

Estrategias de aprendizaje: uves heurísticas y mapas mentales para evidenciar aprendizajes en matemáticas

Ruth Edith Muñoz Jimenez
Jorge Alejandro Obando Bastidas

*“La comprensión del alfabeto y de los números y sus infinitas permutaciones y combinaciones. La alfabetización mental quiere decir comprender el alfabeto del cerebro en su constitución biológica y en su actividad, especialmente del corte, las células cerebrales, el aprendizaje, la memoria y la creatividad”
Tony Buzan 1993. Introducción*

Resumen

La investigación estableció como objetivo Medir el Impacto de los Mapas Mentales y las UVES Heurísticas, en el incremento de las habilidades matemáticas en los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas del tercer semestre de la Universidad Cooperativa de Colombia, tomándose como muestra representativa a 20 estudiantes a los cuales se les implemento un diseño cuasiexperimental de series cronológicas. Inicialmente los estudiantes dieron respuesta a una encuesta de tipo cualitativo manejado por el método de la escala Lickert, instrumento que permitió verificar las conclusiones encontradas en la prueba de hipótesis de tipo cuantitativo. Para comprobar la hipótesis de que los mapas mentales y las uves heurísticas si contribuyen a la comprensión planteo y desarrollo de los problemas matemáticos, se diseñaron una serie de pruebas que fueron aplicadas en cuatro momentos (pre-prueba y pos-prueba) conformados por dos problemas matemáticos manejados con estrategias heurísticas para los problemas de la pre-prueba; los mapas mentales para la comprensión y las Uves heurísticas para el planteo y desarrollo en la pos-prueba. La hipótesis se demostró utilizando la prueba no paramétrica de diferencias de Wilcoxon para muestras pequeñas. La prueba de hipótesis determino que la utilización de los mapas mentales en la comprensión de los problemas matemáticos tiene una alta incidencia generando empatía y curiosidad en los estudiantes; en un grado menor, los estudiantes reconocen que las uves heurísticas si contribuyen a desarrollar habilidades para plantear un problema y finalmente darle solución.

Abstract

The research established as objective to measure the Impact of Mental Maps and the Heuristic UVES on the growth of mathematical abilities in third semester Computing Engineering programme students of the Cooperative University of Colombia; taking as a representative sample 20 students who took a quasi experimental design of chronological series. Firstly, students solved a qualitative survey based on Lickert scale method, an instrument that allowed us to verify the conclusions found in the hypothesis test of quantitative type. In order to verify the hypothesis that mental maps and the Heuristic UVES contribute to the understanding planning and development of Mathematical problems, a series of tests were designed and applied four times (pre-test and post-test) shaped



by two Mathematical problems with heuristic strategies for the pre-test problem, the mental maps for understanding and the Heuristic UVES for the approach and development in the post-test. The hypothesis was demonstrated using the nonparametric test of Wilcoxon differences for small samples. The test of hypothesis determined that the use of the mental maps have a high impact in the understanding of Mathematical problems causing empathy and curiosity in the students. At a smaller degree, the students recognized that the UVES contribute to develop abilities that help to propose a problem and provide a solution for it.

Palabras Claves

Estrategias pedagógicas, mapa mental, uves heurísticas, heurísticos, prueba de Wilcoxon

Keywords

Pedagogic strategies, Mental map, Uves heuristic, Heuristic, test of wilcoxon

Introducción

Los propósitos que llevan a la realización de la investigación, están basados en la descripción de las características de la construcción y el uso de los mapas mentales y las uves heurísticas, en el marco de la comprensión de las matemáticas, identificando habilidades en el desarrollo de problemas matemáticos en el grupo en estudio.

Los instrumentos construidos de acuerdo a la metodología propuesta por George Polya y Schoenfeld, permitirán medir el impacto del uso de las estrategias de aprendizaje (uves heurísticas, mapas mentales) en el incremento de habilidades en la comprensión, planteo y desarrollo de los problemas matemáticos, además el diseño de una encuesta logró mostrar la actitud, la motivación, la ansiedad, la concentración, el procesamiento de la información, la selección de ideas principales, la autoevaluación, la presentación y preparación de exámenes.

