

TESIS
PA 2003
S9

**UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSGRADO
AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN EDUCACION
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE**

**Efectos de un modelo didáctico sobre la resolución de problemas en la
asignatura de Circuitos Eléctricos**

**Trabajo Especial de Grado Presentado al Programa de Especialización en
Educación, Mención Procesos de Aprendizaje como Requisito Parcial para la
Obtención del Grado de Especialista en Educación**

Autora: María Cristi Stefanelli

Asesora: Hilda de George Ph. D.

**Caracas, Venezuela
Abril de 2003**



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

Urb. Montalbán - La Vega - Apartado 29068

Teléfonos: 4074268 - 4074269 Fax: 4074352

Dirección General de los Estudios de PostGrado



**AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION
PROGRAMA DE POSTGRADO EN EDUCACION
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE**

A C T A

Nosotras, Hilda L. de George. (Asesora) y Patricia Peña, designadas por el Consejo de Area de Humanidades y Educación de esta Universidad para conocer y evaluar en nuestra condición de jurados principales del Trabajo Especial de Grado intitulado: **“Efectos de un modelo didáctico sobre la resolución de problemas en la asignatura de Circuitos Eléctricos”**, presentado por la Licenciada **MARIA CRISTI STEFANELLI DE PAREDES**, Cédula de Identidad N° 3.665.433, para optar al título de **ESPECIALISTA EN EDUCACION, MENCION PROCESOS DE APRENDIZAJE**.

Declaramos:

- Hemos leído el ejemplar de dicho Trabajo Especial de Grado que nos fue enviado por la Dirección del Programa, con anterioridad.
- Después de haber estudiado dicho Trabajo, consideramos conveniente formalizar el siguiente veredicto:

APROBADO

y hemos acordado calificarla con **VEINTE (20) puntos**.

En fe de lo cual nosotras, miembros principales del jurado designado para conocer y evaluar el Trabajo Especial de Grado de la Licenciada **MARIA CRISTI STEFANELLI DE PAREDES**, firmamos la presente ACTA en Caracas a los veintinueve días del mes de abril del año dos mil tres.

Hilda de George

Patricia Peña

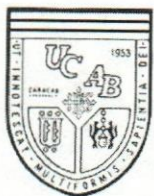
Hilda L. de George

Hilda L. de George
Asesora
C.I. N° 2.124.604



Patricia Peña

Patricia Peña
Jurado
C.I. N° 2.940.575



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

Urb. Montalbán - La Vega - Apartado 29068

Teléfonos: 4074268 - 4074269 Fax: 4074352

Dirección General de los Estudios de PostGrado

**AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION
PROGRAMA DE POSTGRADO EN EDUCACION
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE**

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

Postgrado: EDUCACION, MENCION PROCESOS DE APRENDIZAJE.

Alumna: MARIA CRISTI STEFANELLI DE PAREDES.

Cédula de Identidad N°: 3.665.433

Expediente N°: 99369.

Título del Trabajo de Grado: "EFECTOS DE UN MODELO DIDACTICO SOBRE LA RESOLUCION DE PROBLEMAS EN LA ASIGNATURA DE CIRCUITOS ELECTRICOS".

Fecha de Examen: 29 de Abril de 2003.

Calificación: Veinte (20) puntos.

Jurado:

Hilda L. de George
Hilda L. de George
Asesora
C.I. N° 2.124.604



Patricia Peña M
Patricia Peña M
Jurado
C.I. N° 2.940.575

**UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSGRADO
AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN EDUCACION
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE**

**Efectos de un Modelo Didáctico sobre la Resolución de Problemas en la
Asignatura de Circuitos Eléctricos**

Autora: María Cristi Stefanelli

Asesora: Hilda de George

Fecha: Abril 2003

Resumen

En el presente trabajo se ha desarrollado un programa de intervención en habilidades cognitivas para la solución de problemas, en el cual se ha usado modelaje experto y aprendizaje colaborativo. Dicho programa se aplicó en el curso de Circuitos Eléctricos, el cual es el primer curso del ciclo profesional de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica de la Universidad Simón Bolívar con el objetivo de mejorar el rendimiento académico en esta asignatura. Se realizó una investigación de tipo experimental con pretest y postest en la que se expone a un grupo experimental al método propuesto y se efectúa las verificaciones necesarias mediante un grupo control sometido a un método de enseñanza tradicional expositivo. Se usó como muestra a 60 estudiantes escogidos aleatoriamente de los 168 que formaban la población inscrita en la asignatura durante el período Octubre-Diciembre del 2002. Los resultados demuestran que el modelo didáctico implementado en esta investigación le permite a los estudiantes adquirir una metodología para resolver problemas de una manera eficiente, y mejora su desempeño con relación a los estudiantes sometidos al método tradicional expositivo

Tabla de Contenidos

| | Página |
|--|---------------|
| Lista de Tablas..... | v |
| Lista de Figuras..... | v |
| Resumen..... | ii |
| Capítulo I. Planificación..... | 1 |
| Contexto del Estudio..... | 1 |
| Propósito y Justificación..... | 3 |
| Enunciado del Problema..... | 4 |
| Objetivos..... | 4 |
| Capítulo II. Marco de Referencia..... | 6 |
| Capítulo III. Diagnóstico..... | 25 |
| Capítulo IV. Diseño de la Intervención..... | 30 |
| Marco metodológico..... | 30 |
| Programa de intervención..... | 33 |
| Propósito educativo..... | 33 |
| Objetivo general..... | 34 |
| Objetivos específicos..... | 34 |
| Contenidos y tareas instruccionales..... | 34 |
| Estrategias y planificación instruccionales..... | 35 |
| Planificación instruccional por sesiones..... | 39 |
| Planificación de la primera sesión..... | 39 |
| Planificación de la segunda sesión..... | 39 |
| Planificación de la tercera sesión..... | 41 |
| Planificación de la cuarta sesión..... | 42 |
| Planificación de la quinta sesión..... | 43 |
| Planificación de la sexta sesión..... | 44 |
| Planificación de la séptima sesión..... | 45 |
| Planificación de la octava sesión..... | 46 |
| Planificación de la novena sesión..... | 46 |
| Planificación de la décima sesión..... | 47 |
| Planificación de la décima primera sesión..... | 47 |
| Evaluación..... | 48 |
| Capítulo V. Ejecución de la intervención..... | 52 |
| Ejecución de la primera sesión..... | 52 |
| Ejecución de la segunda sesión..... | 53 |
| Ejecución de la tercera sesión..... | 56 |
| Ejecución de la cuarta sesión..... | 60 |
| Ejecución de la quinta sesión..... | 62 |
| Ejecución de la sexta sesión..... | 64 |
| Ejecución de la séptima sesión..... | 66 |
| Ejecución de la octava sesión..... | 68 |
| Ejecución de la novena sesión..... | 69 |
| Ejecución de la décima sesión..... | 70 |

| | |
|--|-----|
| Ejecución de la décima primera sesión..... | 71 |
| Capítulo VI. Resultados..... | 73 |
| Capítulo VII. Evaluación del Programa de intervención..... | 86 |
| Capítulo VIII. Conclusiones y Recomendaciones | 88 |
| Referencias..... | 90 |
| Anexo 1..... | 93 |
| Anexo 2..... | 99 |
| Anexo 3..... | 103 |

Lista de Tablas

| Tabla | | Página |
|--------------|---|---------------|
| 1 | Fases para la resolución de problemas..... | 9 |
| 2 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1997..... | 25 |
| 3 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1998..... | 26 |
| 4 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1999..... | 26 |
| 5 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2000..... | 27 |
| 6 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2001..... | 27 |
| 7 | Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2002..... | 28 |
| 8 | Comparación del rendimiento promedio en el pretest..... | 32 |
| 9 | Tabla de especificaciones del instrumento..... | 50 |
| 10 | Comparación del puntaje promedio del postest..... | 75 |
| 11 | Opinión estudiantil sobre el porcentaje de tiempo utilizado por el docente para exponer conocimientos y problemas.... | 78 |
| 12 | Resultados de las encuestas estudiantiles para las preguntas relacionadas con el aprendizajes..... | 79 |
| 13 | Resultados de las encuestas estudiantiles sobre el profesor y el método utilizado..... | 83 |

Lista de Figuras

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Promedios de reprobados años 97-2002..... | 28 |
| 2 | Distribuciones de edades..... | 32 |
| 3 | Distribuciones según el género..... | 33 |
| 4 | Diferencia entre los puntajes del postest y el pretest..... | 76 |
| 5 | Puntajes del postest y pretest para el grupo experimental... | 77 |
| 6 | Puntajes del postest y pretest para el grupo experimental... | 77 |
| 7 | Opinión estudiantil sobre el porcentaje de tiempo utilizado por el docente para exponer conocimientos y problemas.... | 79 |

Capítulo I

Planificación

Contexto del estudio

En la asignatura de Circuitos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la Universidad Simón Bolívar desde hace muchos años el rendimiento de los estudiantes ha sido tal que el promedio de aprobados es mayor del 50 %. Esto puede deberse a que los estudiantes que ingresan a la asignatura no manejan estrategias efectivas para la solución de problemas. Adicionalmente, la mayoría de los profesores de la asignatura usan un método tradicional de clases expositivas y no enfocan su instrucción hacia la adquisición de las estrategias requeridas, sino que suponen que el estudiante logrará la experticia sólo con la práctica.

En el área de ingeniería la solución de problemas es un aspecto central del currículum y del ejercicio profesional. Por esta razón es importante entrenar a los estudiantes de ingeniería para resolver problemas utilizando los procesos cognitivos de alto nivel empleados por los expertos.

En el presente trabajo se ha desarrollado un programa de intervención en habilidades cognitivas para la solución de problemas, en el cual se han usado estrategias de enseñanza-aprendizaje que mejoran el rendimiento académico en la asignatura de Circuitos Eléctricos, se planificaron experiencias de enseñanza y aprendizaje que han permitido centrar el proceso en el aprendiz, desarrollando el potencial del docente y del estudiante para lograr un alto nivel de competencia

Para seleccionar las estrategias de enseñanza y aprendizaje primero se plantearon las intenciones o propósitos educativos (Martín, 2001) tomando en cuenta los lineamientos del Nuevo Modelo Educativo de la USB (Aguilar, 2000), en el cual se ha propuesto fomentar la formación profesional integral (científica, tecnológica y humanística) del futuro egresado de manera que él desarrolle los conocimientos, habilidades, destrezas y valores para una participación activa de liderazgo en el desarrollo del país.

Dicho programa se aplicó en el curso de Circuitos Eléctricos, el cual es el primer curso del ciclo profesional de las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Eléctrica de la Universidad Simón Bolívar. Se eligió ese curso porque se pretende aportar al estudiante una metodología para resolver problemas de manera eficiente, haciendo hincapié en los procesos cognitivos empleados por los expertos, y que pueda aplicar de manera general y sistemática a lo largo de toda su formación y en su ejercicio profesional.

Se realizó una investigación de tipo experimental, en la cual se expone a un grupo experimental y se efectúa las verificaciones necesarias mediante un grupo control. El grupo experimental fue sometido a un método de enseñanza centrado en el estudiante, mientras que el grupo control a un método de clase tradicional.

La variable independiente en esta investigación fue el método de enseñanza-aprendizaje, mientras que la variable dependiente el rendimiento integral del estudiante, medido a través de su calificación final y de la calificación de la resolución de problemas. Existen otras variables que influyen sobre la variable

dependiente, cuya identificación y control constituye una tarea difícil. Por lo tanto los grupos control y experimental deben ser equivalentes con respecto a todos los factores que puedan influir sobre la variable dependiente, excepto en la exposición al método. Para garantizar esto, se aseguró que los grupos fueran equivalentes en cuanto a edad, sexo, rendimiento previo y en ambos grupos se usó el mismo texto, el mismo tipo y número de evaluaciones. Se usó como muestra a un grupo de estudiantes escogidos aleatoriamente de la asignatura de Circuitos Eléctricos de la USB.

Propósito y Justificación

Como resultado de la evaluación de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la USB efectuada durante los años 1998 (Adrián, Stefanelli, Juanatey, Sucre; 1998), y durante el año 1999 y el primer trimestre del año 2000, utilizando el método SECAI (Sistema para la Evaluación de Carreras de Ingeniería) propuesto por la empresa Columbus y auspiciado por Fundayacucho, la Coordinación de Ing. Electrónica ha establecido lineamientos para el diseño de un nuevo plan de estudios. Uno de esos lineamientos está orientado al establecimiento de intenciones educativas, objetivos y métodos de enseñanza-aprendizaje incluyendo la evaluación de las asignaturas.

Siendo la asignatura de Circuitos Eléctricos la primera asignatura de la carrera y conociendo que el rendimiento académico de la misma es inadecuado, se hace necesario evaluar la influencia del factor metodología de enseñanza-aprendizaje en dicha asignatura.

La realización de este trabajo puede servir de modelo para ser utilizado en otras asignaturas con el mismo tipo de problema.

Además, utilizar estrategias que conduzcan a un método de enseñanza centrado en el estudiante, haciendo hincapié en los procesos cognitivos empleados por los expertos provocando que el individuo adquiriera conocimientos, habilidades y actitudes encaminados al crecimiento personal, donde se fomente el trabajo colaborativo, será un aporte para lograr un egresado que sea agente de cambio y mejora en la sociedad.

Enunciado del Problema

Existen métodos de enseñanza-aprendizaje centrados en el estudiante y enfocados hacia el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, los cuales han probado ser eficaces en diferentes áreas, tales como matemáticas y física. Se espera demostrar que un método de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante haciendo hincapié en los procesos cognitivos empleados por los expertos para la resolución de problemas, donde se fomente el trabajo colaborativo, estimulando las operaciones mentales que facilitan el desarrollo de procesos y el control del propio aprendizaje, mejora el rendimiento de los estudiantes con respecto al rendimiento de estudiantes sometidos al método tradicional de clase expositiva en la asignatura de Circuitos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la USB.

Objetivos del estudio

El objetivo general de la intervención es contribuir al mejoramiento del rendimiento estudiantil y al desarrollo de la didáctica de Circuitos Eléctricos al

diseñar, aplicar y evaluar un programa de intervención con énfasis en el modelaje de los procesos cognitivos empleados por expertos y el aprendizaje colaborativo.

Este objetivo se desglosa en los siguientes objetivos específicos.

1. Identificar el rendimiento de los estudiantes en la asignatura de redes en el lapso de los últimos 6 años.
2. Identificar el rendimiento estudiantil previo de los estudiantes que cursan la asignatura, tomando en cuenta los conocimientos declarativos y procedimentales.
3. Diseñar un programa de intervención que haga hincapié en los procesos cognitivos empleados por los expertos para la resolución de problemas, fomente el trabajo colaborativo, y estimule las operaciones mentales que facilitan el desarrollo de procesos y el control del propio aprendizaje en el estudiante.
4. Ejecutar el programa de Intervención en el curso de Circuitos Eléctricos durante el trimestre Octubre-Diciembre de 2002.
5. Evaluar el programa de intervención

Capítulo II

Marco de Referencia

Bases Teóricas

Durante muchos años el estudio del aprendizaje estuvo dominado por el enfoque asociacionista, el cual propone que el aprendizaje es el resultado de asociaciones entre estímulos o entre estímulos y respuestas

Las nuevas orientaciones y principios de la didáctica consideran a la enseñanza como una actividad interactiva y reflexiva donde enseñar es más que transmitir conocimientos, significa desarrollar al máximo las potencialidades de la persona. Enseñar sería intercambiar, compartir, confrontar, debatir ideas y mediante estas actividades hacer que el sujeto adquiera conocimientos, habilidades y actitudes encaminados al crecimiento personal.

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje se usan para propiciar aprendizajes significativos. En ambos casos se usa el término estrategia porque son procedimientos flexibles y adaptativos (Martín, 2001).

Se puede definir a las estrategias de enseñanza como los procedimientos o recursos utilizados por el agente instruccional para promover aprendizajes significativos.

Las estrategias de aprendizaje son las que el individuo emplea para aprender, recordar y usar la información. La enseñanza nos remite a la acción del profesor, el aprendizaje al hacer del alumno.

Algunas de las estrategias de enseñanza pueden ser usadas para activar el conocimiento previo y para relacionar la información nueva con el conocimiento previo, otras pueden usarse para favorecer la atención, codificación y el procesamiento profundo de la información. El uso creativo de las estrategias queda a juicio del docente, según las intenciones y objetivos que pretenda (Díaz y Hernández, 1999).

Las estrategias de aprendizaje son procedimientos que los estudiantes adquieren y emplean intencionalmente como instrumento flexible para aprender significativamente y para solucionar problemas y demandas académicas.

Se pueden clasificar según el tipo de proceso cognitivo y la finalidad (Pozo, 1990). La estrategia de recirculación de la información se usa si el proceso es el aprendizaje memorístico y la finalidad de usar la estrategia es el repaso. Cuando el proceso es el aprendizaje significativo y la finalidad es el procesamiento de información, se usa la elaboración. Cuando el proceso es el aprendizaje significativo y el objetivo es la clasificación o la jerarquización de la información se utiliza la Organización. Finalmente, cuando el proceso es el recuerdo y la finalidad es la evocación de la información, el tipo de estrategia es la evocación de la información.

Por su parte Beltrán (1993) ha elaborado una clasificación de las habilidades vinculadas a estrategias cognitivas relevantes, agrupándolas en habilidades de búsqueda de la información, habilidades de asimilación y de retención de la información, habilidades organizativas, habilidades inventivas y creativas,

habilidades analíticas, habilidades en la toma de decisiones, habilidades de comunicación, habilidades sociales y habilidades metacognitivas.

En el área de resolución de problemas la mayoría de los psicólogos concuerdan que se define resolución de problema como la actividad que realiza el sujeto, en la que participan procesos cognitivos, para ir de un estado inicial (datos) a un estado final (meta), utilizando para ello ciertas estrategias.

Desde principios de siglo diversos autores han propuesto fases o etapas para resolver problemas (Meyer, 1986). En la tabla 1 se presentan las fases de la resolución de problemas propuestas por algunos autores.

