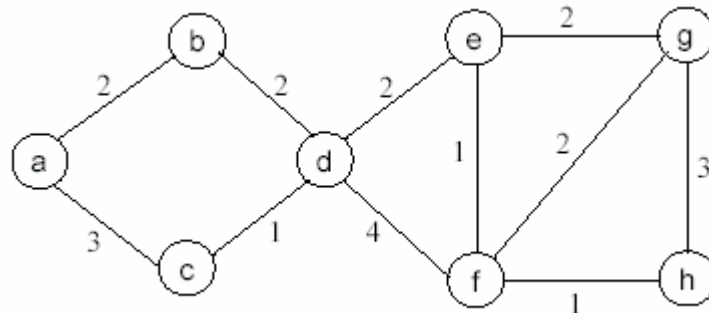
Obviamente el vendedor esta interesado en la ruta de mínimo costo.



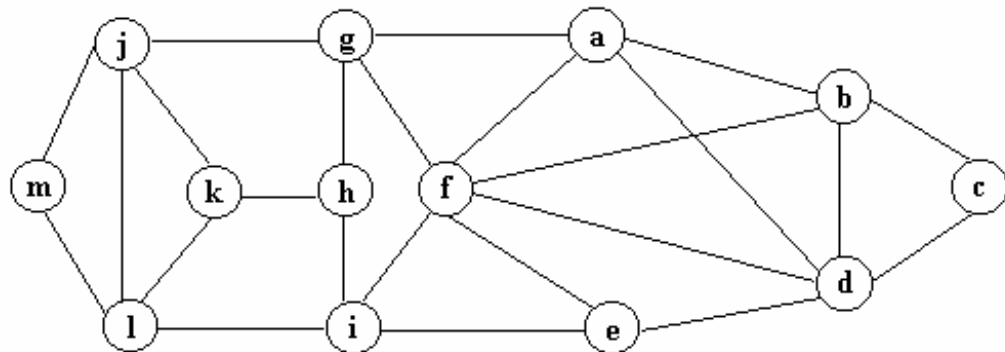
Universidad de Nariño
Ingeniería de Sistemas
Estructuras de Información
Evaluación de Teoría de Grafos - Algoritmos

Nombre: _____ Código: _____

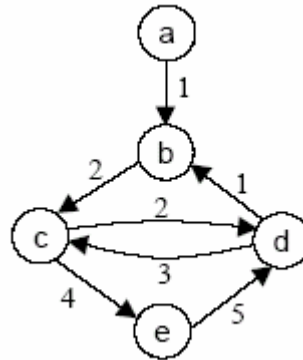
- Suponer el grafo no dirigido de la siguiente figura. Mostrar el árbol abarcador de costo mínimo utilizando el algoritmo de Prim, partiendo desde el vértice **d**.



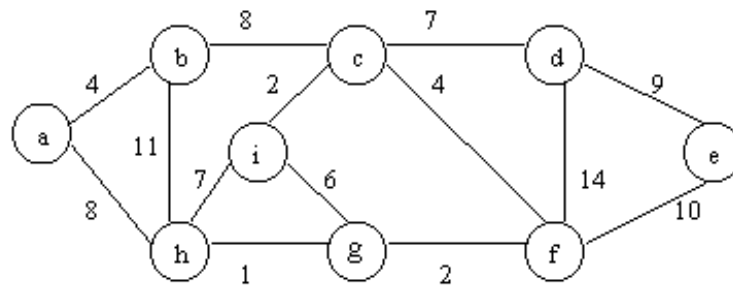
- En el siguiente grafo utilizar el algoritmo de Dijkstra para encontrar los caminos más cortos que van desde el nodo (**f**) hasta los restantes nodos, construir la matriz de adyacencia y colocar la lista del orden de visita a los nodos.



3. Mostrar el resultado de la aplicación del algoritmo de Floyd sobre el siguiente grafo dirigido. Con el resultado del algoritmo, calcular cual es el nodo más central del grafo.



4. Dado el grafo, obtener el árbol de expansión mínimo mediante el algoritmo de Kruskal.



ANEXO B. ENCUESTA

Universidad de Nariño Ingeniería de Sistemas Estructuras de Información Encuesta – Teoría de Grafos

Nombre: _____ Código: _____

1. ¿En qué momentos considera usted que dedicó mayor tiempo al estudio de la temática Teoría de Grafos?

2. ¿Realizó el repaso de ejercicios vistos en clase?, y si lo hizo, ¿en qué momento los realizó y por qué?