Las causas que motivan esta investigación están dadas en el alto grado de deserción académica, bajo desempeño en el área de matemáticas, bajos puntajes en las pruebas ECAES, en el componente de matemáticas, la falta de estrategias pedagógicas que permitan la comprensión, el planteo y el desarrollo de un problema matemático, el grado de baja motivación que genera cuando un estudiante no puede resolver un problema, la falta de estrategias que le permitan a los estudiantes memorizar datos, teorías, teoremas, axiomas, propiedades necesarios en la solución de cualquier problema matemático.

Planteamiento del problema

Para determinar si las estrategias propuestas en la presente investigación, tienen impacto y permiten generar herramientas adecuadas para los docentes en el ejercicio de práctica en el área de matemática, se hace necesario dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el impacto de los mapas mentales y las uves heurísticas en el incremento de las habilidades matemáticas en los estudiantes de tercer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia – Sede Villavicencio?

Objetivo General

Medir el impacto de los mapas mentales y las uves heurísticas en el incremento de las habilidades matemáticas en los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas del tercer semestre.

Objetivos específicos

- Describir las características de la construcción de los mapas mentales de acuerdo a diversos autores.
- Describir las características de la construcción de las uves heurísticas de acuerdo a diversos autores.
- Identificar el uso adecuado de un mapa mental en la comprensión de un problema de matemáticas en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas del tercer semestre.
- Identificar el uso adecuado de una uve heurística en el planteo y desarrollo de un problema de matemáticas en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas del tercer semestre.
- Identificar habilidades en el desarrollo de problemas matemáticos de acuerdo a los diferentes autores.
- Identificar habilidades en el desarrollo de problemas matemáticos en el grupo en estudio.
- Identificar las habilidades de planteo y desarrollo de los problemas matemáticos, antes y después de aplicar mapas mentales y uves heurísticas.

Hipótesis

Los mapas mentales y las uves heurísticas contribuyen al incremento de las habilidades matemáticas en la comprensión, planteo y desarrollo de los problemas matemáticos.

Marco Teórico

Carpenter (1985), encontró que las principales variables en un problema matemático son de naturaleza lingüística, es decir, variables de naturaleza sintáctica o semántica. La misma definición de variable supone un concepto, “una variable es la representación simbólica de un dato”, de ahí que la construcción de un mapa mental permita identificar todos los conceptos que subyacen al interior de un problema matemático por simple que sea.

El mapa mental fue ideado por Tony Buzan siguiendo una investigación sobre técnicas para tomar nota durante una conferencia o clase, Buzan descubre que la técnica que estaba organizando le permitían:

- a. Escribir una transcripción completa.
- b. Escribir un resumen.
- c. Escribir sólo palabras claves.