A pesar de las diferencias entre las propuestas existen factores que se encuentran en la mayoría de ellas que influyen y permiten explicar y predecir el comportamiento del solucionador de problemas:

- Influencia del estado de desarrollo cognoscitivo. Los autores concuerdan en que las limitaciones en la solución de problemas son consecuencia de deficiencias en el desarrollo cognitivo. Además, la habilidad para resolver problemas depende del desarrollo lógico-matemático del sujeto.
- Influencia de la memoria. Basado en el modelo de memoria de Atkinson y Shiffrin, Greeno (1973, citado por Puente, 1989) propuso un modelo de memoria de tres subsistemas: la memoria a corto plazo (*MCP*), que permite describir los elementos externos del problema e interviene con mayor peso en los procesos de comprensión y reconocimiento; la memoria a largo plazo (*MLP*), donde se almacena el conocimiento previo, algoritmos, etc. indispensables para la

Tabla 1

Fases para la resolución de problemas

| Autor | Fases |
|-------------------|---|
| Wallas (1926) | Preparación: la recolección de datos e intentos preliminares Incubación: dejar el problema y hacer otras cosas Iluminación : aparece la clave "insight" Verificación: se comprueba la solución |
| Polya (1957) | Comprensión del problema: meta y datos Elaboración de un plan: utilizar experiencia pasada para encontrar método de solución. Reformular datos y alcanzar objetivo Puesta en marcha del plan. Pone en práctica el plan comprobando cada paso Reflexión y comprobación de la solución |
| Greeno (1973) | Lectura del texto Interpretación de conceptos y elementos Obtención de la información relevante Estructuración de un plan de solución Desarrollo de las acciones necesarias |
| Brigtman (1980) | Conciencia del problema Diagnóstico del problema Definición de objetivos de decisión Diseño de acciones alternativas Predicción de consecuencia de las acciones Juicio de soluciones alternativas Solución aceptable. Pre-implementación Acción de implementación Supervisión del logro de la meta Acciones correctivas o reciclaje del problema |
| Hayes (1981) | Encontrar el problema Representar el problema Planificación de la solución Llevar a cabo el plan Evaluación de la solución Consolidación de los beneficios |
| Lyles (1982) | Definición del problema Definición de los objetivos Generación de alternativas Desarrollo de un plan de acción Anticipación a los problemas Comunicación e Implementación |
| Schoenfeld (1985) | Análisis: Trazar un diagrama, examinar casos particulares y simplificar el problema Exploración: Examinar problemas equivalentes, luego problemas ligeramente modificados y finalmente problemas ampliamente modificados Comprobación de la solución: Verificar solución obtenida siguiendo criterios específicos y luego criterios generales |

Fuente del cuadro: Puente, A. (1989: Págs. 240 a 243)

solución de problemas, y la memoria funcional o de trabajo (*MT*), donde se llevan las informaciones provenientes de las memorias a corto y a largo plazo para realizar las operaciones y tomar las decisiones. Mediante estos subsistemas se construye la representación mental del problema y se evocan las estrategias heurísticas.

- Representación del problema. La representación es adecuada cuando el sujeto comprende relaciones y construye representaciones abstractas que le ayudan en la selección de submetas y métodos. La comprensión depende de los elementos del problema, de los conocimientos previos del sujeto (el experto usa principios fundamentales, mientras que el novato usa características superficiales)
- Influencia del reconocimiento de patrones. Se ha demostrado que la mayor capacidad de los expertos radica en la organización de patrones de configuraciones y no en arreglos arbitrarios (de Groot, 1966, citado por Puente, 1989), y que los expertos manejan relaciones significativas entre elementos que les permite reconocer un número muy grande de patrones distintos casi instantáneamente, por entrenamiento y práctica (Simon y Chase, 1973, citado por Puente, 1989).
- Influencia del lenguaje. La no resolución de un problema puede deberse a un uso deficiente o al desconocimiento del lenguaje (Rimoldi, 1984, citado por Puente, 1989). La comprensión equivocada del problema puede deberse a factores lingüísticos (Kintsch, 1987, citado por Puente,). Las deficiencias para resolver problemas verbales pueden deberse a limitaciones lingüísticas mas que a la falta de conocimientos (Hudson,1983, citado por Puente,1989)

- Uso de estrategias generales o específicas. Existe controversia entre las bondades del uso de estrategias generales o específicas para la solución de problemas. Newell y Simon (1972) proponen el desarrollo de habilidades a través del entrenamiento en estrategias generales. Por su parte Greeno (1973 citado por Puente, 1989) sostiene que no existe un conjunto único de habilidades que puedan servir para cualquier problema, existiendo habilidades específicas para cada tipo de problemas, para los cuales se requiere el dominio de contenidos particulares. Las estrategias generales son útiles cuando se tiene un amplio conocimiento previo que permita que el sujeto las aplique a nuevas situaciones.
- Uso de la metacognición. Existen varios componentes metacognitivos involucrados en la solución de problemas (Sternberg, 1986, citado por Antonietti, 2000), que son:
 - Decidir sobre la naturaleza del problema a enfrentar.
 - Seleccionar los componentes o pasos necesarios para resolver el problema.
 - Seleccionar la estrategia para ordenar los componentes de la solución del problema.
 - Seleccionar una representación mental para la información.
 - Localizar los recursos.
 - Supervisar las soluciones.

Se ha demostrado que estudiantes con metacognición avanzada sobrepasan a estudiantes con niveles inferiores de metacognición en solución de problemas. El conocimiento metacognitivo capacita a sujetos con niveles inferiores de aptitud a rendir igual que sujetos con niveles superiores de aptitud. Además, los individuos que

fueron capaces de predecir su rendimiento en los ensayos de solución de problemas generalmente fueron capaces de resolver el problema, adoptaron las estrategias más efectivas, cambiaron el procedimiento de solución durante la tarea y fueron capaces luego de terminar la tarea de dar una evaluación subjetiva de su respuesta, la cual coincidió con la evaluación externa (Antonietti, 2000).

La solución de problemas ha sido estudiada principalmente a través de tres enfoques teóricos: el enfoque Asociacionista, el de la Gestalt y el de Procesamiento de la Información (Meyer, 1986). A continuación se exponen los principios de estos tres enfoques.

En el enfoque asociacionista los principales exponentes fueron: Thorndike, Hull, Skinner, Berlyne. La solución de problemas en el enfoque asociacionista se entiende como una conducta respuesta a un estímulo que sigue los principios elementales del condicionamiento, que son:

- *Ley del ejercicio*, que establece que las respuestas más practicadas tienen más probabilidad de ocurrencia
- *Ley del efecto*, que establece que respuestas no válidas para un problema pierden fuerza y las que resuelven el problema ganan fuerza.
- *La ley del ensayo y error* implica que el sujeto explora dentro de su repertorio conductual hasta ensayar la respuesta que se asocie exitosamente con un estímulo.
- *El aprendizaje discriminativo* que expresa que ciertos rasgos de un estímulo pueden ser un indicador que evoca las vías para resolver el problema.

Los Neo-asociacionistas modifican la idea inicial de estímulo-respuesta y asumen que existen procesos mediados entre el estímulo y la respuesta. Este

mecanismo mediacional establece que el estímulo (problema) evoca una respuesta interna en miniatura llamada *respuesta mediacional* r_m , la cual crea un nuevo *estado interno* e_m , el cual puede evocar otra r_m , y así sucesivamente, hasta que un e_m evoca una *respuesta de solución abierta* R (la solución del problema).

Como evidencia a favor del enfoque asociacionista se tienen los resultados experimentales con anagramas. Entre sus debilidades están el que no todos los problemas pueden resolverse por ensayo y error y que hace énfasis sólo en el pensamiento reproductivo.

En el enfoque de la Gestalt los principales representantes fueron: Harlow, Kohler, Wertheimer, Maier y Katona. Este enfoque plantea que la conducta está guiada por hipótesis e intuiciones, y trata de explicar el pensamiento productivo. Para la teoría Gestaltista un problema es una estructura y su solución es un proceso de búsqueda de relaciones para reorganizar y transformar dicha estructura.

Los principios que destacan en esta teoría son la *Comprensión Estructural*, que implica la capacidad de captar como todas las partes del problema encajan para satisfacer las exigencias del objetivo, y la *Reorganización*, que implica organizar los elementos de la situación problemática de forma tal que resuelvan el problema.

Algunos conceptos relevantes del enfoque son:

- *El discernimiento (insight)*: se refiere a la revelación interior (relámpago mágico) sobre la solución de un problema.
- *El pensamiento productivo*: implica la generación de soluciones nuevas a un problema.

- *La fijeza funcional*: la aplicación reproductiva de hábitos inhiben la resolución productiva.
- *La transferencia o transposición*: considera la aplicación de pautas de una situación a otra.
- *Las insinuaciones*: son indicios que ayudan a descubrir las vías para solucionar un problema.

Entre los aportes de este enfoque están:

- Dividir el proceso de pensamiento en etapas.
- Generar fases en la resolución de problemas.
- Efecto de la experiencia previa: Se demostró efectos negativos en algunas situaciones nuevas de resolución de problemas, y efectos positivos de experiencias específicas en situaciones muy parecidas (transferencia).
- Sus planteamientos, hipótesis y explicaciones han influido en el modelo de Procesamiento de la Información.
- Intenta comprender procesos altamente complejos, tales como el pensamiento productivo.

Entre las principales debilidades del enfoque de la Gestalt están el de no contar con muchos principios generales que guíen un desarrollo teórico sólido y la dificultad de verificar experimentalmente.

Los principales exponentes del enfoque de procesamiento de la información son: Newell y Simon, Mayer, Greeno, Anderson y Wickelgren. La teoría sobre la solución de problemas está dominada por el trabajo de Newell y Simon (1972). Este trabajo estableció el paradigma del procesamiento de la información, que tiene como

premisa la metáfora de la computadora: los autores sostienen que los seres humanos, cuando se involucran en la solución de problemas, pueden representarse como *sistemas de procesamiento de información*, que resolver un problema implica una búsqueda en el *espacio del problema*, y que *el entorno de la tarea* determina en gran medida el comportamiento de la persona, independientemente de la estructura interna de su sistema de procesamiento de información.

Los autores para comprobar el modelo desarrollaron un programa de simulación y compararon los resultados de la simulación con el comportamiento humano en tareas determinadas. Utilizaron el análisis de protocolos, en los que se usan los reportes de personas resolviendo problemas como indicadores de los procesos cognitivos involucrados.

Newell y Simon (1972) plantean que un problema comprende:

- Un conjunto de estados que el solucionador debe alcanzar y que permite la aproximación hacia la meta final.
- Un conjunto de operaciones que permiten transformar unos estados en otros.
- La representación adecuada de los datos o condiciones iniciales y del ambiente de la tarea.
- La comprensión de la meta o estado terminal deseado como objetivo final de la solución.

En este enfoque la solución de problemas es la interacción entre el sistema de procesamiento de información humano, el espacio del problema, el entorno de la tarea y la representación interna del problema, más un proceso de búsqueda en el espacio de problemas.

así que pueden evocarse las viejas metas cuando las nuevas han sido alcanzadas. Esto requiere adicionalmente de un dispositivo para el almacenamiento y el control de metas (en la Memoria a Largo Plazo, *MLP*).

El *sistema de procesamiento de información humano* consta de un procesador activo, sistemas de entrada (sensorial) y salida (motor), y memorias internas de corto y largo plazo, y una memoria sensorial. Procesa información en forma serial, y es adaptativo en función de los requerimientos de la tarea y del entrenamiento que el sujeto tenga. Tiene tres características invariantes: a) el tamaño y características de acceso a la información de las diversas memorias; b) el carácter serial del procesamiento de la información, y la tasa a la que pueden ejecutarse los procesos elementales, y c) la organización global de los programas orientada a la producción y a las metas.

El *espacio de problemas* es el conjunto de acciones cognitivas y de operaciones que el sujeto realiza para resolver un problema y consta de los siguientes elementos:

- Un conjunto de estructuras de símbolos que representan un estado de conocimiento.
- Un conjunto de procesos de información (operadores) que producen nuevos estados a partir de estados anteriores.
- Un estado de conocimiento inicial sobre la tarea.
- Un problema, planteado mediante la especificación de un conjunto de estados deseados o finales.
- Los estados intermedios del problema.

El espacio de problemas tiene las siguientes características invariantes relevantes:

- El conjunto de estados de conocimiento se genera a partir de un conjunto finito de elementos. Cada estado de conocimiento es de tamaño moderado.
- El conjunto de operadores es pequeño.
- La resolución de problemas se considerando un estado de conocimiento tras otro hasta lograr un estado de conocimiento deseado.
- La búsqueda involucra retroceso, es decir, regreso de vez en cuando a estados de conocimiento viejos.

El *entorno de la tarea* está representado por los elementos explícitos o implícitos en el problema. Los explícitos se refieren a la información, los enunciados y los objetos dados sobre los cuales se debe actuar. Los implícitos se refieren a los elementos no formales presentados como suposiciones, definiciones, axiomas, etc. También forman parte del entorno de la tarea las restricciones, que son un conjunto de reglas que norman las operaciones legales, la dirección y las limitaciones.

La enseñanza sobre solución de problemas actualmente se orienta hacia la utilización de un Modelo instruccional de aprendizaje dirigido, la resolución de problemas en ambientes colaborativos, y el uso de la metacognición en la solución de problemas.

El modelo instruccional de aprendizaje dirigido (Poggioli, 1999) se centra en la experiencia guiada y propone la adquisición de habilidades en forma progresiva, mediante el modelaje de la resolución de problemas por parte del docente, la solución de problemas por parte del estudiante usando procedimientos propios de una

ejecución experta, y la evaluación y realimentación de la ejecución de los estudiantes para que adquieran experticia.

Las diferencia entre experto y novato es básicamente una diferencia de conocimiento y no de procesos cognitivos básicos o capacidades generales de procesamiento (Pozo, 1995). La diferencia de conocimiento es cuantitativa y cualitativa.

Los expertos saben más que los novatos y tienen organizados sus conocimientos de una forma diferente. La pericia es efecto de la práctica acumulada y está relacionada con áreas específicas de conocimiento, se puede tener grados diferentes de pericia para problemas de una misma área. La conversión de una persona en experto lleva a un proceso de automatización de sus conocimientos, lo que hace que consuma menos tiempo y se equivoque menos.

Los expertos además de tener conocimientos en su área de experticia categorizan los problemas según su estructura conceptual profunda, sobre la base de los principios fundamentales que lo constituyen. Los expertos realizan más discriminaciones e integraciones entre conceptos. Los novatos clasifican los problemas basados en los términos explícitos del enunciado, usan características superficiales lo que los puede conducir a cometer serios errores conceptuales.

Enfrentados al mismo problema un novato y un experto no ven el mismo problema, ya que sus esquemas de asimilación son diferentes. El paso de novato a experto requiere un verdadero cambio conceptual, implica cambios estructurales y no sólo de contenido.

El modelaje de la resolución de problemas debe hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos (Wilson, Fernández y Hadaward, 1993 y González, 2000):

- El docente debe identificar y plantear problemas solubles, lo que implica reconocer y atender dificultades y delimitar y establecer los términos de los problemas. Esto conlleva a clasificar los problemas por grado de dificultad.
- El docente debe modelar solución de problemas como un proceso iterativo con las siguientes fases:
 - Entender el problema. Implica elaborar un diagrama o esquema del problema, identificar condiciones de utilidad para la solución, incluir variables y datos relevantes, e identificar el marco teórico: recordar conocimientos y métodos previamente aprendidos, identificar modelos matemáticos.
 - Elaborar un plan. Implica seleccionar el conocimiento previo relacionado con el problema, identificar diversas metodologías y estrategias para resolver el problema, entre las cuales están los métodos algorítmicos y heurísticos, y hacer simulación mental (explorar alternativas de solución).
 - Ejecutar el plan. Implica aplicar los conocimientos y los métodos a la solución del problema, implementar y refinar solución, razonar sobre la misma y supervisar el proceso.
 - Evaluar el proceso y la solución. Implica verificar y probar la solución, cuestionar los resultados (correspondencia con solución esperada, existencia de casos especiales, cuestionar validez de suposiciones iniciales), replantear el problema si es necesario, y verificar factibilidad de

utilización del método y los conocimientos adquiridos en situaciones futuras.

El método de resolución de problemas en colaboración (Miller, 2000; León de la Barra, 1997) pretende que los estudiantes se involucren en actividades grupales de resolución de problemas para la adquisición de conocimientos. El trabajo en grupo fomenta el intercambio de ideas y conocimientos, hace que los estudiantes sean más participativos, fomenta el respeto, el apoyo y la valoración mutua. Se recomienda que los grupos sean pequeños y se constituyan de manera heterogénea, con estudiantes de diferentes niveles de rendimiento, y donde la evaluación sea grupal e individual para estimular la interdependencia y asegurar la preocupación de todos por el aprendizaje de todos, dado que el éxito colectivo depende del éxito individual. Aquí el profesor actúa como tutor o facilitador y propicia un proceso grupal efectivo que provoca mejores rendimientos que la competencia y el aprendizaje individualizado, aunque estos no deben ser ignorados (Johnson y Johnson en 1975).

Entre las ideas centrales en el aprendizaje colaborativo se pueden destacar (Klemm, 1994) la formación de grupos, la interdependencia positiva que supone que el aprendizaje de los miembros del grupo a nivel individual no es posible sin la contribución del resto, la responsabilidad individual que significa que los resultados del grupo dependen del aprendizaje individual de sus miembros, se debe entonces, establecer metas conjuntas que incorporen metas individuales para lograr la efectividad de la cooperación, la evaluación del progreso del equipo a nivel grupal e individual.

El aprendizaje colaborativo se apoya en diferentes estudios e investigaciones cognitivas. Piaget manifiesta que cuando los individuos cooperan en el medio, ocurre un conflicto socio-cognitivo que crea un desequilibrio que estimula el desarrollo cognitivo. Vigostky manifiesta que el aprendizaje colaborativo requiere de grupos de estudio y trabajo, en este el aprendiz requiere de un agente mediador (docente u otros alumnos) para mejorar su desarrollo cognitivo a través de esta mediación para acceder a la zona de desarrollo próximo. Coll y Solé definen a la enseñanza como una interacción en donde los participantes actúan simultáneamente y recíprocamente en un proceso de aprendizaje con el fin de lograr un nuevo nivel de conocimiento (Díaz y Hernández, 1999).

La efectividad del aprendizaje colaborativo ha sido confirmada por investigación teórica (Johnson y Johnson, 1993). Hay mucha literatura que demuestra que el aprendizaje colaborativo es más efectivo que otras formas de instrucción. Esta efectividad se ha documentado repetidamente durante los últimos 90 años. Hay muchos estudios que han sido dirigidos por una gran variedad de investigadores para diferentes niveles educacionales, en diferentes culturas y áreas geográficas (Klemm, 1994).