3. ¿Cuál fue la metodología que empleó para dar solución a los ejercicios propuestos en clase?

4. ¿Cuál fue la metodología que empleó para resolver problemas cuya solución dependía de la aplicación de algún algoritmo?

5. ¿En qué forma profundizó los contenidos de la temática Teoría de Grafos?, y ¿qué herramientas utilizó como complemento de su profundización?

6. ¿Con cuantos días de anticipación usted se dedicó a la preparación de las evaluaciones de Teoría de Grafo?

ANEXO C. PROGRAMA DE LA MATERIA ESTRUCTURAS DE INFORMACIÓN

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

ASIGNATURA	: ESTRUCTURAS DE INFORMACION
CODIGO	: 1488
INTENSIDAD HORARIA	: 6 HORAS SEMANALES 4/2
PRERREQUISITO	: 3327 – TALLER DE PROGRAMACION III
PROFESORES	: ING. MANUEL BOLAÑOS GONZALEZ ING. MAURICIO CASANOVA CORAL

I. JUSTIFICACION.

Para utilizar correctamente una computadora, es importante adquirir habilidades y conocimientos sobre las relaciones estructurales y sobre las técnicas para representar o manipular tales estructuras en la memoria del computador, para de esta forma optimizar recursos de memoria y permitir que un programa de computador sea más eficiente, independientemente de los lenguajes de programación. Para soportar la simulación de las diferentes estructuras, los estudiantes ya tienen conocimiento del lenguaje de programación de computadores C++.

II. OBJETIVOS

- Conocer las diferentes estructuras de datos existentes y los algoritmos de las operaciones asociados a cada una de ellas.
- Resolver problemas aplicando las técnicas tratadas en la materia.
- Conocer técnicas de programación que permitan emplear el computador de una forma óptima.

III. METODOLOGIA

- Se dictarán clases magistrales por parte del profesor de la materia.
- Se realizarán talleres prácticos en grupo por parte de los alumnos, resultado de una investigación.
- Prácticas en los computadores, simulando las diferentes estructuras.

IV. CRITERIOS DE EVALUACION

Se realizarán evaluaciones sumativas, evaluaciones formativas y se hará un seguimiento evaluativo durante todo el semestre.

Se tendrá en cuenta los trabajos realizados en el computador, así como también la sustentación de los mismos.

CONTENIDO

UNIDAD 1: APUNTADORES

TEMAS:

- Definición
- Declaración de un apuntador
- Qué es un nodo
- La preposición NULL
- Las funciones ASIGNAR y LIBERAR
- Como se representan la preposición NULL y las funciones ASIGNAR Y LIBERAR en C++

UNIDAD 2: ESTRUCTURAS DE DATOS LINEALES

TEMAS:

- Pila
 - o Concepto de pila
 - o Aplicaciones
 - o Implementación de algoritmos
- Cola
 - o Concepto de cola
 - o Aplicaciones
 - o Implementación de algoritmos
- Listas
 - o Concepto de listas
 - o Aplicaciones
 - o Implementación de algoritmos
- Listas circulares
 - o Concepto de listas circulares
 - o Aplicaciones
 - o Implementación de algoritmos
- Ejercicios

UNIDAD 3: ARBOLES BINARIOS

TEMAS:

- Concepto de árbol
- Arboles binarios de búsqueda
 - o Implementación de algoritmos
 - o Recorridos de un árbol
 - o Ejercicios
- Arboles AVL
 - o Definición
 - o Implementación de algoritmos
 - o Ejercicios

- Montículos
 - Conceptos básicos
 - Implementación de algoritmos
 - Ejercicios

UNIDAD 4: ARBOLES ENARIOS

TEMAS:

- Conceptos básicos
- Implementación de árboles enarios
- Recorridos de un árbol enario
- Ejercicios

UNIDAD 5: TEORIA DE GRAFOS

TEMAS:

- Conceptos básicos
- Representación de grafos
- Tipos de grafos
- Recorridos de un grafo
 - Recorrido a lo ancho
 - Recorrido a lo largo
- Aplicación de grafos
 - Algoritmo de PRIM
 - Algoritmo de DIJKSTRA
 - Algoritmo de KRUSKAL
 - Algoritmo de FLOYD

VI. BIBLIOGRAFIA

ALBERTO JAIME. Estructuras de Información

JORGE I. CUAN. Estructuras de Datos

SANDERS, NEILS. Estructuras de Datos

CESAR BECERRA. Estructuras de Datos en C++