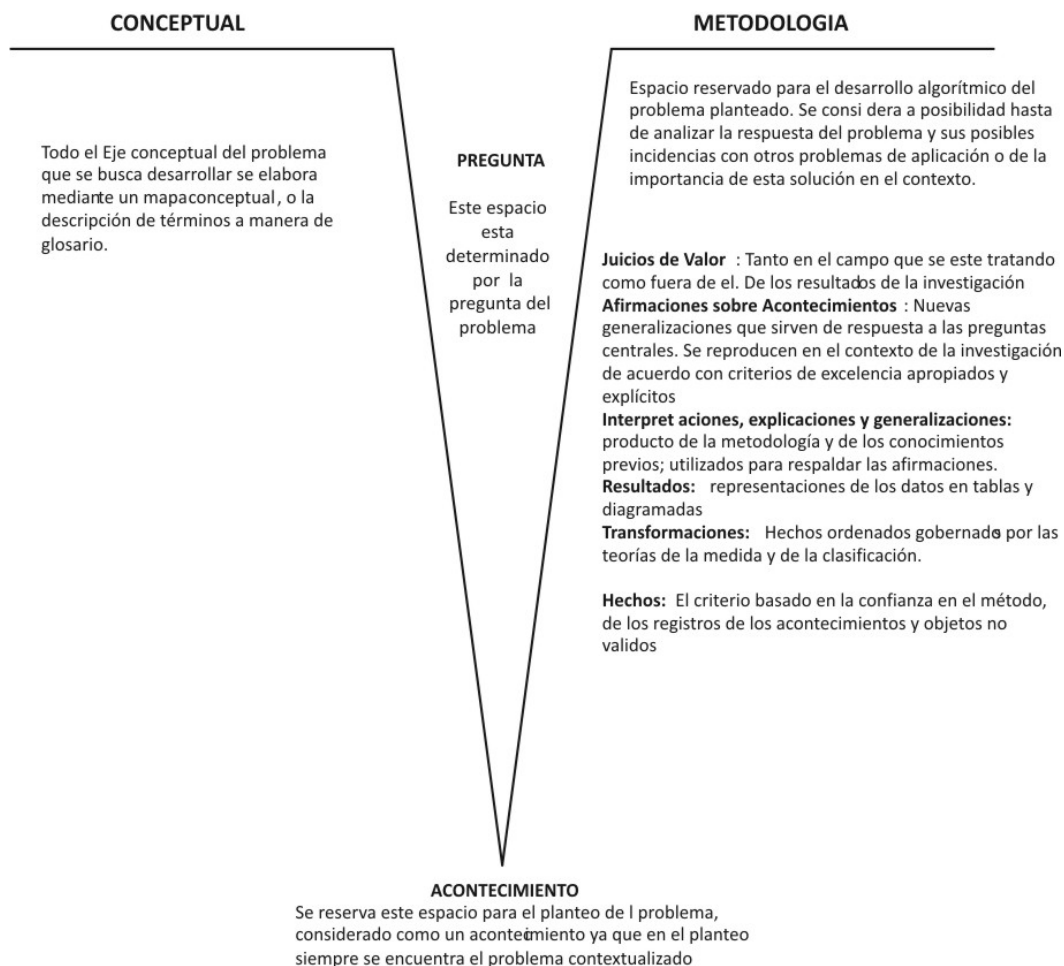
Los mapas mentales creados por Buzan, son herramientas que incentivan la creatividad del estudiante, la forma lógica de su estructura permite un desarrollo lógico y racional, ejercicio propio de las matemáticas como ciencia abstracta. El desarrollo de ejercicios y problemas matemáticos incentivará y fortalecerá cada vez más el uso y la construcción adecuada de un mapa mental, estimulando también el aprendizaje y la habilidad para plantear y desarrollar problemas.

La uve Heurística de Bob Gowin tiene la siguiente estructura:

Los métodos heurísticos base de la uve de Gowin, son estrategias generales de resolución y reglas de decisión utilizadas por los solucionadores de problemas, basadas en la experiencia previa con problemas similares. Estas estrategias indican las vías posibles o enfoques a seguir para alcanzar una solución. (Poggioli Lisette 2000).



La uve Heurística de Bob Gowin tiene la siguiente estructura:



La uve heurística como estrategia de solución de un problema en todos sus componentes, permiten describir procedimientos que ofrecen la posibilidad de seleccionar otro tipo de estrategias como los mapas mentales y mapas conceptuales, permitiendo con sencillez plantear, analizar, entender y resolver un problema matemático.

Mediante el uso de las uves heurísticas en el planteo y desarrollo de un problema matemático, el estudiante no va a operar directamente sobre los datos explicitados en el enunciado del problema, en forma heurística y logarítmica establece el análisis de la situación y profundiza sobre todos los datos y variables que intervienen en el problema planteado.

En la construcción del mapa mental con todos los contenidos implícitos y explícitos en el problema, el estudiante no va ha tener dificultad para encontrar los datos intermedios, no explícitos en el enunciado. El aspecto gráfico y novedoso de los dos instrumentos planteados para comprender, plantear y desarrollar problemas matemáticos eleva los bajos niveles afectivos y motivacionales hacia la matemática y hacia la resolución de problemas.

Dentro de las líneas de desarrollo de las ideas de Polya 1979, Schoenfeld 1985, da una lista de técnicas heurísticas de uso frecuente, que agrupa en tres fases que describen:

a. Análisis y Diagramación:

En esta etapa se realizan las siguientes actividades: Trazar un diagrama, Examinar casos particulares, probar a simplificar el problema. En la investigación en esta etapa se implementan los mapas mentales como una estrategia para comprender el problema.

b. Exploración.