El aprendizaje colaborativo promueve las habilidades del pensamiento crítico mucho mejor que los ambientes de aprendizaje competitivos o individualistas. El estudiante que mejor aprende es el que organiza, resume, elabora, explica, y defiende, y esto ocurre más en un ambiente con apoyo de los pares.

El esfuerzo colaborativo ayuda lograr ese nivel más alto de aprendizaje, de pensamiento crítico que se estimula por el análisis del grupo, por la crítica, el debate

y la perspectiva compartida. Las habilidades del pensamiento crítico son puestas en evidencia por la obligación inherente en el aprendizaje colaborativo para comunicar el conocimiento entendiendo por cada integrante del grupo y se desarrollan estrategias y habilidades para la solución de problemas porque la interacción de grupo estimula los procesos cognoscitivos requeridos. Los entornos de aprendizaje colaborativos son situaciones donde los estudiantes trabajando juntos, se ayudan unos a otros para lograr la solución de problemas.

Para, Johnson (1990) el profesor debe desempeñar el siguiente rol en el aprendizaje colaborativo:

- Especificar los objetivos de la clase.
- Tomar decisiones previas acerca de los grupos de aprendizaje, el arreglo del salón y distribución de materiales dentro del grupo.
- Explicar la estructura de la tarea y de la meta a los estudiantes.
- Iniciar la clase de aprendizaje cooperativo.
- Monitorear la efectividad de los grupos de aprendizaje cooperativo e intervenir de ser necesario.
- Evaluar los logros de los estudiantes y ayudarlos en la discusión de cuan bien ellos colaboraron unos con los otros.

Con esta estrategia de aprendizaje colaborativo se estimula a cada miembro para que contribuya con su experiencia personal, información, perspectiva, visión, habilidades y actitudes en el intento de mejorar los logros de aprendizaje de los otros, permite al individuo recibir realimentación y conocer su propio ritmo y estilo de

aprendizaje, facilitando el uso de estrategias metacognitivas y mejorando así su rendimiento.

La importancia de la metacognición en la solución de problemas ha sido destacada en trabajos recientes (Antonietti, Ignazi y Perego, 2000; León de la Barra, 1997). Mediante la metacognición los estudiantes pueden regular sus propias estrategias para la resolución de problemas y crearse el hábito de reflexión permanente sobre los procesos involucrados en la solución de problemas.

Las investigaciones sobre la enseñanza en la ingeniería que abordan específicamente la utilización de aprendizaje colaborativo, modelaje experto y metacognición en la resolución de problemas son escasas. Sin embargo se reportan experiencias en la utilización de la metacognición y aprendizaje colaborativo en asignaturas como matemática y física para ingenieros (León de la Barra, 1997; Smith, 1995). Estas experiencias revelan gran efectividad en el rendimiento de los estudiantes y en el desarrollo de la responsabilidad del grupo que, a través del trabajo colaborativo, estimula a cada miembro para que contribuya con su experiencia en mejorar los logros del aprendizaje de cada uno.

Capítulo III

Diagnóstico

En la asignatura de Circuitos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la Universidad Simón Bolívar desde hace muchos años el rendimiento de los estudiantes ha sido tal que el promedio de reprobados es mayor del 50 %.

Para corroborar esta cifra se tomaron todas las actas de las diferentes secciones de esa asignatura a partir del año 97 hasta el segundo trimestre del año 2002 y se calcula el promedio de reprobados por sección y por trimestre. Esta información queda registrada en las tablas 2 a 7 correspondiente a cada año. Obsérvese que el porcentaje de reprobados por trimestre varía del 36 % al 62 %.

Tabla 2

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1997

| Porcentaje de reprobados | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Sección | Enero-marzo | Abril -Julio | Septiembre-Diciembre |
| 1 | 73 % | 79 % | 48 % |
| 2 | 51 % | 53 % | 86 % |
| 3 | 49 % | 31 % | 48 % |
| 4 | 49 % | 54 % | 65 % |
| 5 | 28 % | | 45 % |
| 6 | 54 % | | 58 % |
| Promedio | 62 % | 54 % | 58 % |

Tabla 3

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1998

| Porcentaje de reprobados | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Sección | Enero-marzo | Abril -Julio | Septiembre-Diciembre |
| 1 | 51 % | 79 % | 48 % |
| 2 | 61 % | 45 % | 68 % |
| 3 | 40 % | 59 % | 42 % |
| 4 | 42 % | | 69 % |
| 5 | 45 % | | 32 % |
| 6 | 49 % | | 52 % |
| Promedio | 49 % | 52 % | 52 % |

Tabla 4

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 1999

| Porcentaje de reprobados | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Sección | Enero-marzo | Abril -Julio | Septiembre-Diciembre |
| 1 | 42 % | 55 % | 51 % |
| 2 | 36 % | 58 % | 42 % |
| 3 | 66 % | 79 % | 50 % |
| 4 | 42 % | 55 % | 61 % |
| 5 | 50 % | 54 % | |
| 6 | | | |
| Promedio | 47 % | 60 % | 51 % |

Tabla 5

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2000

| Porcentaje de reprobados | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Sección | Enero-marzo | Abril -Julio | Septiembre-Diciembre |
| 1 | 40 % | 40 % | 37 % |
| 2 | 32 % | 64 % | 30 % |
| 3 | | 53 % | 73 % |
| 4 | | | 57 % |
| 5 | | | 71 % |
| 6 | | | |
| Promedio | 36 % | 52 % | 54 % |

Tabla 6

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2001

| Porcentaje de reprobados | | | |
|--------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Sección | Enero-marzo | Abril -Julio | Septiembre-Diciembre |
| 1 | 32 % | 44 % | 39 % |
| 2 | 64 % | 32 % | 68 % |
| 3 | 80 % | 44 % | 41 % |
| 4 | 50 % | | 60 % |
| 5 | 50 % | | 32 % |
| 6 | | | |
| Promedio | 55 % | 40 % | 48 % |

Tabla 7

Porcentajes de reprobados por sección y trimestre durante el año 2002

| Sección | Porcentaje de reprobados | |
|----------|--------------------------|--------------|
| | Enero-marzo | Abril -Julio |
| 1 | 76 % | 41 % |
| 2 | 50 % | 37 % |
| 3 | 38 % | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| Promedio | 54 % | 39 % |

En la figura 1 se aprecia los porcentajes promedios de reprobados por año, los cuales varían entre el 46% y el 58%

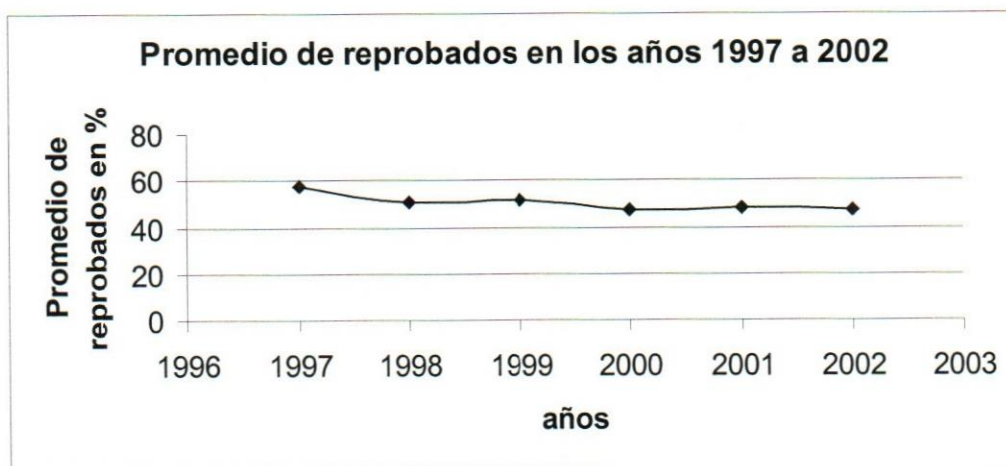


Figura1. Promedio de reprobados años 1997-2002

El bajo rendimiento observado en los resultados registrados, tanto en las tablas como en la gráfica, puede ser debido a la gran cantidad de contenidos del programa,

el tipo de evaluaciones, falta de motivación, método inadecuado de enseñanza y aprendizaje.

En la evaluación del plan de estudio realizada en el año 1998 (Adrián, Stefanelli, Juanatey, Sucre; 1998) se observa de los resultados de la encuesta a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica que los profesores del área de circuitos son evaluados en promedio, en base a 5 puntos, como se muestra a continuación:

Dominio de la asignatura: 3.8

Dedicación a la docencia: 3.36

Responsabilidad: 3.65

Trato con el estudiante: 3.36

Receptividad a planteamientos ajenos: 2.65

Metodología de la Enseñanza: 2.95

Sistema de evaluación: 3.17

Obsérvese que en metodología de la enseñanza y receptividad a planteamientos ajenos se tiene la puntuación mas baja, que además resultó ser, junto con el del área de electrónica, la menor de todas las áreas de la carrera.

De los resultados de está evaluación se ha propuesto centrar la atención de está investigación en la metodología de la enseñanza-aprendizaje como causa del bajo rendimiento estudiantil.

Capítulo IV

Diseño de la intervención

Marco Metodológico

En este diseño, mediante la utilización de la investigación aplicada, se realizó un estudio experimental en el que se sometió a un grupo experimental al modelo instruccional de aprendizaje dirigido y colaborativo y se efectuaron las verificaciones necesarias mediante un grupo control de estudiantes sometidos al método tradicional de clase expositiva. Se utilizó pretest-postest

Se tomó como variable independiente el método y como variable dependiente el rendimiento integral del estudiante medido como su calificación en resolución de problemas. Los grupos de control y el experimental han de ser equivalentes con respecto a todos los factores que puedan influir sobre la variable dependiente, excepto en la exposición al método.

En ambos grupos, experimental y control, se usó el mismo texto y el mismo tipo y número de evaluaciones.

Al someter a los dos grupos de estudiantes a dos métodos diferentes, el tradicional y el propuesto, se plantearon las siguientes hipótesis:

Ha: La aplicación de un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo tiene efectos positivos sobre la resolución de problemas en los alumnos cursantes de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería.

Ho: La aplicación de un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo no tiene efectos positivos sobre la resolución de problemas en los alumnos cursantes de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería.

La población de este estudio fueron los 168 estudiantes inscritos en la asignatura de Circuitos Eléctricos de la USB durante el trimestre septiembre – diciembre 2002. Estos son estudiantes del cuarto trimestre de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, con edades comprendidas entre 17 y 22 años de edad y tienen aprobado los tres primeros cursos de Matemáticas y los dos primeros cursos de Física.

A través de un método algorítmico, estos 168 estudiantes se asignaron a 5 secciones de la asignatura. El método consistió en ordenar a los estudiantes por número de carnet en orden ascendente y escoger uno para cada sección hasta llegar al último estudiante. La muestra fue constituida por dos de estas 5 secciones: de las 5 secciones se escogieron al azar dos secciones, con 30 estudiantes cada una, una de la cual formó el grupo experimental y la otra el grupo control. Todos los estudiantes cursaban la asignatura por primera vez.

Dado que el criterio de selección de la muestra es independiente del rendimiento, edad y género de los estudiantes se asegura la uniformidad en las condiciones de ambos grupos.

Para verificar la uniformidad con respecto al rendimiento de los estudiantes se decidió evaluar si la diferencia de las medias de los rendimientos de los dos grupos es significativa. En la tabla 8 se muestran los valores de las medias y las desviaciones estándar de los resultados obtenidos en el pretest aplicado a ambos grupos.

Tabla 8

Comparación del rendimiento promedio en el pretest.

| Grupo | Número de estudiantes | Media | Desviación estándar |
|--------------|-----------------------|-------|---------------------|
| Experimental | 30 | 6,60 | 2,28 |
| Control | 30 | 6,60 | 2,93 |

La distribución de las edades para el grupo control y el experimental se muestran en la figura 2. Para ambos grupos la media de las edades está en 18,45 y la moda y la mediana son de 18 años. La distribución tomando en cuenta el género se observa en la figura 3.

El grupo control fue sometido a un método tradicional de clase, donde el docente expone el contenido teórico, resuelve problemas y utiliza la pregunta como activador del conocimiento del estudiante.

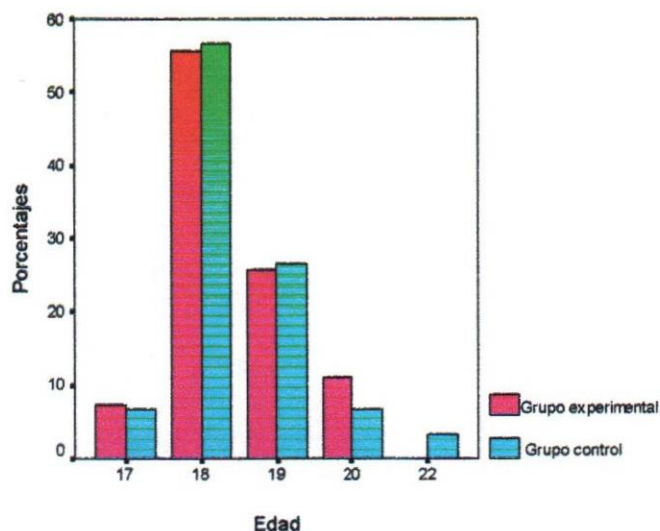


Figura 2. Distribución de edades

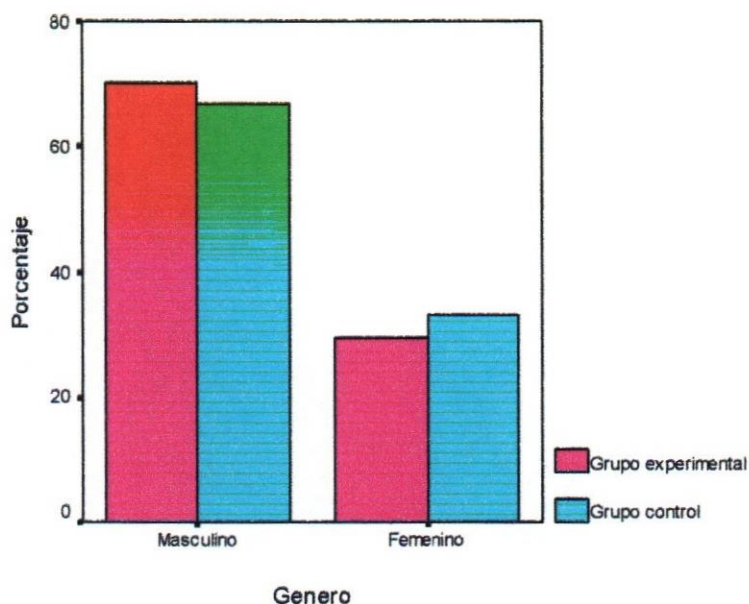


Figura 3. Distribución según el género

El grupo experimental fue sometido a un método de enseñanza-aprendizaje basado en modelaje de procesos y aprendizaje cooperativo mediante estrategias usadas por expertos y metacognición aplicadas en la resolución de problemas.

Programa de Intervención

Se seleccionaron los propósitos educativos que se quiere fomentar en los estudiantes de manera de plantear los objetivos de la intervención tomando en cuenta estos propósitos y por supuesto la misión de la Universidad Simón Bolívar. A través de los objetivos se seleccionaron las experiencias de enseñanza y aprendizaje.

Propósito educativo.

Fomentar la formación del estudiante de manera que él desarrolle los conocimientos procedimentales utilizados por los expertos y las habilidades para trabajar en equipos colaborativos.

Objetivo general.

Al finalizar la instrucción, el estudiante deberá ser capaz de resolver problemas de circuitos eléctricos resistivos en forma colaborativa, usando procedimientos propios de una ejecución experta

Objetivos específicos.

El aprendiz deberá

1. Comprender el problema: Explicar los conceptos y reglas requeridos para resolver problemas de circuitos, identificar los datos del problema y su relación con las incógnitas, y elaborar una representación del problema
2. Estructurar y poner en marcha un plan de resolución: identificar el conocimiento previo que le servirá para resolver problemas, deberá ser capaz de identificar metodologías, explorar alternativas, tomar decisiones, generar submetas.
3. Evaluar la solución
4. Reflexionar sobre las actividades y procesos utilizados en la resolución de problemas de circuitos (metacognición).
5. Resolver problemas en un entorno cooperativo mostrando indicadores de cooperación y trabajo conjunto. Estos indicadores serán oír con empatía, explicar sus ideas sin reservas y claramente, demostrar entendimiento de las ideas de otros, parafraseando el mensaje recibido, ser crítico a las ideas más no a las personas, cumplir de tareas asignadas en el tiempo previsto

Contenidos y tareas instruccionales a desarrollar.

Contenidos:

1. Enunciado del método de Mallas, Nodos y Teorema de Thévenin.
2. Procedimiento para determinar las corrientes de mallas, los voltajes de nodos y el circuito equivalente de Thévenin (Resistencia de Thévenin y Fuente de Thévenin) entre dos terminales dados, para circuitos sin o con fuentes dependientes.

Tareas instruccionales:

- 1.- Enunciar el método de mallas, nodos y el Teorema de Thévenin.
- 2.- Aplicar el procedimiento para determinar las corrientes de mallas, los voltajes de nodos y el equivalente de Thévenin, para circuitos con o sin fuentes dependientes.
- 3.- Para un circuito dado por el instructor:
 - 3.1 Identificar el tipo de problema
 - 3.2 Decidir la técnica de análisis circuital a emplear.
 - 3.2 Aplicar la técnica de análisis del circuito
 - 3.3 Evaluar validez del resultado obtenido y evaluar el proceso.

Estrategias y planificación instruccional

Los pasos para estructurar el proceso instruccional con base en la resolución de problemas en situaciones de aprendizaje colaborativo usando modelaje de procedimientos propios de una ejecución experta propuestos fueron:

- Selección de la actividad que involucre resolución de problemas
- Modelaje de la resolución de problemas
- Toma de decisión respecto al tamaño de los grupos a formar

- Realización del trabajo en grupo
- Supervisión de los grupos y monitoreo de la conducta individual de los estudiante

Selección de actividades

Identificación y planteamiento problemas solubles y selección y clasificación de problemas por grado de dificultad.

Modelaje

Modelar comprensión del problema y elaborar plan para resolverlo (el docente describirá con detalle los pasos de su pensamiento cuando está resolviendo un problema):

- Seleccionará conocimiento previo relacionado con el problema, haciendo hincapié en los principios necesarios para su resolución
- Identificará diversas estrategias y metodologías para resolver el problema.
- Explorará alternativas
- Elaborará plan definitivo (toma de decisiones)

El docente inducirá al estudiante a través de preguntas a:

- Seleccionar y relacionar conocimiento previo y experiencia previa.
- Construir criterios de decisión para elegir metodología a utilizar. Seleccionar y desarrollar un plan inicial que utilice submetas.
- Refinar el plan.