Examinar problemas esencialmente equivalentes, Examinar problemas ligeramente modificados, Examinar problemas ampliamente modificados. En la investigación en esta etapa se implementan las uves heurísticas.

c. Comprobación de la Solución Obtenida.

Verifica la solución los criterios específicos siguientes?: ¿Utiliza todos los datos pertinentes?, ¿Está acorde con predicciones o estimaciones razonables?, ¿Resiste a ensayos de simetría, análisis dimensional o cambio de escala?.

Verifica la solución los criterios generales siguientes?:

¿Es posible obtener la misma solución por otro método?, ¿Puede quedar concretada en casos particulares?, ¿Es posible reducirla a resultados conocidos?, ¿Es posible utilizarla para generar algo ya conocido?

Marco Metodológico:

El problema en estudio corresponde a un enfoque positivista que maneja en su forma variables de tipo cuantitativo, el planteamiento sugiere una relación de causa-efecto del problema estudiado, al tratar de predecir de que manera los mapas mentales y las uves heurísticas permiten el incremento de habilidades matemáticas para la comprensión, planteo y desarrollo de los problemas matemáticos. Como complemento, se realizó una encuesta en la escala Likert para una evaluación no estadística de la aplicación de los mapas mentales y uves heurísticas en la comprensión, planteo y desarrollo de problemas matemáticos y así obtener una valoración cualitativa del mismo.

Diseño:

Se utilizó un diseño cuasiexperimental de series cronológicas de un solo grupo (Grupo Control) o de series cronológicas, de pre-prueba – post-prueba de un solo grupo. Se utilizó un único grupo (grupo de control) al cual se le aplican varias pre_pruebas (O1 y O2) y se les somete a un estímulo o tratamiento experimental; (X) (consistente en la preparación y entreno de mapas mentales y uves heurísticas) y finalmente se le aplica varias pre_pruebas. El diseño se diagrama de la siguiente manera:

G: O1 O2 X O3 O4

Sujetos:

Los sujetos que participaron en esta investigación fueron estudiantes de tercer semestre de ingenierías de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, Seccional Villavicencio. En las pre_pruebas y las pos_pruebas, participaron estudiantes de ambos sexos.

Población:

El grupo en estudio lo conforman 20 estudiantes que cursan la asignatura de cálculo integral del tercer semestre del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio.

Muestra:

Estadísticamente no se realiza ningún tipo de muestreo, se toma el total de la población correspondiente a los 20 estudiantes y sobre ellos se aplica la pre_prueba y la pos-prueba.

Instrumentos:

En el desarrollo de la metodología se implementaron los siguientes instrumentos:



Pre_ prueba:

Conformado por dos cuestionarios relacionados con la solución de problemas matemáticos, aplicando integrales en el desarrollo de modelos que tienen relación con los movimientos en caída libre, acelerados, problemas relacionados con el trabajo, la ley de Hooke y los problemas de ondas. Cada cuestionario aplicado consta de dos problemas, relacionados con la aplicabilidad de las integrales y con el mismo nivel de complejidad.

Cuestionario Pos-prueba:

Al igual que la pre-prueba la pos-prueba esta conformado por dos cuestionarios relacionados con la solución de problemas aplicando integrales en el desarrollo de modelos que tienen relación con los movimientos en caída libre, acelerados, problemas relacionados con el trabajo, la ley de Hooke, y los problemas de ondas. Cada cuestionario aplicado consta de dos problemas, relacionados con la aplicabilidad de las integrales y con el mismo nivel de complejidad.

Encuestas Escala Likert:

Los instrumentos aplicados sobre el grupo de control permiten medir la actitud hacia las estrategias empleadas, las cuales contienen aspectos relacionados con incentivar la motivación, la ansiedad, la concentración, el procesamiento de la información, la selección de ideas principales, la autoevaluación, la presentación y preparación de exámenes.

Resultados:

Valoración Proposición	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
	5	4	3	2	1
1	8	10	2	0	0
2	3	13	4	0	0
3	2	18	0	0	0
4	3	13	3	1	0
5	4	12	4	0	0
6	9	11	0	0	0
7	4	15	1	0	0
8	0	2	6	11	1
9	3	13	3	1	0
10	6	14	0	0	0
11	7	12	1	0	0
12	3	13	4	0	0
13	5	11	4	0	0
14	9	11	0	0	0
15	6	12	1	1	0
16	3	8	8	1	0

Tabla IV - 1 “Puntajes obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes objeto de estudio, para determinar la aceptación de los mapas mentales en la comprensión y planteo de problemas matemáticos.

Los resultados de la tabla xxx y haciendo uso de las pruebas matemáticas para el análisis de escalas Likert, se llega a la siguiente escala.



Escala Likert de valoración para medir la actitud de los estudiantes frente a las habilidades de planteo y comprensión de un problema matemático¹

Como se puede observar en la figura 4 – 11, el valor de la puntuación general correspondiente a 1281, esta en el intervalo 1280 _ 1660, por lo que se puede concluir que el uso de los mapas mentales en el planteo y comprensión de los problemas matemáticos para los estudiantes de la muestra representa una actitud favorable, con tendencia a muy favorable.

Valoración Proposición	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	2	16	2	0	0
2	2	12	6	0	0
3	0	17	2	1	0
4	1	15	4	0	0
5	3	13	3	1	0
6	3	14	3	0	0
7	0	4	10	5	1
8	1	18	1	0	0
9	9	10	1	0	0
10	6	12	2	0	0
11	5	14	1	0	0
12	2	13	5	0	0
13	3	13	3	1	0
14	3	15	1	1	0
15	2	11	6	1	0

Puntajes obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes objeto de estudio, para determinar la aceptación de las uves heurísticas en la solución de problemas matemáticos.

De acuerdo a estos resultados y al objetivo de la encuesta propuesta se puede armar una escala de Likert que permita obtener nuevas conclusiones con respecto al uso de las uves heurísticas en la solución de los problemas matemáticos.

¹ Escala tomada como referencia del libro "Metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri, en el capítulo 9 relacionado con el análisis de las escalas Likert para medir actitudes.



Escala Likert de valoración para medir la actitud de los estudiantes frente a las habilidades de desarrollo de un problema matemático

Como se puede observar en la figura 4 -12, el valor de la puntuación general correspondiente a 1169, esta en el intervalo 900 _ 1200, por lo que se puede concluir que el uso de heurísticas en el planteo y desarrollo de problemas matemáticos para los estudiantes de la muestra representa una actitud de indiferencia con alta tendencia a una actitud favorable.

Prueba de Hipótesis

Los resultados de los problemas resueltos por el grupo control en las etapas de la pre-prueba y pos-prueba, permitió realizar la prueba de hipótesis y demostrar la incidencia de los mapas mentales y las uves heurísticas, en la comprensión, planteo y desarrollo de los problemas matemáticos.

Los resultados de la aplicación de los ejercicios mediante métodos heurísticos en la primera etapa (pre-prueba), fueron analizados y recogidos en el cuadro 1, permitiendo obtener puntajes en la prueba de hipótesis de diferencia de signos, Wilcoxon.

La pre-prueba sirvió de diagnóstico para evaluar el nivel en la comprensión, planteo y desarrollo de problemas matemáticos. Los dos cuestionarios de la pre-prueba se realizaron en un tiempo aproximado de 1 mes, con la misma estructura de los modelos heurísticos propuestos por Polya (1979) y Schoenfeld (1985) en sus tres etapas (Análisis, Exploración y prueba).

En la pos-prueba, realizada en los dos últimos meses antes de finalizar el semestre académico, se aplicaron dos cuestionarios implementándose los mapas mentales en la etapa del análisis y las uves heurísticas en la etapa de exploración. La etapa de la prueba del problema desarrollado se lleva a cabo como lo propone Polya (1979) y Schoenfeld (1985).

Tanto en la pre-prueba como en la pos-prueba, se plantearon dos problemas, a cada problema y por cada fase del heurístico propuesto por Polya (1979) de la pre-prueba y la pos-prueba se les asignó un puntaje de uno (1), si los procesos conllevan a una buena solución, o cero si no se realiza bien el proceso, por lo tanto, un estudiante podía obtener doce (12) como puntaje máximo en la pre-prueba y 12 en la pos-prueba. Los puntajes obtenidos en ambas pruebas están registrados en la tabla IV -3.