El docente invita al estudiante a reflexionar de manera sistemática y constructiva

formulando preguntas metacognitivas a lo largo de toda la instrucción para que los estudiantes:

- Reflexionen de manera sistemática y constructiva.
- Supervisen el proceso de solución del problema.
- Razonen sobre la solución, cuestionen los resultados, validen las suposiciones iniciales
- Evalúen producto y proceso de la solución.
- Monitoreen el proceso y reflexionen sobre él.
- Observen la utilidad del problema.
- Valoren el aprendizaje obtenido.

Toma de decisión sobre el tamaño de los grupos.

Se ha observado que a medida que aumenta el tamaño del grupo el rendimiento de estos es menor. (Johnson1990). Los autores recomiendan no mas de 6 integrantes por grupo de trabajo. También se recomienda que sean heterogéneos colocando alumno de niveles alto medio y bajo dentro de un mismo grupo, esto favorece el pensamiento elaborativo, la mayor frecuencia en dar y recibir explicaciones, las perspectivas diversas y la calidad de razonamiento.

En este estudio se formaron grupos heterogéneos de 4 estudiantes cada uno. En actividades de resolución de problemas es preferible grupos de tamaño pequeño (2, 3 ó 4) para maximizar la participación de cada miembro (Johnson 1990). Así cada estudiante podrá tomar parte activa en la discusión, habrá diversidad de opiniones y puntos de vista. Se le pidió a los propios estudiantes que conformaran un grupo.

Después que los grupo fueron conformados se promedió la calificación del pretest y del índice académico de los estudiante de cada grupo para verificar la heterogeneidad del mismo. De acuerdo a estos resultados se reorganizaron algunos grupos hasta obtener la heterogeneidad deseada.

Realización del trabajo en grupo.

Una vez formados los grupos de aprendizaje colaborativo, éstos deberán estudiar, resolver tareas y elaborar reportes del trabajo cooperativo, solucionar problemas en el aula y fuera del aula en un entorno colaborativo.

Los integrantes de los grupos deben mantener buenas relaciones de trabajo. Cada participante debe tener oportunidad de plantear sus ideas, entender a los demás, razonar juntos, ayudar al aprendizaje del otro, aceptar razonamientos ajenos, ser responsables, pensar en voz alta y jugar el rol de profesor

Supervisión de los grupos y monitoreo de la conducta individual de los estudiantes.

Fue imprescindible la supervisión del funcionamiento del grupo monitoreando a los equipos y a cada estudiante para prestarles ayuda en caso necesario y para realizar la evaluación tanto de los conocimientos adquiridos como de las habilidades cooperativas observadas.

La instrucción se realizó en 11 sesiones teórico-prácticas, de dos horas académicas cada una, abarcando un total de cuatro semanas. A continuación se enumeran las estrategias instruccionales que se propusieron utilizar en las sesiones. Estas serán referidas por su número en la planificación de cada sesión.

1. Enunciar objetivos y actividades a realizar.

2. Aplicar pretest.
3. Formar grupos de trabajo.
4. Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.
5. Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
6. Práctica guiada en grupos de trabajo.
7. Práctica independiente por grupos de trabajo en el aula.
8. Práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula.
9. Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.
10. Aplicación del postest

Planificación instruccional por sesiones

Planificación instruccional de la primera sesión.

Estrategias instruccionales: 1 y 2

Actividades:

1-Enunciado de objetivos y actividades. El profesor enuncia a los estudiantes los objetivos instruccionales y las actividades a realizar en el aula y fuera de ella, y su distribución en las sesiones.

2-Aplicación del pretest. El estudiante resuelve individualmente prueba diagnóstica diseñada por el profesor. La prueba diagnóstica contiene conocimientos requisito y conocimientos a aprender. Tiempo estimado 100 minutos

Planificación instruccional de la segunda sesión.

Estrategias instruccionales: 3, 4, 5, 6, 8 y 9

Actividades

- 1-Entrega de la prueba diagnóstica y actividad de reflexión (15 minutos).
 - El profesor entrega la prueba previamente corregida a los estudiantes, y menciona conocimiento previo que requiere refuerzo por parte de los estudiantes.
 - El profesor formula preguntas orientadas a que los estudiantes reflexionen sobre sus errores con relación a los contenidos y a su proceso de aprendizaje.
- 2- Formación de los grupos de trabajo y establecimiento de normas (15 minutos).
 - El profesor forma grupos heterogéneos de trabajo de cuatro integrantes, bajo el criterio de que en cada grupo haya un estudiante de alto rendimiento y uno de bajo rendimiento, y el resto de rendimiento medio, en función del promedio de los resultados de la prueba pretest y el índice académico de los estudiantes.
 - El profesor junto con los estudiantes establece las normas del trabajo en grupo.
- 3- Enunciado del Teorema de Thévenin (15 minutos).
 - El profesor formula preguntas a los estudiantes para orientarlos a que enuncien por sí mismos el Teorema de Thévenin, suponiendo que ellos lo leyeron previamente.
- 4- Procedimiento para obtener el circuito equivalente de Thévenin para circuitos con sólo fuentes independientes (40 minutos).
 - El profesor plantea problema (los problemas han sido seleccionados y clasificados por grado de dificultad), y modela su resolución tomando en cuenta:
 - Relación entre la incógnita y los datos del problema: identificar variables y datos relevantes.

- Estructura del problema: identificar elementos circuitales, conexiones, etc.
- Identificación y activación del conocimiento previo: Leyes circuitales, técnicas de análisis y reducción de circuitos.
- Elaboración de un plan inicial basado en submetas (trabajo con circuitos intermedios) y el refinamiento iterativo del plan.
- Uso de métodos generales y específicos para lograr las submetas.
- Monitoreo y evaluación del proceso y los resultados, realimentación a grupos e individuos.

Durante la actividad, el profesor formula preguntas a los estudiantes incentiva su participación en el modelaje, y para que reflexionen sobre el proceso y los resultados.

5- El profesor plantea un problema para ser resuelto por los grupos con su mediación y monitoreo, para promover y verificar el uso de aprendizaje colaborativo y el aprendizaje del enunciado del Teorema de Thévenin. (20 minutos)

El profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.

6- El profesor plantea dos problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Planificación instruccional de la tercera sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 6, 8, 9

Actividades:

1- Procedimiento para obtener el circuito equivalente de Thévenin para circuitos con sólo fuentes independientes (20 minutos).

- Profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo para uno de los problemas planteados como tarea, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.

2-Procedimiento para obtener el circuito equivalente de Thévenin para circuitos que incluyen fuentes dependientes (80 minutos).

- El profesor plantea problema (de un grado de dificultad mayor), y modela su resolución de manera similar a como lo hizo en la sesión anterior.
- Se plantea un problema para ser resuelto por los grupos con mediación y monitoreo del profesor, para promover y verificar el uso de aprendizaje colaborativo y la adquisición del procedimiento de obtención del circuito equivalente de Thévenin para circuitos que incluyan fuentes dependientes.
- El profesor formula preguntas para que los estudiantes evalúen su actividad grupal mediante auto-evaluación y co-evaluación.
- El profesor plantea dos problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Planificación instruccional de la cuarta sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 6, 7, 8, 9

Actividades:

1- Obtener el circuito equivalente de Thévenin (60 minutos).

- Se plantean dos problemas para ser resueltos por los grupos de manera independiente.
- El profesor elige al azar dos estudiantes de grupos diferentes para resolver en la pizarra cada uno de los problemas.
- El profesor formula preguntas para incentivar participación de los estudiantes, para que cuestionen los resultados y la validez de las suposiciones iniciales, evalúen proceso de solución y el producto, y utilidad del aprendizaje.
- El profesor formula preguntas para que los estudiantes evalúen su actividad grupal mediante auto-evaluación y co-evaluación.

2-Identificación de los terminales donde debe aplicarse el Teorema de Thévenin, para un circuito dado (40 minutos)

- El profesor plantea dos problemas, y modela su resolución haciendo énfasis en la relación entre la incógnita, los datos y la estructura del problema.
- El profesor formula preguntas para incentivar participación de los estudiantes, para que cuestionen los resultados y la validez de las suposiciones iniciales, evalúen proceso de solución y el producto, y utilidad del aprendizaje.
- El profesor plantea cuatro problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Planificación instruccional de la quinta sesión.

Estrategias instruccionales: 5, 7, 9

Actividades:

1-Identificación de los terminales donde debe aplicarse el Teorema de Thévenin, para un circuito dado (20 minutos)

- Se plantea un problema para ser resuelto por los grupos de manera independiente.
- El profesor resuelve en la pizarra el problema.
- El profesor formula preguntas para incentivar participación de los estudiantes.

2.- Evaluación de la tarea entregada en la sesión anterior. El profesor selecciona al azar un problema y un estudiante para que presente la solución de su grupo, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas. Esto se hace para los cuatro problemas propuestos.

Planificación instruccional de la sexta sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 6, 8 y 9

Actividades

1- Enunciado del Método de Mallas y del Método de Nodos (20 minutos).

- El profesor formula preguntas a los estudiantes para orientarlos a que enuncien por sí mismos los métodos, suponiendo que ellos lo leyeron previamente.

2- Procedimiento para obtener las ecuaciones de mallas y nodos para circuitos con sólo fuentes independientes (40 minutos).

- El profesor plantea dos problemas (los problemas han sido seleccionados y clasificados por grado de dificultad), y modela su resolución tomando en cuenta:
 - Relación entre la incógnita y los datos del problema: identificar variables y datos relevantes.

- Estructura del problema: identificar elementos circuitales, conexiones, número de mallas, número de nodos, etc.
- Identificación y activación del conocimiento previo: Leyes circuitales, técnicas de análisis y transformación de fuentes.
- Monitoreo y evaluación del proceso y los resultados, realimentación a grupos e individuos.

Durante la actividad, el profesor formula preguntas a los estudiantes para incentivar su participación en el modelaje, y para que reflexionen sobre el proceso y los resultados.

3- El profesor plantea un problema para ser resuelto por los grupos con su mediación y monitoreo, para promover y verificar el uso de aprendizaje colaborativo y el aprendizaje del método de mallas y nodos. (40 minutos)

El profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.

4- El profesor plantea cuatro problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Planificación instruccional de la séptima sesión.

Estrategias instruccionales: 5, 9

Actividades:

1- Procedimiento para obtener ecuaciones de mallas y nodos para circuitos con sólo fuentes independientes (90 minutos).

Profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo para uno de los problemas planteados como tarea, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas. Repite este procedimiento para cada problema planteado como tarea. (Se excluyen los grupos ya evaluados en sesiones anteriores.

Planificación instruccional de la octava sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 6, 8, 9

Actividades:

1-Procedimiento para obtener las ecuaciones de mallas y nodos para circuitos que incluyen fuentes dependientes (40 minutos).

- El profesor plantea problema (de un grado de dificultad mayor), y modela su resolución de manera similar a como lo hizo en la sesión anterior.
- Se plantea un problema para ser resuelto por los grupos con mediación y monitoreo del profesor, para promover y verificar la adquisición del procedimiento de obtención de las corrientes de mallas y nodos para circuitos que incluyan fuentes dependientes (40 minutos)
- El profesor formula preguntas para que los estudiantes evalúen su actividad grupal mediante auto-evaluación y co-evaluación. (20 minutos)
- El profesor plantea dos problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Planificación instruccional de la novena sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 6, 8, 9

Actividades:

- 1- Elección del método más efectivo (entre mallas, nodos y Thévenin) para la resolución de un circuito eléctrico (90 minutos).
- El profesor plantea un problema para ser resuelto por los grupos para determinar el método más eficiente para su solución. (40 minutos).
 - El profesor resuelve en la pizarra el problema, formula preguntas para incentivar participación de los estudiantes y e incentivar reflexión sobre el resultado y el proceso.
 - El profesor plantea problemas a ser resueltos, por diferentes métodos, por los estudiantes en grupo fuera del aula.

Planificación instruccional de la décima sesión.

Estrategias instruccionales: 4, 5, 9

Actividades:

- 1- Elección del método más efectivo (entre mallas, nodos y Thévenin) para la resolución de un circuito eléctrico (90 minutos).

Profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo para uno de los problemas planteados como tarea, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas. Repite este procedimiento para cada problema planteado como tarea.

Planificación instruccional de la décimo primera sesión.

Estrategias instruccionales: 10

Actividades

Aplicación de la prueba postest (100 minutos)

Evaluación

Para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes se utilizó evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

Tanto en el grupo experimental como en el de control, para la evaluación diagnóstica, previa al desarrollo del proceso educativo, se usó el pretest . Para la evaluación sumativa, al término del proceso educativo se usó el postest.

La evaluación formativa en el grupo experimental se realizó en todas las sesiones e incluyó técnicas informales como la observación de las actividades realizadas por los alumnos, la exploración a través de preguntas formuladas durante las sesiones, técnicas semiformales como la evaluación de problemas realizados en clase y tareas fuera de clase.

Para evaluar el aprendizaje colaborativo existen varias formulas (Díaz y Hernández, 1999), utilizar la media de las puntuaciones individuales de los miembros del grupo, totalizar las puntuaciones individuales de los miembros del grupo, la puntuación grupal como único producto, puntuación individual más media grupal, seleccionar al azar el trabajo de uno de los miembros del grupo y puntuarlo, etc.

Para este trabajo se propuso utilizar la evaluación del producto único por equipo de las tareas grupales dentro y fuera del aula, además para garantizar que cada

aprendiz colaboró con la tarea se seleccionó al azar a un estudiante de cada grupo y se evaluó la solución que efectuó en clase (en la pizarra) de uno de los problemas dado como tarea para ser resuelto en grupo fuera de clase. La calificación de este estudiante fue otorgada a todo su grupo.

Para evaluar las habilidades colaborativas en el aula el profesor usó la observación y reportó los resultados a través de una lista de cotejo para indicadores individuales y grupales. También se usó una encuesta para cada estudiante, en donde se utiliza autoevaluación y coevaluación.

Para evaluar la intervención se analizaron los resultados del aprendizaje del grupo y la validez de las hipótesis formuladas realizando una comparación de las medias de los resultados del postest para el grupo control y experimental aplicando la prueba T de Student, También se aplicó una encuesta a los estudiantes de ambos grupos.

Se aplicó, además, la comparación de los resultados del pretest y postest para el grupo control y para el experimental para evaluar cuan efectivo fue el aprendizaje en cada grupo.

La prueba pretest y postest que se utilizó es la misma y está constituida por dos partes. La primera parte consta de reactivos de respuesta breve (9 reactivos) y la segunda de desarrollo de problemas (16 reactivos). Para la elaboración de la prueba se escogieron los contenidos a evaluar relacionados con los temas de análisis de circuitos referidos a Método de Mallas, Nodos, Teorema de Thévenin y contenidos requisitos necesarios para entender estos temas. Considerando el nivel de instrucción

y los contenidos curriculares a los que ha sido expuesta la muestra, se abarcó el siguiente conjunto de contenidos relacionados con los temas anteriores: conceptos de variables, Leyes de Kirckoff, Ley de Ohm, reducción de circuitos, resolución por mallas, nodos y Thévenin.

Se realizó un muestreo del contenido en diversos libros de la asignatura y se escogieron los problemas que se consideraron más significativos para evaluar los temas propuestos. En cuanto a las competencias, se usaron las competencias declarativas y procedimentales

Se construyó una Tabla de especificaciones (Tabla 9) que consta de cinco columnas para contenidos (para conceptos y leyes, reducción de circuitos, mallas, nodos y Thevenin) y dos filas (una para cada competencia). Se decidió concentrar el 40 % de los reactivos a la parte conceptual y el 60% a la procedimental, dando un peso de 68% a los conceptos y procedimientos, vinculados a las variables, las leyes y la reducción de circuitos, necesarios para poder desarrollar los contenidos específicos a los métodos de Mallas, Nodos y Thévenin. A estos contenidos se le asigna un porcentaje de 34%. La tabla resultante para un instrumento de 25 reactivos es la mostrada a continuación.

Tabla 9
Tabla de especificaciones del instrumento

| Competencias | Contenidos | | | | | Totales por filas |
|---------------------|-------------------|------------------------|----------|----------|----------|-------------------|
| | VARIABLES Y LEYES | REDUCCIÓN DE CIRCUITOS | MALLAS | NODOS | THEVENÍN | |
| Declarativas | 20% | 8% | 4% | 4% | 4% | 40% |
| | 5 ítemes | 2 ítemes | 1 ítem | 1 ítem | 1 ítem | 10 ítemes |
| Procedimental | 24% | 16% | 4% | 4% | 12% | 60% |
| | 6 ítemes | 4 ítemes | 1 ítem | 1 ítem | 3 ítemes | 15 ítemes |
| Totales por columna | 44% | 24% | 8% | 8% | 16% | 100% |
| | 11 ítemes | 6 ítemes | 2 ítemes | 2 ítemes | 4 ítemes | 25 ítemes |

Dado que el objetivo de esta investigación no es la elaboración del instrumento, sólo se realizó la validación del mismo a través del juicio de expertos, para lo cual se cuenta con los 5 profesores que dictan la asignatura de circuitos eléctricos. Cabe mencionar que el hecho de que los reactivos escogidos sean problemas propuestos en libros de textos de Circuitos Eléctricos reconocidos mundialmente, también garantiza la validez de contenido de la prueba.

El instrumento diseñado se encuentra en el anexo 1. Los reactivos escogidos se ordenan por grado de dificultad.

La encuesta a los estudiantes para autoevaluación y coevaluación, la lista de cotejo para indicadores grupales, la lista para indicadores individuales y la encuesta para los estudiantes para evaluar la intervención se encuentran en el anexo 2.

Capítulo V

Ejecución de la Intervención

El registro sistemático de la ejecución ayudará a medir el grado de implantación de la misma y a establecer la relación entre lo realizado y los resultados. A continuación se registra la ejecución de la intervención para cada sesión.

Ejecución de la primera sesión

Fecha: 21-11-2002

Objetivos:

- Enunciar los objetivos y actividades a realizar en las 11 sesiones de intervención propuestas.
- Aplicar la prueba pretest como prueba diagnóstica

Número de Asistentes: 30 estudiantes

Actividades del Docente:

- Enunció a los estudiantes los objetivos instruccionales y las actividades a realizar en el aula y fuera de ella, y su distribución en las sesiones.
- Entregó la copia de la planificación que se efectuaría por sesión. Comentó las estrategias a utilizar para lograr el aprendizaje.
- Hizo referencia a las ventajas de trabajar colaborativamente y explicó las ventajas de este método basándose en la literatura estudiada.

Observaciones: Los estudiantes manifestaron curiosidad y preocupación por el trabajo colaborativo y por la evaluación del mismo. El profesor resolvió las dudas planteadas

Actividades de los estudiantes:

- Plantearon dudas
- Realizaron la prueba pretest

Observaciones: el tiempo de resolución de la prueba estuvo alrededor de 30 minutos, un tercio del estimado. Se les pidió a los estudiantes que anotaran en la prueba su índice académico, puesto que este se usaría como referencia para la formación de los grupos de trabajo en la próxima sesión. Al terminar la prueba los estudiantes se desincorporaban de la sesión.

Evaluación de la sesión:

En esta sesión se cumplieron los objetivos previstos aunque el tiempo usado fue menor que el estimado debido a que la prueba pretest duró un solo 30 minutos, los estudiantes respondieron sólo a las preguntas. conocimientos requisito y no a las conocimientos a aprender.

Ejecución de la segunda sesión.

Fecha: 26-11-2002

Objetivos:

- Reflexionar sobre resultados de la prueba diagnóstica
- Formar los grupos de trabajo
- Establecer las normas del trabajo colaborativo
- Modelar la resolución de problemas usando ejecución experta
- Promover la metacognición.
- Promover la práctica guiada por grupos de trabajo en el aula

- Promover la práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 30 estudiantes

Actividades del docente:

- Entregó los resultados de la prueba diagnóstica
- Formuló preguntas orientadas a que los estudiantes reflexionen sobre sus errores con relación a los contenidos y a su proceso de aprendizaje
- Mencionó los conocimientos previos que requerían refuerzo.
- Asignó a los estudiantes a grupos heterogéneos de trabajo de cuatro integrantes, bajo el criterio de que en cada grupo hubiera un estudiante de alto rendimiento y uno de bajo rendimiento, y el resto de rendimiento medio, en función del promedio de los resultados de la prueba pretest y el índice académico de los estudiantes.
- Formuló preguntas a los estudiantes para orientarlos a que enunciaran por sí mismos el Teorema de Thévenin.
- Planteó 2 problemas (los problemas han sido seleccionados y clasificados por grado de dificultad), y modeló su resolución tomando en cuenta:
 - La relación entre la incógnita y los datos del problema: identificó las variables y los datos relevantes, identificó elementos circuitales, conexiones entre los elementos.

- A través de la pregunta se identificó y activó el conocimiento previo de los estudiantes sobre las leyes circuitales, técnicas de análisis y reducción de circuitos.
 - El profesor trabajó con circuitos intermedios obtenidos a través de reducciones sobre el circuito original. Se trabajó sobre resultados intermedios para observar otras formas de reducir los circuitos, usando métodos específicos, para lograr los circuitos equivalentes necesarios para alcanzar la meta final.
- A través de la pregunta reflexiva se monitoreó y evaluó el proceso y los resultados para ambos problemas propuestos, se dio realimentación a los grupos e individuos.
 - Formuló preguntas a los estudiantes, incentivó su participación en el modelaje, y en la reflexión sobre el proceso y los resultados.
 - Planteó dos problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Observaciones: Los estudiantes pidieron al profesor que les permitiera a ellos mismos formar los grupos, esto fue aceptado por el docente pero bajo la premisa de que los grupos fueran heterogéneos. Después de alguna reorganización quedaron establecidos 7 grupos de estudiantes: cinco grupos compuestos por 4 estudiantes cada uno y dos grupos de 5 estudiantes cada uno. Se comprobó la heterogeneidad de los grupos, revisando el promedio del rendimiento (promedio entre el índice académico y resultado del pretest) de cada uno de los estudiantes que formaban un grupo.

Con gran dificultad se consiguió que 4 de los estudiantes aportaran sus respuestas a las preguntas sobre el concepto del teorema. Un grupo mayor de estudiantes intervinieron en las actividades de modelaje.

Actividades de los estudiantes:

- Junto al docente establecieron las normas del trabajo en grupo colaborativo.
- Respondieron a las preguntas del profesor
- Participaron en el modelaje
- Reflexionaron sobre resultados y proceso

Observaciones: Los estudiantes surgieron preguntas sobre la evaluación del trabajo en grupo. Se decidió optar por la evaluación propuesta por el profesor según se explica en el capítulo IV en la sección de evaluación. Solamente un 50% de los estudiantes participaron en el proceso de modelaje y reflexión.

Evaluación:

El tiempo previsto para realizar las actividades de esta sesión no fue suficiente por lo cual no se pudo cumplir todos los objetivos el profesor no pudo realizar la actividad de plantear un problema sencillo para ser resuelto, con su mediación y monitoreo, por los grupos en el aula, con lo cual no pudo promover la práctica guiada por grupos de trabajo en aula ni monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la actividad grupal. Solamente el 50 % de los estudiantes intervinieron en el proceso de modelaje .

Ejecución de la tercera sesión

Fecha: 28-11-2002

Objetivos:

- Modelar la resolución de problemas usando ejecución experta
- Promover la metacognición.
- Promover la práctica guiada por grupos de trabajo en el aula
- Promover la práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 30 estudiantes

Actividades del docente:

- El Profesor presentó la solución de uno de los problemas planteados como tarea, y promovió la intervención de los estudiantes mediante preguntas. (20 minutos).
- Planteó dos problema que incluyen fuentes dependientes y modeló su resolución. (40 minutos). El ejercicio consiste en calcular el voltaje y la resistencia de Thévenin.
 - El profesor formuló preguntas acerca de los conocimientos previos para realizar las operaciones requeridas.
 - Explicó paso a paso la resolución de los problemas, modeló y promovió la metacognición. Se analizaron las características de los datos, dónde aplicar el Thévenin, como aplicarlo debido a la inclusión de fuentes dependientes, como buscar submetas, cuales eran las restricciones del problema, se plantearon diferentes formas

de reducir los circuitos, y se escogió entre todas la más adecuada al problema propuesto.

- Se preguntó a los estudiantes en todo momento si tenían dudas. Se formularon preguntas a los estudiantes y se promovió la realimentación por parte de otros estudiantes a las respuestas dadas.
 - Promueve en el estudiante la vinculación del conocimiento nuevo con el previo
 - Se evaluaron los resultados obtenidos, incentivando la reflexión sobre la relación entre el resultado, los datos, las unidades y la estructura del circuito.
- El docente entregó un problema por grupo para ser realizado con mediación y monitoreo del profesor, para promover y verificar el uso de aprendizaje colaborativo y la adquisición del procedimiento de obtención del circuito equivalente de Thévenin para circuitos que incluyan fuentes dependientes. (40 minutos).
 - Monitoreó a cada grupo, realimentó su trabajo, aceptó explicaciones de los estudiantes en sus propias palabras, corrigió el vocabulario y promovió la utilización adecuada del vocabulario técnico. Hizo que los estudiantes parafraseen lo dicho por sus compañeros de grupo.
 - El profesor formuló preguntas para que los estudiantes evaluaran su actividad grupal mediante autoevaluación y coevaluación.

- Entregó cuatro problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Observaciones: El docente no pudo atender de igual manera a todos los grupos, durante el monitoreo de los mismos.

Actividades de los estudiantes:

- Los estudiantes intervinieron en el modelaje: contestaron las preguntas hechas por el profesor, dieron realimentación a sus compañeros, formularon preguntas, que con la ayuda del profesor respondían ellos mismos.
- Se organizaron, formando un círculo, en sus respectivos grupos. De forma inmediata comenzaron a trabajar en el problema propuesto por el docente, usando como ejemplo el modelaje realizado por el profesor.
- Evaluaron su actividad grupal mediante autoevaluación y coevaluación.

Observaciones: Durante esta actividad se presentaron algunos problemas. Simultáneamente, varios grupos de trabajo pidieron la ayuda del profesor, mientras este estaba asesorando a uno de los grupos. La impaciencia provocó que los estudiantes no atendidos hablaran en voz alta y distrajeran el trabajo de todos los grupos. El profesor explicó a los estudiantes que para que la sesión tuviera el resultado esperado debían seguirse las reglas de esperar el turno correspondiente. Varios estudiantes llegaron tarde a la sesión.

Evaluación:

En esta sesión se logró llevar a cabo todas las actividades previstas en el tiempo estimado. Dos de los grupos de trabajo no estaban completos debido a la

ausencia de algunos de sus integrantes. Hubo retraso en el monitoreo y ayuda a algunos de los grupos, pero a pesar de esto se logró concluir la actividad. Cabe destacar que es difícil atender a 7 grupos simultáneamente.

Ejecución de la cuarta sesión

Fecha: 2-12-2002

Objetivos:

- Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.
- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Práctica independiente por grupos de trabajo en el aula.
- Práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 25 estudiantes

Actividades del docente:

- El profesor planteó dos problemas para obtener el circuito equivalente de Thévenin (60 minutos). Estos problemas serán resueltos por los grupos de manera independiente.
- Eligió al azar dos estudiantes de grupos diferentes para resolver en la pizarra cada uno de los problemas.
- Planteó dos problemas, y modela su resolución haciendo énfasis en la relación entre la incógnita, los datos y la estructura del problema para identificar los terminales donde debe aplicarse el Teorema de Thévenin (40 minutos)

- Formuló preguntas para incentivar la participación de los estudiantes, para que cuestionen los resultados y la validez de las suposiciones iniciales, evalúen proceso de solución y el producto, y utilidad del aprendizaje. Promueve la metacognición.
- Formuló preguntas para que los estudiantes evalúen su actividad grupal mediante autoevaluación y coevaluación.
- Monitoreó y evalúa a los grupos y a los estudiantes.
- Planteó cuatro problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Observaciones: Para realizar la evaluación de los grupos y los estudiantes el profesor utiliza una lista de cotejo para lo cual se facilita el registro de las actividades a evaluar.

Actividades de los estudiantes:

- Los estudiantes se organizan en círculo formando sus respectivos grupos y se dedicaron a resolver los dos problemas en forma colaborativa.
- Dos de los estudiantes resolvieron en la pizarra los problemas propuestos para ser desarrollados independientemente por los grupos.
- Los estudiantes participaron en todas las actividades, cuestionaron los resultados y la validez de las suposiciones iniciales, evaluaron las soluciones de los problemas, los procesos involucrados y utilidad del aprendizaje.
- Cada grupo entrega la tarea desarrollada fuera del aula propuesta por el docente la sesión anterior.

Observaciones: Faltaron a esta sesión 5 estudiantes y 4 llegaron tarde.

Evaluación:

Esta sesión se ajustó a lo planificado. Se hace notar que 3 de los grupos estaban incompletos debido a la ausencia de alguno de sus integrantes.

Ejecución de la quinta sesión

Fecha: 18-2-2003

Objetivos:

- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Práctica independiente por grupos de trabajo en el aula.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 30 estudiantes

Actividades del docente:

- El profesor planteó un problema, de identificación de los terminales donde debe aplicarse el Teorema de Thévenin, para ser resuelto por los grupos de manera independiente (20 minutos)
- Resolvió en la pizarra el problema.
- Formuló preguntas para incentivar participación de los estudiantes.
- Planificó la evaluación de la tarea entregada en la sesión anterior: selecciona al azar un problema, un grupo y a un estudiante de ese grupo para que presente la solución en la pizarra, y promueve la intervención de los otros

estudiantes mediante preguntas. Esto se hace para los cuatro problemas propuestos en la tarea.(100 minutos)

Observaciones: Esta sesión se realizó una semana después de comenzadas las actividades. La semana del 10 al 14 de febrero se utilizó para repaso y reajuste de las actividades debido al largo receso por suspensión de actividades en la universidad. En esta sesión se evalúan 4 grupos. Los 4 restantes serán evaluados en sesiones próximas

La nota de esta tarea para los grupos que intervienen es la nota del estudiante que pasa a la pizarra.

Actividades de los estudiantes:

- Los estudiantes se organizaron en sus respectivos grupos y resolvieron, sin la mediación del profesor, el problema propuesto.
- Un estudiante de cada grupo resolvió uno de los problemas de la tarea en la pizarra. Con la intervención del resto de los estudiantes a través de las preguntas y el cuestionamiento y reflexión de los resultados y el proceso.

Observaciones: Los cuatro estudiantes mantuvieron el interés de la clase, plantearon los problemas en forma adecuada y seguían el esquema del profesor para el modelaje. Para responder las preguntas formuladas por sus compañeros recibieron ayuda del docente.

Evaluación:

Esta sesión fue especialmente interesante. Se observó de manera clara que el estudiante al tomar el rol del profesor, lo imita tanto en la forma de plantear la solución del problema como también en la manera de dirigirse a sus compañeros.

En esta sesión se cumplió con lo planificado.

Ejecución de la sexta sesión

Fecha: 21-2-2003

Objetivos:

- Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.
- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Práctica guiada en grupos de trabajo.
- Práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Actividades del docente:

El profesor formuló preguntas a los estudiantes para orientarlos a que enuncien por sí mismos los Métodos de Mallas y de Nodos, suponiendo que ellos lo leyeron previamente. (20 minutos).

- Planteó dos problemas y modela su resolución (los problemas han sido seleccionados y clasificados por grado de dificultad), para obtener las ecuaciones de mallas y nodos para circuitos con sólo fuentes independientes (40 minutos).

- Formuló preguntas a los estudiantes para incentivar su participación en el modelaje, y para que reflexionen sobre el proceso y los resultados.
- Planteó un problema para ser resuelto por los grupos con su mediación y monitoreo, para promover y verificar el uso de aprendizaje colaborativo y el aprendizaje del método de mallas y nodos. (40 minutos)
- Seleccionó al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo, y promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.
- El profesor dio realimentación a los estudiantes sobre la solución de los problemas
- Planteó cuatro problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Observaciones: El modelaje realizado por el profesor tomó en cuenta la relación entre la incógnita y los datos del problema, la estructura del problema, la identificación y activación del conocimiento previo de los estudiantes, el monitoreo y evaluación del proceso y los resultados, la realimentación entre los estudiantes.

Actividades de los estudiantes:

- Intervinieron activamente en el modelaje a través de la formulación de preguntas y de la respuesta a las preguntas formuladas por el profesor
- Reflexionaron sobre enunciados, procedimientos, resultados y procesos

- Los estudiantes se organizan en sus respectivos grupos y resuelven el problema propuesto por el profesor

Observaciones: Los estudiantes en su grupo dialogaron, oyeron a sus compañeros, algunos parafrasearon, llegaron a acuerdos y tomaron decisiones en forma compartida. Utilizaron la ayuda del profesor sobretodo para problemas asociados a las matemáticas necesarias para la resolución del circuito.

En esta sesión faltaron 3 estudiantes, además más del 50% de los estudiantes llegaron tarde por lo cual la sesión comenzó 10 minutos después de lo previsto

Evaluación:

A pesar del retardo en el comienzo, en esta sesión se cumplió con lo planificado y se observó que aunque la actividad grupal era con ayuda del profesor, los grupos trabajaron con mucha independencia en lo que se refiere a los conceptos y procedimientos nuevos.

Ejecución de la séptima sesión

Fecha: 26-2-2003

Objetivos:

- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Numero de estudiantes: 30 estudiantes

Actividades del docente:

- Organizó la evaluación de la tarea entregada la sesión anterior sobre la aplicación del método de mallas y nodos sin fuentes dependientes (90 minutos). El profesor selecciona al azar un problema de la tarea, un grupo y un estudiante para que presente la solución de su grupo. Este procedimiento se ejecuta para cada uno de los cuatro problemas planteados como tarea.
- Promovió la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.

Observaciones: En la ejecución de esta sesión se excluyeron los cuatro grupos ya evaluados en la quinta sesión.

Actividades de los estudiantes:

- Un estudiante de cada grupo resolvió uno de los problemas de la tarea. Con la intervención del resto de los estudiantes a través de las preguntas y el cuestionamiento y reflexión de los resultados y el proceso.

Observaciones: Uno de los estudiantes, escogido al azar para resolver uno de los problemas en la pizarra, pidió ser relevado por otro estudiante de su grupo, no se sentía seguro puesto que no había podido reunirse con sus compañeros para realizar la tarea. Esto fue confirmado por los otros integrantes de su grupo. El profesor accedió al cambio.

Tres estudiantes llegaron tarde a la sesión.

Evaluación:

En esta sesión se ejecutó lo planificado.

Ejecución de la octava sesión

Fecha: 28-2-2003

Objetivos:

- Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.
- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Práctica guiada en grupos de trabajo.
- Práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de estudiantes: 28 estudiantes

Actividades del docente:

- Planteó un problema para obtener las ecuaciones de mallas y nodos para circuitos que incluyen fuentes dependientes, y modela su resolución de manera similar a como lo hizo en la sesión anterior (40 minutos).
- Planteó un problema para ser resuelto por los grupos con mediación y monitoreo del profesor, para promover y verificar la adquisición del procedimiento de obtención de las corrientes de mallas y nodos para circuitos que incluyan fuentes dependientes (40 minutos)
- Formuló preguntas para que los estudiantes evalúen su actividad grupal mediante autoevaluación y coevaluación. (20 minutos)
- Planteó dos problemas a ser resueltos por los estudiantes en grupo fuera del aula. Los problemas incluyen simulación con la computadora.

Ejecución de la novena sesión:

Fecha: 6-3-2003

Objetivos:

Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.

Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.

Práctica independiente por grupos de trabajo fuera de aula.

Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 27 estudiantes

Actividades del docente:

- Planteó un problema para ser resuelto por los grupos para determinar el método más eficiente (entre mallas, nodos y Thévenin) para su solución. (70 minutos).
- Resolvió en la pizarra el problema, formula preguntas para incentivar participación de los estudiantes y e incentivar reflexión sobre el resultado y el proceso. (30 minutos)
- Planteó problemas a ser resueltos, por diferentes métodos, por los estudiantes en grupo fuera del aula.

Observaciones: Ninguna relevante

Actividades de los estudiantes:

- Se involucran en la resolución del problema
- Participan en la respuestas solicitadas y formulan preguntas
- Reflexionan sobre el resultado, el proceso cognitivo para desarrollar el problema.