En la etapa de la pre-prueba, para los dos problemas no se tuvo en cuenta el uso de los mapas mentales y las uves heurísticas en las diferentes etapas (Análisis y diagramación, exploración y comprobación de los resultados).

La etapa de análisis y diagramación de la pos-prueba, se llevó a cabo mediante el uso de mapas mentales, estrategia que permite identificar los diferentes aspectos teóricos que contiene un problema, además de hacer una descripción de todas las variables que están en el mismo. De igual forma y por su naturaleza en el mapa mental se puede agregar una gráfica que permita identificar el planteo del problema matemático. El análisis y diagramación de los heurísticos propuestos por Polya corresponden al planteo y comprensión de un problema matemático.

La etapa de exploración de los resultados obtenidos, se pueden analizar en los diferentes elementos que contiene la uve heurística.

La etapa de la comprobación se realiza como lo propone Polya (1979) y Schoenfeld (1985).

La inclusión de los mapas mentales y las uves heurística en los problemas matemáticos relacionados con la etapa de la pos-prueba se lleva a cabo con el propósito de medir el impacto de estas dos estrategias en la comprensión, planteo, y desarrollo de los problemas matemáticos. (Tabla IV - 3)

En los procedimientos de la prueba de Wilcoxon, se establecen categorías, ordenando sus diferencias de acuerdo con sus magnitudes en valor absoluto, es decir no se toma en cuenta el signo.

Estudi- antes	Pruebas		R=D-A	Abs(R)
	A	D		
1	2	8	6	6
2	3	10	7	7
3	10	12	2	2
4	9	5	-4	4
5	10	10	0	0
6	6	11	5	5
7	6	11	5	5
8	4	8	4	4
9	7	7	0	0
10	0	0	0	0
11	6	5	-1	1
12	7	9	2	2
13	7	10	3	3
14	7	5	-2	2
15	6	11	5	5
16	0	0	0	0
17	9	12	3	3
18	5	10	5	5
19	6	11	5	5
20	6	10	4	4

Estudiantes	Orden	Rango
1	1	
2	2	
3	2	
4	2	
5	3	
6	3	
7	4	
8	4	
9	4	
10	5	
11	5	
12	5	
13	5	
14	5	
15	6	
16	7	

Tabla de rangos en donde se elimina las diferencias iguales a cero.

Puntajes del pre-test y del pos-test: con sus respectivos valores absolutos y el cálculo de sus rangos.

Para aplicar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, se formularon dos hipótesis

La hipótesis nula es $H_0 : \mu_d - \mu_a \leq 0$.

$\mu_d - \mu_a =$ Incidencia de los mapas mentales y las uves heurísticas en la comprensión y planteo de los problemas matemáticos, antes y después de aplicar los instrumentos en diferentes ejercicios de cálculo.

La hipótesis alternativa es $H_1 : \mu_d - \mu_a > 0$ > (prueba de una cola)



Sujeto	Pre_prueba 01						Pre_prueba 02						Total	Pre_prueba 01						Total	Diferencias						
	Problema 1			Problema 2			Problema 1			Problema 2				Problema 1			Problema 2										
	D	E	C	D	E	C	D	E	C	D	E	C		D	E	C	D	E	C								
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	6	
2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	7	
3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	2	
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	5	-4
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0	
6	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	5	
7	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	11	5	
8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	8	4	
9	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	7	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	5	-1
12	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	9	2	
13	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10	3	
14	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	5	-2	
15	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	5	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	3	
18	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10	5	
19	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	11	5	
20	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	10	4	

Tabla IV - 3: Puntajes de la pre-prueba y de la pos-prueba: D: Diagramación y análisis E: Exploración C: Comprobación

El valor de n , es 16 que corresponde a aquellos valores en donde se descartan los valores nulos. Como $n = 25$, se hace uso de la tabla de prueba de hipótesis Wilcoxon, para una prueba unilateral y un nivel de confianza del 1%, definido por la calidad de la prueba y las certificaciones de los expertos con respecto a los instrumentos utilizados.