- Vinculan los conocimientos nuevos con los previos

Observaciones: Se percibe que los estudiantes la independencia de trabajar con poca ayuda del docente

Evaluación:

Se cumplieron los objetivos propuestos en la planificación

Ejecución de la décima sesión

Fecha: 11-3-2003

Objetivos:

- Modelaje de resolución de problemas usando ejecución experta.
- Uso de preguntas que guíen a la metacognición por parte del profesor.
- Monitorear y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la actividad grupal.

Número de asistentes: 28 estudiantes

Actividades del docente:

- Profesor selecciona al azar un estudiante para que presente la solución de su grupo para uno de los problemas planteados como tarea, (elección del método más efectivo entre mallas, nodos y Thévenin) (90 minutos).
- Promueve la intervención de los otros estudiantes mediante preguntas.
- Repite este procedimiento para cada problema planteado como tarea.
- Promueve la retroalimentación entre los estudiantes y la metacognición

Observaciones: Ninguna

Actividades de los estudiantes:

- Un representante de cada grupo pasa a la pizarra a resolver un problema de la tarea
- Los estudiantes intervienen a través de las respuestas a las preguntas o formulando preguntas
- Reflexionan y toman decisiones sobre la metodología más adecuada para resolver los problemas
- Hacen metacognición

Observaciones: Todos los estudiantes intervienen en la sesión de manera muy activa.

Evaluación:

En esta sesión hubo participación masiva de los estudiantes. Y se pudieron resolver los problemas propuestos de varias formas. Se tomaron decisiones acertadas en cuanto a la manera optima de resolver los problemas. La sesión duró el tiempo previsto y se realizaron las actividades planificadas.

Ejecución de la décimo primera sesión

Fecha: 13-3-2003

Objetivo:

Aplicación del postest.

Número de asistentes: 30 estudiantes

Actividades del docente:

- El profesor repartió la prueba, leyó las instrucciones y contestó dudas de los estudiantes.

Observaciones: El salón fue ordenado de manera que los estudiantes trabajaran individualmente alejados uno de los otros. El profesor citó a los estudiantes a reunirse una vez corregidas las pruebas para dar realimentación sobre los resultados de la misma y para que los estudiantes llenaran el instrumento de evaluación de la intervención.

Actividades de los estudiantes:

- Los estudiantes resolvieron la prueba individualmente

Observaciones: Un 20% de los estudiantes entregaron la prueba antes de finalizar el tiempo asignado para su realización.

Evaluación:

En esta última sesión de la intervención se cumplió con el objetivo previsto en la planificación.

Capítulo VI

Resultados

Del total de 60 estudiantes que participaron inicialmente en el experimento, el grupo experimental fue conformado por los mismos 30 estudiantes mientras que en el grupo control sólo restan 26 estudiantes.

Para la prueba de las hipótesis planteadas en el presente trabajo se usaran los resultados obtenidos en el postest aplicado a un total de 56 estudiantes de los grupos experimentales y control.

En este trabajo se plantearon como hipótesis de trabajo o alternativa e hipótesis nula las que se encuentran a continuación:

Ha: La aplicación de un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo tiene efectos positivos sobre la resolución de problemas en los alumnos cursantes de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería

Ho: La aplicación de un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo no tiene efectos positivos sobre la resolución de problemas en los alumnos cursantes de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería.

Para verificar las hipótesis se decidió evaluar si la diferencia de las medias de los puntajes de los estudiantes de los dos grupos es significativa, para lo cual se usó la prueba T de Student. En la prueba T de Student sólo es posible comparar dos muestras, por lo cual la variable de agrupamiento sólo puede tener dos valores mutuamente excluyentes (Pagano, 1998).

Debido a que la hipótesis de trabajo supone que la aplicación de un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo tiene efectos positivos sobre la resolución de problemas en los alumnos cursantes de Circuitos Eléctricos de la carrera de Ingeniería, la prueba es de una sola cola, por lo cual se reporta el valor de t y el valor de $p/2$. Se tomó como valor de probabilidad umbral para la aceptación o rechazo de la hipótesis nula el valor $\alpha=0,05$.

Se supone para aplicar el estadístico seleccionado que:

1. La variable de medición se distribuye normalmente en cada una de las dos poblaciones definidas por la variable de agrupamiento.
2. Las muestras provienen de poblaciones con varianzas iguales
3. Los casos corresponden a una muestra aleatoria de la población y las puntuaciones de la variable de medición son independientes una de la otra.

Se construyó una matriz de datos, (ver archivo de datos SPSS Proyecto estadística), en la que cada caso (estudiante) tiene dos valores asignados: uno para la variable de agrupamiento, que en este problema es el método de enseñanza-aprendizaje, que es una variable dicotomizada que establece las dos condiciones a comparar; modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo =1 (grupo experimental), método tradicional expositivo =2 (grupo control). El otro valor corresponde a la medida o variable de prueba, es el puntaje de los estudiantes en el postest (0 a 25 puntos). En esta matriz de datos también se asigna para cada estudiante la variable de puntaje en el pretest, la edad, el género y el índice académico (anexo 3).

Los datos fueron procesados con el programa para estadística SPSS.

En la Tabla 10 se muestra el resultado del análisis realizado con la prueba T de Student para comparar el puntaje promedio de los estudiantes sometidos al modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo con el de los estudiantes sometidos al método tradicional. Los resultados para la media de cada grupo, desviación estándar, y los resultados de la prueba T fueron obtenidos aplicando el programa SPSS a la matriz de datos.

Tabla 10

Comparación del puntaje promedio del postest.

| Grupo | N | X | DE | Prueba T | | |
|--------------|----|-------|------|----------|----|-------|
| | | | | t | GL | p |
| Experimental | 30 | 17.03 | 3.93 | | | |
| Control | 26 | 12.88 | 3.40 | -4.195 | 54 | 0.000 |

t es resultado de la prueba T ($t = -4.195$). Se reporta como p la mitad del valor obtenido con el programa, ya que la hipótesis es de una sola cola.

El valor de p indica que la hipótesis nula no se acepta. Para verificar la hipótesis alternativa, basta con verificar ahora la dirección de la prueba.

El resultado fue significativo, $t(56) = -4.195$, $p = 0.000$. Además la prueba indicó una relación en la dirección que suponía la hipótesis: el grupo de estudiantes sometido al modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo tuvo un rendimiento más alto en promedio ($\bar{X}_e = 17.03$) que el grupo

sometido a método tradicional ($\bar{X}_c = 12.88$). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En la figura 4 se observa la diferencia entre los puntajes obtenidos en el postest y pretest para ambos grupos. Analizando estos resultados se ve que aunque hay aprendizaje a causa del modelo tradicional expositivo éste es menor al observado en el grupo sometido al modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo.

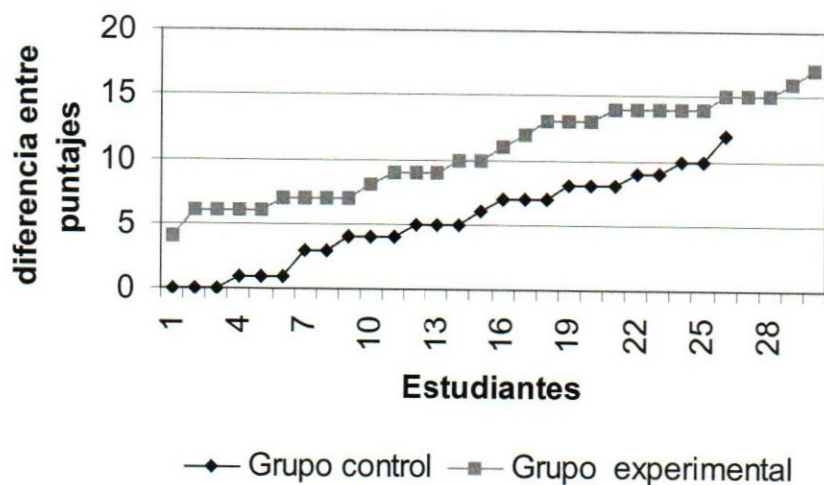


Figura 4. Diferencia entre los puntajes del postest y el pretest

En las figuras 5 y 6 se muestran los puntajes obtenidos por los estudiantes en el postest y el pretest para el grupo experimental y control respectivamente. Obsérvese que con el modelo didáctico con énfasis en el modelaje experto y aprendizaje colaborativo el incremento en el puntaje es mayor que el observado en el

grupo control, también se observa que se el método colaborativo resulta más ventajoso que el tradicional para los estudiantes de mas baja puntuación en el pretest.

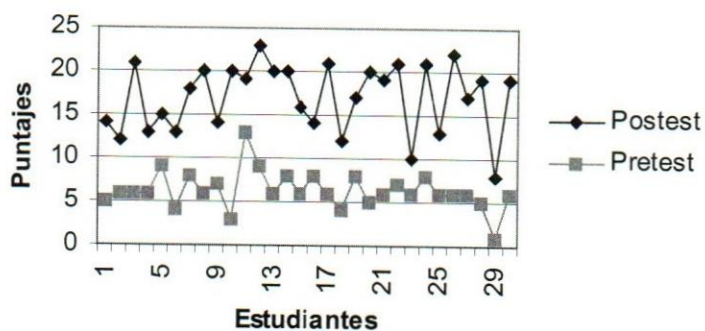


Figura 5. Puntajes del postest y pretest para el grupo experimental

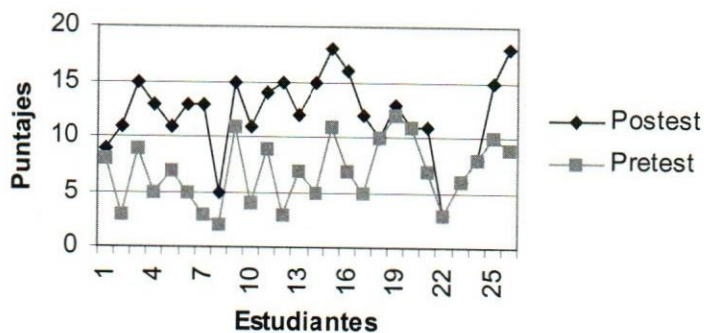


Figura 6. Puntajes del postest y pretest para el grupo control

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las encuestas de opinión realizadas a los estudiantes (tablas 11, 12, y 13)

En la Tabla 11 se muestran los porcentajes de tiempo promedio que los estudiantes opinan que el profesor utiliza para exponer los conocimientos y resolver los problemas.

Tabla 11

Opinión estudiantil sobre el porcentaje de tiempo utilizado por el docente para exponer los conocimientos y resolver los problemas

| Porcentaje de tiempo | 0% a 25% | 25% a 50% | 50% a 75% | 75% a 100% |
|----------------------|----------|-----------|-----------|------------|
| Grupo control | 0 | 19.2 | 50 | 30.8 |
| Grupo Experimental | 20 | 25 | 54 | 0 |

Como se puede observar el 30.8 % de los estudiantes del grupo control consideran que el profesor pasa más del 75% del tiempo exponiendo conceptos y resolviendo problemas, ningún estudiante del grupo experimental considera que el docente permanece este porcentaje del tiempo exponiendo. Un 20% de los estudiantes del grupo experimental considera que el profesor utiliza menos del 25% del tiempo en promedio para la clase expositiva. Ningún estudiante del grupo control considera estos valores de porcentajes. Un 45% de los estudiantes del grupo experimental consideran que el docente usa menos del 50% del tiempo en clase expositiva mientras que un 19% de los estudiantes del grupo control consideran que el profesor permanece entre el 25% y el 50%. En la figura 7 se puede observar que hay un corrimiento hacia los altos porcentajes en el grupo control y los bajos en el experimental.

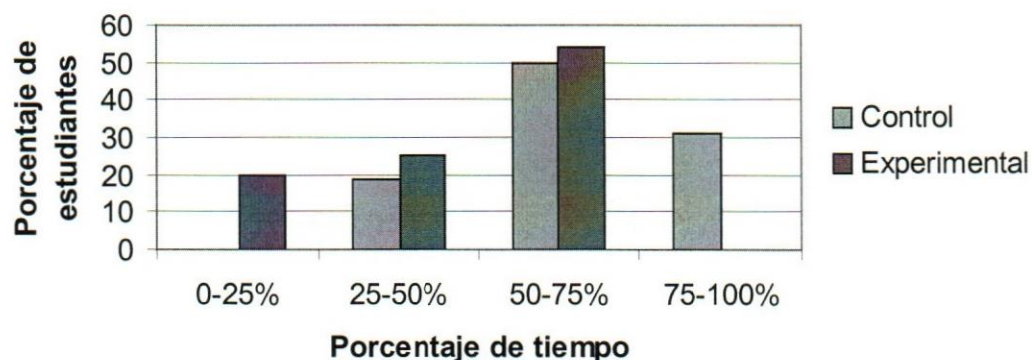


Figura 7. Opinión estudiantil sobre el porcentaje de tiempo utilizado por el docente para exponer los conocimientos y resolver los problemas

En la Tabla 12 se muestran los porcentajes de los estudiantes que responden a cada una de las preguntas formuladas para ambos grupos.

Tabla 12
Resultados de las encuestas estudiantiles para las preguntas relacionadas con el aprendizaje

| Pregunta | Malo | | Regular | | Bueno | | Muy bueno | | Excelente | |
|--|---------|------|---------|------|---------|------|-----------|------|-----------|------|
| | con | exp | con | exp | con | exp | con | exp | con | exp |
| Aprendizaje efectivo logrado en este curso | 0 | 0 | 7.7 | 0 | 23.1 | 25 | 53.8 | 54.2 | 15.4 | 20.8 |
| Preparación previa para cursar esta asignatura | 15.4 | 36.4 | 23.1 | 40.9 | 34.6 | 13.6 | 15.4 | 4.5 | 11.5 | 4.5 |
| Dedicación de esfuerzo y tiempo a este curso | Ninguno | | Poco | | Regular | | Mucho | | Demasiado | |
| | 0 | 0 | 0 | 4.2 | 30.8 | 12.5 | 46.2 | 54.2 | 23.1 | 29.2 |
| La cantidad de contenido es asimilable en el tiempo previsto | 0 | 0 | 3.8 | 4.2 | 3.8 | 12.5 | 42.3 | 37.5 | 50.0 | 45.8 |
| Grado de dificultad del curso | 0 | 0 | 7.7 | 0 | 15.4 | 8.3 | 65.4 | 66.7 | 11.5 | 25 |
| Aprendizaje adquirido contribuye significativamente a tu formación profesional | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 8.3 | 84 | 91.7 |

Las cantidades son en %

En los resultados mostrados en la tabla 12 sólo se observan diferencias significativas, tomando en cuenta que tradicionalmente se utiliza como significativo una diferencia del 10%, en los porcentajes de respuesta entre los estudiantes del grupos control y los del grupo experimental para la pregunta sobre la preparación previa para cursar la asignatura. Un 36.4% de los estudiantes del grupo experimental consideran que su preparación es mala versus un 15.4 % del grupo control. El 40.9% de los estudiantes del grupo experimental consideran su preparación previa es regular frente al 23.1 % de los estudiantes del grupo control. De igual forma el 50% de los estudiantes del grupo control considera que su preparación previa es buena o muy buena frente al 19.9% de los estudiantes del grupo experimental. Cabe destacar que todos los alumnos consideran que el aprendizaje adquirido contribuye significativamente a su formación profesional.

En la tabla 13 se muestra la opinión de los estudiantes con respecto al método y a la actitud de los profesores. No se observan diferencias significativas entre las opiniones de los estudiantes de los dos grupos, referidas al dominio de los conocimientos por parte de los docentes, ni tampoco a la correspondencia del contenido de las evaluaciones con el contenido de las clases.

Todos los estudiantes están de acuerdo en que ambos profesores explican con claridad los contenidos frecuentemente o siempre, pero el 46% de los estudiantes del grupo control consideran que el profesor siempre explica con claridad frente a un 33.3 % de los estudiantes del grupo experimental. También más de un 80% de todos los estudiantes piensan que los profesores reconocen sus errores siempre o frecuentemente.

El porcentaje de los estudiantes del grupo experimental que considera que frecuentemente el docente reconoce sus errores es aproximadamente el doble de los estudiantes del grupo control, observándose la situación inversa para los que opinan que los profesores siempre reconocen sus errores.

Se observa una gran diferencia en las respuestas de los estudiantes en relación al tiempo que da el docente para que el estudiante piense antes de dar una respuesta. El 76.9% de los estudiantes del grupo control consideran que su profesor da siempre suficiente tiempo frente a el 29% de los estudiantes del grupo experimental, sin embargo el 62.5 de estos estudiantes opinan que frecuentemente su profesor da el tiempo suficiente.

En la pregunta de si el profesor promueve la participación del estudiante en clase, el 50% de los estudiantes del grupo experimental considera que siempre y sólo el 15% de los del grupo control. El 26.9 % de los estudiantes del grupo control considera que raramente el profesor promueve la participación y únicamente el 8.3 % en el grupo experimental.

En cuanto al tipo de actividades realizadas en el aula todos los estudiantes del grupo experimental reconocen que siempre o frecuentemente las actividades incluyeron sesiones grupales, mientras que el 76.9% de los estudiantes del grupo control reconocen que nunca y el 11.5% no contesta.

En la tabla se observa que el 50% de los estudiantes del grupo experimental considera que el docente describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema frente a un 38.5 % del grupo control. Ahora bien el 46.2 %

de los estudiantes del grupo control consideran que frecuentemente su profesor describe los pasos de pensamiento.

En cuanto a la realimentación proporcionada por el profesor al grupo 87.5% de los estudiantes del grupo experimental piensan que el profesor siempre o frecuentemente realimenta y orienta el trabajo versus un 57.7 del grupo control.

Para la pregunta que se refiere a que si el profesor asegura que cada miembro sea responsable del resultado final del grupo, el 83.3 % de los estudiantes del grupo experimental considera que el docente siempre o frecuentemente lo asegura mientras que sólo un 23% de los estudiantes del grupo control piensan que su docente lo asegura.

A la pregunta de si el profesor monitorea la efectividad de los grupos colaborativos el 73.1% de los estudiantes del grupo control contesta que no aplica y el 11.5% no contesta. En el grupo experimental los resultados a esta pregunta son 37.5% frecuentemente y 54.2% siempre. Este resultado era esperable, puesto que en el grupo control el docente no usa aprendizaje en grupos colaborativos.

El 95.8% de los estudiantes del grupo experimental opina que consigue en el aprendizaje colaborativo una forma más efectiva de comprender los problemas y los procesos mentales involucrados en la resolución. Sólo el 4.2% lo considera raramente. Un alto porcentaje de los estudiantes del grupo control responde que esta pregunta como no aplica (65.4%) o no contesta (7.7%).

Tabla 13

Resultados de las encuestas estudiantiles sobre el profesor y el método utilizado

| Pregunta | Nunca | | Raramente | | Frecuentemente | | Siempre | | No aplica | | No contestó | |
|--|-------|-----|-----------|------|----------------|------|---------|------|-----------|-----|-------------|-----|
| | con | exp | con | exp | con | exp | con | exp | con | exp | con | exp |
| 7.- El profesor domina los contenidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.4 | 16.7 | 84.6 | 79.2 | 0 | 0 | 0 | 4.2 |
| 8.- El profesor explica con claridad los contenidos | 0 | 0 | 7.7 | 4.2 | 46.2 | 62.5 | 46.2 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.- El contenido de las evaluaciones se corresponden con el contenido de las clases | 0 | 0 | 7.7 | 0 | 26.9 | 33.3 | 65.4 | 66.7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.-El profesor promueve la participación del estudiante en clase | 0 | 0 | 26.9 | 8.3 | 53.8 | 41.7 | 15.4 | 50.0 | 0 | 0 | 3.8 | 0 |
| 11.- El tipo de instrucción impartida es expositiva | 1 | 0 | 3.8 | 25.0 | 38.5 | 54.2 | 34.6 | 16.7 | 3.8 | 0 | 19.2 | 4.2 |
| 12.-Cuando el profesor hace una pregunta da tiempo al estudiante para que piense antes de contestarla | 0 | 0 | 3.8 | 8.3 | 19.2 | 62.5 | 76.9 | 29.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13.-Las actividades en aula incluyeron sesiones grupales colaborativa | 76.9 | 0 | 3.8 | 0 | 3.8 | 33.3 | 3.8 | 66.7 | 0 | 0 | 11.5 | 0 |
| 14.-El profesor describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | 0 | 0 | 15.4 | 25 | 46.2 | 25 | 38.5 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15.-El profesor proporciona realimentación al grupo y a nivel individual orientando el trabajo | 0 | 0 | 26.9 | 4.2 | 30.8 | 41.7 | 26.9 | 45.8 | 7.7 | 0 | 7.7 | 8.3 |
| 16.-El profesor asegura que cada miembro sea responsable del resultado final del grupo | 3.8 | 0 | 15.4 | 8.3 | 19.2 | 33.3 | 3.8 | 50.0 | 38.5 | 4.2 | 19.2 | 4.2 |
| 17.-El profesor monitorea la efectividad de los grupos colaborativos | 0 | 0 | 0 | 4.2 | 3.8 | 37.5 | 11.5 | 54.2 | 73.1 | 0 | 11.5 | 4.2 |
| 18.-El estudiante consigue en el aprendizaje colaborativo una forma más efectiva de comprender los problemas y los procesos mentales involucrados en la resolución | 0 | 0 | 7.7 | 4.2 | 3.8 | 50.0 | 15.4 | 45.8 | 65.4 | 0 | 7.7 | 0 |
| 19.-El profesor reconoce sus errores | 0 | 0 | 3.8 | 4.2 | 26.9 | 54.2 | 69.2 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 8.3 |
| 20.- El profesor hace notar los aciertos del estudiante | 0 | 0 | 3.8 | 16.7 | 53.8 | 45.8 | 42.3 | 37.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Los resultados de la evaluación formativa en el grupo experimental que se realizó en todas a través de la observación de las actividades realizadas por los alumnos, la exploración a través de preguntas formuladas durante las sesiones, y a través de la evaluación de problemas realizados en clase y tareas fuera de clase, arrojó que los 7 grupos enriquecieron progresivamente su forma de abordar y atacar los problemas y de reflexionar en los procesos mentales y en el resultado. Del registro que llevó acabo el docente en clase se realiza un resumen que muestra los progresos de los grupos en los siguientes aspectos evaluados:

Todos los grupos mostraron independencia creciente, llegaban a acuerdos a través de dialogo, los integrantes de los grupos lograron mantenerse realizando la actividad y la actividad se completaba en un 80%

Los indicadores individuales para las dos últimas actividades grupales realizadas indicaron que el 90% de los estudiantes logran describen detalladamente los pasos de pensamiento cuando están resolviendo un problema, establecen metas claras y describen los pasos para lograrlas, explican sus ideas claramente y coordinan sus esfuerzos con sus compañeros para completar la tarea. Es de hacer notar que estas conductas no se tenían al inicio de la intervención. Se logró que el 60% de los estudiantes parafraseara los mensajes recibidos por sus compañeros.

De la encuesta para autoevaluación y coevaluación para cada estudiante, se recogen los siguientes datos:

En general el 95% de los estudiantes responden a las preguntas del cuestionario que frecuentemente o siempre cumplen con las normas para conseguir un buen desempeño en el grupo colaborativo y consideran lo mismo de sus compañeros. Rompe con este porcentaje

las pregunta referida al parafraseo (pregunta 5 y 13 de la encuesta) que obtiene el 65 % de frecuente o siempre, 30% de rara vez y 5% de nunca.

Capítulo VII

Evaluación del Programa de Intervención

Para evaluar la intervención se analizaron los resultados del aprendizaje del grupo y la validez de las hipótesis formuladas realizando una comparación de las medias de los resultados del postest para el grupo control y experimental aplicando la prueba T de Student, y graficando la diferencia de los puntajes entre el postest y el pretest para ambos grupos. También se aplicó una encuesta para evaluar la intervención a los estudiantes de ambos grupos.

Se aplicó, además, la comparación de las medias de los resultados del pretest y postest para el grupo control y para el experimental para evaluar cuan efectivo fue el aprendizaje en cada grupo.

Del análisis de resultados se observa que el grupo sometido a un modelo didáctico con énfasis en modelaje de procesos y aprendizaje colaborativo tuvo un mayor aprendizaje que el sometido a un método tradicional de clase expositiva.

De los resultados de las encuestas de evaluación de los estudiantes se observa que ambos profesores explican con claridad los contenidos del curso, reconocen sus errores y hacen notar los aciertos de los estudiantes, más aún el docente del grupo control en ciertos aspectos sale superior al del grupo experimental como en la explicación clara de los contenidos, en el reconocimiento de sus errores y en el tiempo que da a los estudiantes para responder a las preguntas. Las diferencias más notables se encuentran en las respuestas a las preguntas relacionadas al método didáctico y al tiempo de exposición del profesor en aula. Esto y la homogeneidad de los grupos antes de ser expuestos al experimento ratifica que las diferencias de los grupos es debida al método implementado.

Cabe destacar que todos los estudiantes del grupo experimental consideran que consiguen con el método didáctico empleado una forma más efectiva de comprender los problemas y los procesos mentales involucrados en su resolución.

Si se compara la planificación y la ejecución de la intervención se observa que sólo en una sesión no se logró cumplir con lo establecido en la planificación. Se puede concluir que el grado de implantación de la ejecución es del 91% y que los resultados muestran que fue exitosa.

Con esta intervención se lograron cosas que no se notan en los resultados numéricos y que vale la pena mencionar. El desempeño del docente mejoró, fue mucho más metódico en cuanto a planificación de las clases y en evaluación formativa. Aprendió a llevar registros por sesión y a observar detalles que antes pasaban desapercibidos.

Las relaciones entre el docente y los estudiante fueron muy buenas, hacía años que el docente no era tuteado por sus estudiantes y se logró esta conducta después de 3 sesiones de trabajo colaborativo.

Este programa de intervención sin embargo se vio afectado negativamente debido a que los salones de clase no son adecuados para trabajar en grupo, al hecho de que los estudiantes ni siquiera se conocen y que no acostumbran a hacer metacognición.

La interrupción de poco más de dos meses, debida a una situación ajena a esta investigación, también afectó negativamente esta intervención. Al reiniciar las actividades la primera semana se utilizó para inducir y motivar a los estudiantes a trabajar colaborativamente.

Este tipo de intervención amerita que el docente esté realmente convencido de la mejora en el aprendizaje que logrará con el estudiante vale el esfuerzo a realizar.

Capítulo VIII

Conclusiones

El modelo didáctico implementado en esta investigación le permiten a los estudiantes adquirir una metodología para resolver problemas de manera eficiente, y mejora su desempeño con relación a los estudiantes sometido al método tradicional expositivo, lo cual implica que el modelaje experto y la interacción de los estudiantes en grupos de trabajo colaborativo proporcionan a los aprendices un andamiaje para superar deficiencias en el aprendizaje mejor que el proporcionado por el método tradicional expositivo.

El modelo mejora los procesos cognitivos para la resolución de problemas, el estudiante comprende la necesidad de aportar lo mejor de sí al grupo, lográndose así favorecer los procesos individuales de desarrollo. Los estudiantes intervienen más en clase, hacen más preguntas, se comprometen más, reflexionan sobre los resultados y evalúan el proceso mental que les lleva a obtener esos resultados, o sea aplican metacognición.

El programa de intervención presentado puede adaptarse a cualquier contenido relacionado con la solución de problemas en el contexto de la formación de ingenieros. Esta metodología puede ser aplicada de manera general y sistemática a lo largo de toda su formación y en su ejercicio profesional.

Durante la realización de la investigación el docente hizo uso de la metacognición, la cual sirvió para relacionar los conocimientos propios del área de experticia con los conocimientos adquiridos en la revisión bibliográfica sobre los

procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas, y para extraer de su propia experiencia los procesos que utiliza como experto en el modelaje y resolución de problemas complejos como los asociados a circuitos eléctricos.

Para que la efectividad de un programa como el diseñado no se diluya, es conveniente que se aplique en todos los contenidos de la asignatura de Circuitos eléctricos y además se aplique en todas las asignaturas formativas relacionadas con solución de problemas. Sin embargo, esto requiere que tanto estudiantes como profesores se comprometan y crean en las bondades del programa.

Los resultados de este trabajo sirven de apoyo experimental a las teorías que lo sustenta.

Se recomienda la difusión de los resultados de este trabajo de investigación como una forma de motivar a los docentes del área a utilizar este modelo didáctico para obtener un mejor rendimiento por parte de los estudiantes, también se recomienda que los docentes que quieran emplear este modelo sean sometidos a entrenamiento previo.

Referencias

- Adrián, T., Stefanelli, M.C., Juanatey, M., Sucre, O. (1998). *Evaluación del pensum de Ingeniería Electrónica y elaboración de un plan de acción para su mejoramiento*. Informe interno USB.
- Aguilar, J. & equipo estratégico B. (2000). *Relación de logros del equipo estratégico "Lineamiento B: Un enfoque educativo para la USB"*. Informe interno USB.
- Antonietti, A., Ignazi, S. & Perego, P. (2000): Metacognitive knowledge about problem-solving methods. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 1-16.
- Beltrán, J. A. (1993). Las estrategias. En *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis, S.A.
- Díaz, F. & Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.
- González, H. (2000). El proceso de solución de problemas.
<http://www.geocities.com/capecanaveral/campus/1105/tabloide/Ensallo.htm>.
- Johnson, D. W. & Johnson R. T. (1975). *Learning together and alone: cooperation, competition and individualization*. New Jersey: Prentice Hall.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., Stanne, M. & Garibaldi, A. (1990). The impact of leader and member group processing on achievement in cooperative groups. *J Soc Psycho*, 130, 507-516.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1993). *Cooperative, competitive, and individualistic procedures for educating adults: A comparative analysis*. University of Minnesota, Cooperative Learning Center.
- Klemm, W. R. (1994). Using a formal collaborative learning paradigm for veterinary medical education. *Journal of Veterinary Medical Education* 21 (1).

- León de la Barra, M. B., León de la Barra, G. E., Urbina, A. M. & León de la Barra, B.A. (1997). Continuous improvement of engineering maths teaching. *Proceedings of the 1997 Frontiers in Education Conference*, Pittsburgh, 3, 1290-1293.
- Martín, M. (2001). Taller “La implantación en el aula de un modelo educativo centrado en el estudiante. USB Caracas, 22 y 23 de enero.
- Meyer, R. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós.
- Miller, L. (2000). La resolución de problemas en colaboración. En Reigeluth, Ch. (Ed.), *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos*. Madrid: Aula XXI. Santillana.
- Newell, A., & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.
- Pagano, R. (1998). *Estadística para las Ciencias del Comportamiento*. México: International Thomson.
- Poggioli, L. (1999). *Estrategias de resolución de problemas*. Caracas: Fundación Polar.
- Pozo, J. I. (1990). Estrategias de aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios & A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J. L. y Pérez Echeverría M.J. (1995). La solución de problemas de enseñanza: aportaciones de los trabajos expertos y novatos. En M. Rodríguez Moneo (Comp.), *El papel de la Psicología del Aprendizaje en la formación inicial del Profesorado*, Cuadernos del I.C.E. de U.A.M Madrid.
- Puente, A. (1989). Solución de problemas: Procesos, estrategias e implicaciones. En Puente, A., Poggioli, L. & Navarro, A. *Psicología Cognoscitiva. Desarrollo y perspectivas* Caracas: McGraw Hill.

Smith, K.A. (1995). Cooperative Learning: Effective Team Work for Engineering Classrooms, *Joint Newsletter of the IEEE Education Society and ASEE Electrical Engineering Division*.

Wilson, J., Fernández, M. & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving, en Wilson, P. S, (Ed.), *Research ideas for the classroom: High School Mathematics*. New York: MacMillan.

Anexo 1

PRUEBA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Instrucciones para el participante

1. Coloca tus datos en el espacio provisto para ello
2. Esta prueba tiene veinticuatro (24) preguntas (25 reactivos): preguntas de completar el espacio en blanco y preguntas de desarrollo
3. Cuando el profesor indique que ha comenzado la prueba, puedes comenzar a responder las preguntas, para lo cual dispondrás de 120 minutos.
4. Para responder cada pregunta de completar, selecciona la respuesta y escríbela en el espacio en blanco.
5. Para responder las preguntas de desarrollo coloca el resultado en el recuadro correspondiente una vez que hayas obtenido las respuestas. Usa las hojas adicionales para desarrollar la solución indicando el número de la pregunta.
6. Trata de responder el mayor número posible de preguntas. Si alguna te resulta difícil, no te detengas: continúa con el resto y vuelve a intentar responderla más adelante.
7. Trata de responder sólo las preguntas sobre las cuales sientes seguridad en la respuesta.
8. No se permite consultar ningún tipo de material bibliográfico.
9. Se permite el uso de calculadora.
10. Cuando el (la) profesor(a) te indique que ha culminado el tiempo, deberás entregar el examen.

Datos Personales

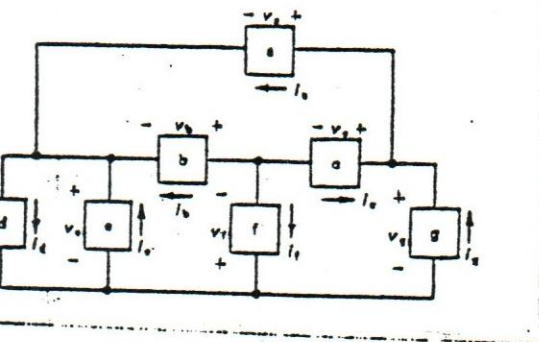
| | |
|----------|------------------------------------|
| Carnet: | Nombre y apellido: |
| Sección: | Carrera: |
| Edad: | Veces que ha cursado la asignatura |

Preguntas para completar

- 1.- La carga contenida en 6.24×10^{18} electrones es el _____
- 2.- La cantidad de energía por unidad de tiempo se llama _____
- 3.- El punto en que se unen uno o más elementos del circuito se llama _____
- 4.- La suma algebraica de los voltajes de rama alrededor de un lazo, en todo instante de tiempo, es igual a _____
- 5.- La energía por unidad de carga que se crea por la separación de cargas se llama _____
- 6.- La suma algebraica de todas las corrientes en cualquier nodo de un circuito, en todo instante de tiempo, es igual a _____
- 7.- La tasa de transferencia neta de carga con respecto al tiempo se llama _____
- 8.- La resistencia interna de una fuente de corriente ideal es de valor _____
- 9.- Para que halla máxima transferencia de potencia de una fuente a la carga, la resistencia interna de la fuente debe ser _____

Preguntas de desarrollo

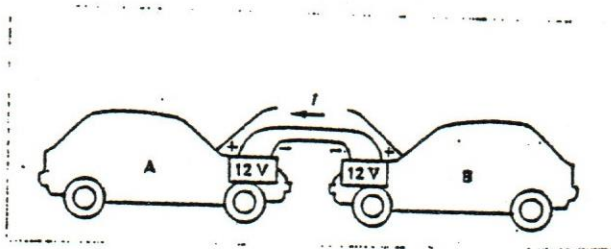
10.-Un método para verificar cálculos que comprenden elementos de circuito interconectados consiste en verificar el principio de la conservación de la energía. Con esto en mente verifique la interconexión de la figura, determine si satisface esta verificación. Los valores de voltajes y corrientes se dan en la tabla.



| ELEMENTO | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) |
|----------|-------------|---------------|
| a | 48 | -12 |
| b | 18 | -4 |
| c | 30 | -10 |
| d | 36 | 16 |
| e | 36 | 8 |
| f | -54 | 14 |
| g | 84 | 22 |

R10:

11.-Cuando un automóvil tiene una batería descargada, con frecuencia puede auxiliarse conectando la batería de otro automóvil a sus terminales. Los terminales positivos se conectan juntos y así mismo los negativos (ver figura). Suponga que la corriente i se mide y es de 30Amp.

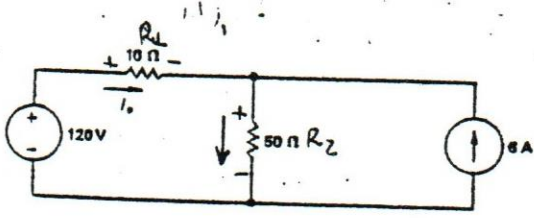


a) ¿Cuál automóvil tiene la batería descargada?

R11: a)
b)

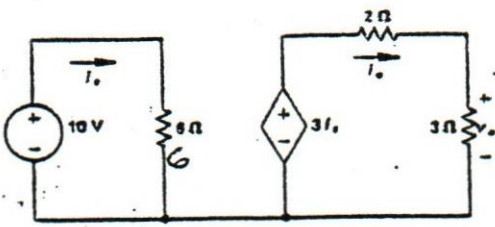
b) Si esta conexión se mantiene por un minuto, ¿cuánta energía se transfiere a la batería descargada?