El valor de n , es 16 que corresponde a aquellos valores en donde se descartan los valores nulos. Como $n = 25$, se hace uso de la tabla de prueba de hipótesis Wilcoxon, para una prueba unilateral y un nivel de confianza del 1%, definido por la calidad de la prueba y las certificaciones de los expertos con respecto a los instrumentos utilizados.

$$n = 16\alpha = 0.01 \text{ y } T = 24$$

Por tanto $T_{0.01} = 24$.

Se procede ahora a obtener el valor de T , para ello se selecciona la suma más pequeña para uno de los dos signos.

$$S+ = (2 + 2 + 3 + 3 + 4 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 6 + 7) = 56$$

$$S- = (4 + 1 + 2) = 7$$

Luego $T = 7$

Como $T < T_{0.01} = 7 < 24$, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula para lo cual, los mapas mentales y las uves heurísticas si inciden en la comprensión y planteo y desarrollo de los problemas matemáticos, antes y después de aplicar los instrumentos en diferentes ejercicios de cálculo.

Conclusiones y discusiones finales

El uso de las uves heurísticas determina un aprendizaje de mayor profundidad cuando se relacionan todos sus componentes y el estudiante siente la sensación del nuevo conocimiento adquirido. Al igual que en los mapas mentales algunos estudiantes piensan que la implementación de las uves heurísticas en el planteo y desarrollo de los problemas matemáticos se convierten en una oportunidad para comprender todo lo que se enseña en una clase.

El uso de los mapas mentales y las uves heurísticas en la comprensión, planteo y desarrollo de problemas matemáticos, permite que el estudiante acepte el problema y asuma un compromiso formal, en lo posible manejar el nivel de estrés generado por factores tanto externos como internos, cuando se enfrenta a un problema en donde la solución no es tan evidente. Por lo anterior se puede afirmar que los instrumentos utilizados desarrollan comportamientos que permiten manejar el estrés, el cansancio, el aburrimiento en el planteo, comprensión y desarrollo de un problema matemático.

En los problemas desarrollados en la pre-prueba se hizo uso de los tres momentos de Polya - Schoenfeld, sin utilizar ninguna estrategia. Para las etapas de la pos-prueba, se incorporan los mapas mentales en el proceso del análisis y la uve heurística en el proceso de la exploración y realización.

La uve heurística implementada como estrategia al interior de los procesos de exploración y comprobación de los resultados, permitió realizar un verdadero juicio de comprensión y solución de un problema. Sus componentes permiten que las propuestas de Polya y Schoenfeld, se constituyan en verdaderas etapas de descubrimiento encontradas por el estudiante para obtener la solución final de un problema matemático.



Los componentes de la uve heurística orientan al estudiante hacia la solución de una manera algorítmica, en donde cada paso del proceso final es un descubrimiento de detalles, de resultados, de problemas ya resueltos, de nuevas variables, de utilidad en el contexto del problema, de nuevos métodos y alternativas para resolver un problema.

La importancia de explicar procesos, teorías, conceptos y teoremas matemáticos a través de mapas mentales, indica la forma como se desarrolla, la habilidad de razonar en forma lógica y consistente, basadas en sistemas de explicación causa-efecto, demostrados rigurosamente mediante el análisis de proposiciones, la coherencia, la abstracción; ligados a la experiencia y susceptibles al tratamiento matemático, de acuerdo con relaciones justificables con los hechos conocidos y que se consideran válidos, afirmación que está acorde a los resultados encontrados en los procesos de observación del grupo control y grupo piloto y las diferentes pruebas realizadas en las fechas planeadas en las series cronológicas de la investigación.

Según los resultados, los estudiantes valoraron positivamente las estrategias heurísticas aplicadas en los tres momentos de los heurístico propuestos por Polya y Schoenfeld, al ayudar a comprender mejor los problemas, aspecto clave en la solución de los mismos, tal como lo afirman Velasco, Juan & García, Juan. (1997): “para resolver un problema es necesario empezar por comprenderlo”. De la misma manera las estrategias implementadas permiten afirmar que en los estudiantes, la uve heurística desarrolla la capacidad de planteo y desarrollo de un problema matemático, al visualizar la lógica de la solución de un problema.

Finalmente: La prueba de hipótesis, la encuesta desarrollada en la escala Likert, permitieron medir y determinar que los mapas mentales y las uves heurísticas si inciden sobre la comprensión, planteo y desarrollo de los problemas matemáticos.