12.-Use las leyes de Kirchhoff y la Ley de Ohm para encontrar la corriente i_o en el circuito en el circuito que se muestra en la figura



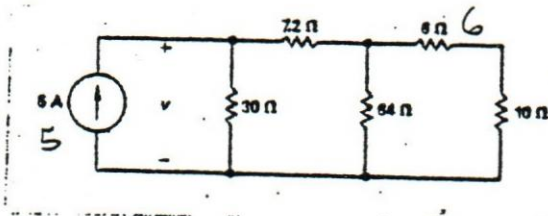
R12:

13.- Use las leyes de Kirchhoff y la Ley de Ohm para encontrar el voltaje v_o en el circuito que se muestra en la figura



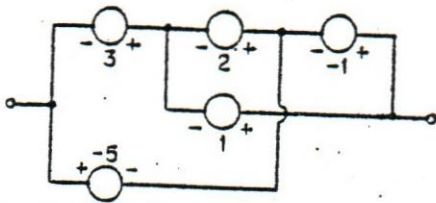
R13:

14.- Para el circuito de la figura, halle la resistencia equivalente vista por la fuente de corriente.



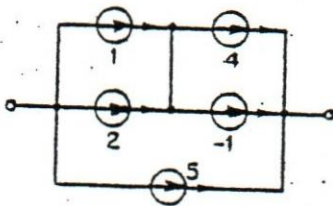
R14:

15.-Sustituya la red de fuentes que se muestra en la figura por una sola fuente equivalente.



R15:

16.- Sustituya la red de fuentes que se muestra en la figura por una sola fuente equivalente.

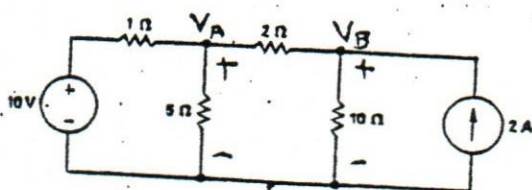


R16:

17.- Se tiene una fuente de voltaje real de 10 Voltios con resistencia interna equivalente de 4 Ω. Halle su equivalente en fuente de corriente

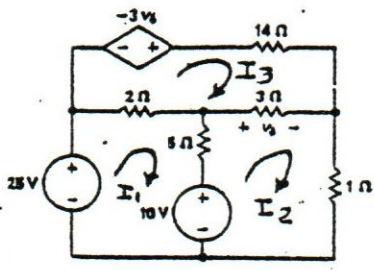
R17:

18.-Para el circuito mostrado escriba las ecuaciones de nodos



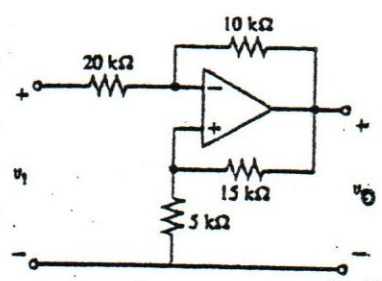
R18:

19.-Para el circuito de la figura, escriba las ecuaciones de malla.



R19:

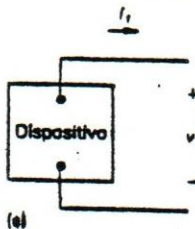
20.- Para el siguiente circuito, suponiendo que el amplificador operacional es ideal, calcule el valor del voltaje v_o .



R20:

21.- Para el dispositivo que se muestra en la figura a) se midieron y tabularon (tabla b) el voltaje v_i y la corriente i_i en los terminales.

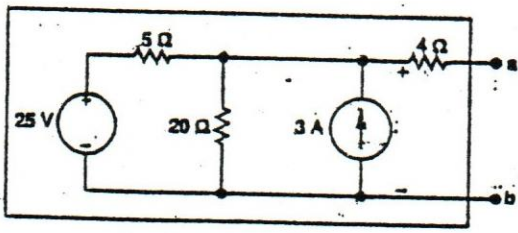
Construya un modelo del circuito que está en el interior de la caja.



| v_i (V) | i_i (A) |
|-----------|-----------|
| 30 | 0 |
| 15 | 3 |
| 0 | 5 |

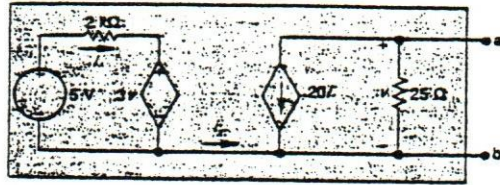
R21:

22.- Calcule el circuito equivalente Thévenin con respecto a las terminales a,b para el circuito mostrado



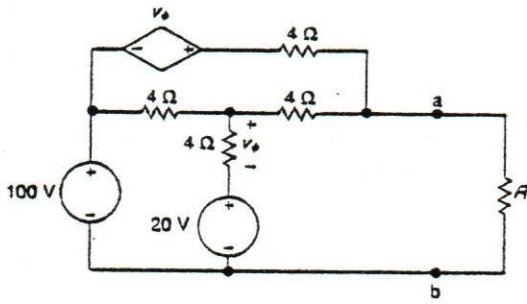
R22:

23.- Calcule el circuito equivalente Thévenin con respecto a las terminales a,b para el circuito mostrado



R23:

24.-En el siguiente circuito aplicando las herramientas aprendidas para el análisis de redes calcule el valor de la resistencia de carga para que haya máxima transferencia de potencia a la misma.



R24:

Anexo 2

Cuestionario de autoevaluación y coevaluación para los estudiantes

Nombre: _____

Carnet: _____

Grupo No. _____

Responde las preguntas tan honestamente como puedas y describe tu comportamiento tan bien como te sea posible

N= nunca, R= raramente, F=frecuentemente, S=Siempre

| Preguntas | N | R | F | S |
|---|---|---|---|---|
| 1.- Durante el trabajo colaborativo expreso sin reservas mis ideas, pensamientos e informaciones. | | | | |
| 2.- Ayudo a los miembros del grupo que tienen dificultades para mejorar el desempeño del grupo. | | | | |
| 3.- Comparto el material, libros, fuentes de información con los otros miembros del grupo a fin de promover el éxito de cada miembro y del grupo como un todo | | | | |
| 4.- Sustento mis ideas, pensamientos y reacciones durante las discusiones grupales | | | | |
| 5.- Parafraseo o resumo lo que otro miembro del grupo dice antes que yo responda o comente. | | | | |
| 6.- Fomento la participación de los otros miembros del grupo y reconozco sus contribuciones demostrándole aceptación a sus ideas | | | | |
| 7.- Realizas a tiempo las actividades a las que te comprometiste | | | | |
| 8.- Evalúo las contribuciones de los otros miembros en términos de si sus contribuciones son útiles para mí y para el grupo | | | | |
| 9.- Durante el trabajo colaborativo tus compañeros expresan sin reservas sus ideas, pensamientos e informaciones | | | | |
| 10.- Los miembros del grupo te prestan ayuda cuando tienes dificultades | | | | |
| 11.- Los miembros del grupo comparten contigo sus materiales, libros, fuentes de información a fin de promover tu éxito y el del grupo como un todo | | | | |
| 12.- Los demás miembros sustentan sus ideas, pensamientos y reacciones durante las discusiones grupales | | | | |
| 13.- Los demás miembros parafrasean los mensajes recibidos antes de responder o comentar. | | | | |
| 14.- Los otros miembros del grupo fomentan tu participación y reconocen tus contribuciones demostrándote | | | | |
| 15.- Realizan a tiempo las actividades a las que se comprometen | | | | |
| 16.- Evalúan tus contribuciones en términos de si son útiles para ti y para el grupo | | | | |

Lista de Cotejo del profesor para evaluar actividad grupal e individual por actividad y grupo

| Actividad No. | Grupo No. | si | no |
|--|-----------|----|----|
| 7. El grupo demuestra independencia creciente | | | |
| 8. Los miembros llegan a acuerdo a través de dialogo | | | |
| 9. Alguno de los miembros está fuera de la tarea | | | |
| 10. Hay muy pocos dedicados a la tarea | | | |
| 11. La tarea no se completa | | | |

| Nombre del estudiante: | si | no |
|--|----|----|
| 1. El estudiante describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | | |
| 2.-Establece metas claras y describe cada paso para lograrlas | | |
| 3.- Es capaz de expresar exactamente lo dicho por los demás integrante del equipo | | |
| 4.- Parafrasea el mensaje recibido | | |
| 5.-Explica sus ideas sin reservas y claramente | | |
| 6-Coordina sus esfuerzos con los compañeros para poder completar la tarea | | |
| Nombre del estudiante: | si | no |
| 1. El estudiante describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | | |
| 2.-Establece metas claras y describe cada paso para lograrlas | | |
| 3.- Es capaz de expresar exactamente lo dicho por los demás integrante del equipo | | |
| 4.- Parafrasea el mensaje recibido | | |
| 5.-Explica sus ideas sin reservas y claramente | | |
| 6-Coordina sus esfuerzos con los compañeros para poder completar la tarea | | |
| Nombre del estudiante: | si | no |
| 1. El estudiante describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | | |
| 2.-Establece metas claras y describe cada paso para lograrlas | | |
| 3.- Es capaz de expresar exactamente lo dicho por los demás integrante del equipo | | |
| 4.- Parafrasea el mensaje recibido | | |
| 5.-Explica sus ideas sin reservas y claramente | | |
| 6-Coordina sus esfuerzos con los compañeros para poder completar la tarea | | |
| Nombre del estudiante: | si | no |
| 1. El estudiante describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | | |
| 2.-Establece metas claras y describe cada paso para lograrlas | | |
| 3.- Es capaz de expresar exactamente lo dicho por los demás integrante del equipo | | |
| 4.- Parafrasea el mensaje recibido | | |
| 5.-Explica sus ideas sin reservas y claramente | | |
| 6-Coordina sus esfuerzos con los compañeros para poder completar la tarea | | |

Encuesta para los estudiantes para evaluar la intervención en EC1251.

1= malo/ ninguno 2= regular/poco 3=bueno/ regular 4= muy bueno /mucho 5= excelente / demasiado

| Preguntas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| 1.- Evalúa el aprendizaje efectivo logrado en este curso | | | | | |
| 2.- Evalúa la preparación previa para cursar esta asignatura | | | | | |
| 3.-Dedicación de esfuerzo y tiempo a este curso | | | | | |
| 4.-la cantidad de contenido es asimilable en el tiempo previsto | | | | | |
| 5.-grado de dificultad del curso. | | | | | |
| 6.-el aprendizaje adquirido contribuye significativamente a tu formación profesional | | | | | |

N= nunca, R= raramente, F=frecuentemente, S=Siempre NA=no aplica NC=no contestó

| Preguntas | N | R | F | S | NA | NC |
|--|---|---|---|---|----|----|
| 7.-El profesor domina los contenidos | | | | | | |
| 8.-El profesor explica con claridad los contenidos | | | | | | |
| 9.- El contenido de las evaluaciones se corresponde con el contenido de la clase | | | | | | |
| 10.-El profesor promueve la participación del estudiante en clase | | | | | | |
| 11.-El tipo de instrucción impartida es expositiva | | | | | | |
| 12.-Cuando el profesor hace una pregunta da tiempo al estudiante para que piense antes de contestarla | | | | | | |
| 13.- Las actividades en aula incluyeron sesiones grupales colaborativas | | | | | | |
| 14.- El profesor describe con detalle los pasos de pensamiento cuando está resolviendo un problema | | | | | | |
| 15.- El profesor proporcionar realimentación al grupo y a nivel individual orientando el trabajo | | | | | | |
| 16.- El profesor asegurar que cada miembro sea responsable del resultado final del grupo | | | | | | |
| 17.- El profesor monitorear la efectividad de los grupos colaborativos | | | | | | |
| 18.-El estudiante consigue en el aprendizaje colaborativo una forma mas efectiva de comprender los problemas y los procesos mentales involucrados en la resolución | | | | | | |
| 19.-El profesor reconoce sus errores | | | | | | |
| 20.- El profesor hace notar los aciertos del estudiante | | | | | | |

En las clases, en promedio, que porcentaje de tiempo utiliza el profesor para exponer los conocimientos y resolver los problemas? (Marca con una X)

0% a 25% _____ 25% a 50% _____ 50% a 75% _____ 75% a 100% _____

| Carnet | Método | Carrera | Edad | Sex 1=M, 2=F | Pretest | Repitencia | Sección | Postest | Ind. acad. |
|--------|--------|---------|------|--------------|---------|------------|---------|---------|------------|
| 32505 | 1 | 100 | 19 | 1 | 5 | 0 | 1 | 14 | 3,792 |
| 32670 | 1 | 100 | 19 | 1 | 6 | 0 | 1 | 12 | 3,61 |
| 32826 | 1 | 100 | 20 | 1 | 6 | 0 | 1 | 21 | |
| 32991 | 1 | 100 | 20 | 1 | 6 | 0 | 1 | 13 | |
| 33069 | 1 | 600 | 18 | 1 | 9 | 0 | 1 | 15 | |
| 33367 | 1 | 100 | 19 | 1 | 4 | 0 | 1 | 13 | 3,38 |
| 133514 | 1 | 600 | 19 | 1 | 8 | 0 | 1 | 18 | |
| 133568 | 1 | 600 | 18 | 2 | 6 | 0 | 1 | 20 | |
| 133611 | 1 | 600 | 18 | 1 | 7 | 0 | 1 | 14 | 4,03 |
| 133612 | 1 | 600 | 20 | 2 | 3 | 0 | 1 | 20 | |
| 133686 | 1 | 600 | 17 | 1 | 13 | 0 | 1 | 19 | |
| 133746 | 1 | 600 | 19 | 2 | 9 | 0 | 1 | 23 | 5 |
| 133795 | 1 | 100 | 18 | 1 | 6 | 0 | 1 | 20 | 4,51 |
| 133823 | 1 | 600 | 18 | 1 | 8 | 0 | 1 | 20 | 4,35 |
| 133829 | 1 | 600 | 18 | 1 | 6 | 0 | 1 | 16 | |
| 133858 | 1 | 600 | 18 | 1 | 8 | 0 | 1 | 14 | |
| 133927 | 1 | 600 | 18 | 2 | 6 | 0 | 1 | 21 | |
| 133958 | 1 | 600 | 17 | 1 | 4 | 0 | 1 | 12 | 3,6 |
| 133971 | 1 | 600 | 18 | 1 | 8 | 0 | 1 | 17 | |
| 133997 | 1 | 100 | 18 | 1 | 5 | 0 | 1 | 20 | 3,9 |
| 134103 | 1 | 600 | 18 | 1 | 6 | 0 | 1 | 19 | |
| 134107 | 1 | 600 | 18 | 2 | 7 | 0 | 1 | 21 | 3,68 |
| 134142 | 1 | 600 | 19 | 2 | 6 | 0 | 1 | 10 | |
| 134256 | 1 | 600 | 18 | 2 | 8 | 0 | 1 | 21 | 4,15 |
| 134317 | 1 | 100 | 18 | 1 | 6 | 0 | 1 | 13 | 3,71 |
| 134410 | 1 | 600 | 19 | 1 | 6 | 0 | 1 | 22 | 4,33 |
| 134414 | 1 | 600 | 19 | 2 | 6 | 0 | 1 | 17 | |
| 134490 | 1 | 600 | 19 | 2 | 5 | 0 | 1 | 19 | 4,6 |
| 134564 | 1 | 100 | 19 | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 | |
| 134277 | 1 | 600 | 18 | 1 | 6 | 0 | 1 | 19 | |
| 1E+07 | 2 | 100 | 22 | 1 | 8 | 0 | 4 | 9 | |
| 32607 | 2 | 100 | 19 | 2 | 3 | 0 | 4 | 11 | 3,89 |
| 32759 | 2 | 100 | 20 | 1 | 9 | 0 | 4 | 15 | 3,45 |
| 32823 | 2 | 100 | 19 | 2 | 5 | 0 | 4 | 13 | 3,7 |
| 32871 | 2 | 600 | 19 | 1 | 7 | 0 | 4 | 11 | 3,5 |
| 33134 | 2 | 100 | 19 | 1 | 5 | 0 | 4 | 13 | 3,45 |
| 33439 | 2 | 100 | 20 | 2 | 3 | 0 | 4 | 13 | |
| 33484 | 2 | 600 | 19 | 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 3,5 |
| 133540 | 2 | 600 | 17 | 1 | 11 | 0 | 4 | 15 | 4,73 |
| 133604 | 2 | 600 | 17 | 2 | 4 | 0 | 4 | 11 | 4,2 |
| 133633 | 2 | 600 | 18 | 1 | 9 | 0 | 4 | 14 | 4,002 |
| 133668 | 2 | 600 | 18 | 1 | 3 | 0 | 4 | 15 | 4,18 |
| 133721 | 2 | 100 | 18 | 1 | 2 | 0 | 4 | | |
| 133739 | 2 | 100 | 19 | 2 | 7 | 0 | 4 | 12 | 3,85 |
| 133772 | 2 | 600 | 18 | 2 | 5 | 0 | 4 | 15 | 4,5 |
| 133818 | 2 | 600 | 18 | 1 | 11 | 0 | 4 | 18 | |
| 133851 | 2 | 600 | 19 | 1 | 7 | 0 | 4 | 16 | 4,03 |
| 133854 | 2 | 600 | 18 | 2 | 6 | 0 | 4 | | |
| 133884 | 2 | 600 | 18 | 1 | 5 | 0 | 4 | | |
| 133941 | 2 | 600 | 18 | 2 | 5 | 0 | 4 | 12 | 4,28 |
| 133968 | 2 | 600 | 18 | 1 | 10 | 0 | 4 | 17 | 4 |
| 133990 | 2 | 600 | 19 | 1 | 12 | 0 | 4 | 13 | 5 |
| 134059 | 2 | 600 | 18 | 1 | 11 | 0 | 4 | 16 | 4,86 |
| 134112 | 2 | 100 | 18 | 1 | 5 | 0 | 4 | | |
| 134221 | 2 | 600 | 18 | 1 | 7 | 0 | 4 | 11 | 4,18 |
| 134285 | 2 | 600 | 18 | 1 | 3 | 0 | 4 | 6 | |
| 134287 | 2 | 600 | 18 | 2 | 6 | 0 | 4 | 7 | |
| 134358 | 2 | 600 | 18 | 1 | 8 | 0 | 4 | 14 | |
| 134464 | 2 | 600 | 18 | 2 | 10 | 0 | 4 | 15 | 4,4 |
| 134529 | 2 | 600 | 18 | 1 | 9 | 0 | 4 | 18 | 3,666 |