UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION
Maestría en Educación, mención: Procesos de Aprendizaje

Trabajo de Grado de Maestría

EL MAPA CONCEPTUAL COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD DE LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Presentado por
Omar Alcalá

Para optar al título de
Magister en Educación, mención: Procesos de Aprendizaje

Tutora
Zuleima Santalla de Banderali

Caracas, Marzo de 2016

Dedicatoria

In memorian, a mi Padre, por enseñarme a
no declinar ante los retos.

A mi compañera de travesías, quien me
impulsa a llegar a la más alta cumbre.

A un par de pequeños,
sus sonrisas demuestran que vale la pena seguir.

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION

PROGRAMA DE ESPECIALIZACION/MAESTRIA EN EDUCACION
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE

El Mapa Conceptual como Herramienta para Mejorar la Comprensión de las Medidas de Tendencia Central y Variabilidad de la Estadística Descriptiva.

Autor: Omar Alcalá
Tutora: Zuleima Santalla de Banderali
Fecha: Marzo de 2016

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito estudiar el empleo del mapa conceptual como instrumento facilitador del aprendizaje significativo y, en concreto, evaluar si el mapa conceptual, empleado como estrategia de enseñanza-aprendizaje, permite incrementar la comprensión de los conceptos que sustentan las medidas tanto de tendencia central como de variabilidad, empleadas en la descripción de un conjunto de datos de una variable estadística, en un grupo de estudiantes de primer año de la Escuela de Psicología de una Universidad privada del Oeste de la ciudad de Caracas.

Se realizó una investigación experimental pues en ella se manipuló la variable "método de enseñanza-aprendizaje", asignándose aleatoriamente los sujetos a las distintas condiciones experimentales y controlándose aquellas variables que no eran pertinentes al problema de investigación, pero que podían estar relacionadas con la variable dependiente.

Se empleó un diseño experimental con dos grupos (experimental y control) con pre-test y post-test. Al comparar la ejecución de ambos grupos en el post-test se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento, medido por la calificación media, al ser en el caso del grupo experimental significativamente superior que en el grupo control. A su vez, se observó que el nivel de conocimiento de los dos grupos fue superior en el pos-test con respecto al pre-test, donde la magnitud de dicha diferencia fue significativamente mayor en el grupo experimental que en el grupo control.

Descriptores: Mapa conceptual/Aprendizaje significativo/Método de enseñanza-aprendizaje/ Medidas de Tendencia Central/ Medidas de Variabilidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. El problema 1
Planteamiento del problema. 1
Justificación y propósito. 2
Enunciado del problema. 6
Objetivo general. 6
Objetivos Específicos. 6
Capítulo II. Revisión de la literatura 8
La construcción de nuevos significados. 8
Mapa Conceptual, la herramienta para la comprensión. 11
Del origen a una revisión de sus fundamentos. 16
Mapas conceptuales y las matemáticas. 28
Mapas conceptuales en Estadística. 35
Limitaciones en el uso de los mapas conceptuales. 37
Didáctica de la Estadística. 42
Capítulo III. Metodología 51
Tipo y diseño de investigación. 51
Hipótesis de investigación. 53
Variables. 54
Población y Muestra. 56
Procedimiento. 58
Procesamiento de los datos. 60
Capítulo IV. Resultados 62
Resultados 62
Discusión. 72
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones 77
Referencias bibliográficas 79
Anexo A 85
Pruebas de conocimiento usadas en el pre-test y pos-test 85
Anexo B 98
Mapa Esqueleto 98
Anexo C 100
Resultados SPSS 100

Índice de figuras

Figura 1. Representación del diseño empleado en el estudio…….58

Figura 2. Pantalla del programa Cmaptools (www.cmap.ihmc.us)..... 58

Figura 3. Total alumnos aprobados y reprobados en los grupos experimental y control respectivamente en el pretest. 62

Figura 4. Total alumnos aprobados y reprobados en los grupos experimental y control respectivamente en el postest..... 65

Figura 5. Mapa conceptual inicial de G.N..... 70

Figura 6. Mapa sobre medidas de tendencia central de G.N. 70

Figura 7. Mapa sobre medidas de variabilidad de G.N. 71

Figura 8. Mapa conceptual final de G.N. 71

Capítulo I. El problema

Planteamiento del problema.

Una de las aportaciones relevantes en el ámbito del aprendizaje humano es la realizada por Novak, quien propone que para conseguir un aprendizaje más activo y eficaz de los alumnos, y para posibilitar que se produzcan en ellos cambios en la comprensión de cualquier conocimiento, hay que relacionar lo que el alumno ya sabe acerca de un área de conocimiento en particular con la información nueva que se le presenta. Su teoría de la educación se puede resumir en su versión más sencilla: "el aprendizaje significativo es el resultado de la integración constructiva del pensamiento, el sentimiento y la acción que conducen a la capacitación humana para el compromiso y la responsabilidad" (Novak y Gowin, 1988; p.34).

Señalan Novak y Gowin (1988) que un problema fundamental en el aprendizaje de las matemáticas es que la mayor parte de los materiales de instrucción son conceptualmente poco claros, es decir, no presentan los conceptos ni las relaciones conceptuales necesarias para comprender el significado de las ideas matemáticas en cuestión. Schmittau (2004), señala que el uso de mapas conceptuales permite mejora la comprensión de conceptos matemáticos. Si se parte de la concepción de que la Estadística es una rama de las Matemáticas es claro que esta dificultad también se presenta al abordar su estudio. Sin embargo, y si bien existe abundante literatura sobre el impacto del uso de mapas conceptuales en el aprendizaje de las matemáticas (Florez, 2006; Huerta, 2006; Novak J., 2006; Pozueta, Guruceaga, y González, 2006), esto no es así en el caso de la estadística.

Podría pensarse que, partiendo de que lo investigado en las matemáticas es aplicable a todas sus ramas, es lógico esperar que las estrategias que producen mejoras en la comprensión de los conceptos matemáticos incidan también en la mejora de la comprensión de los conceptos estadísticos; no obstante, no es conveniente asumir que, de entrada, la transferencia entre los conceptos matemáticos y los estadísticos se da de forma natural, puesto que cada una de las ciencias en general y la estadística en particular tienen objetos de estudio propios. En este sentido, la estadística tiene por objeto de estudio los fenómenos de tipo aleatorios para los cuales emplea distintas técnicas que permiten resumir, analizar, describir y representar gráficamente datos, para luego realizar inferencias que permitan generar modelos para abordar los distintos problemas que son de su ámbito (Alvarado, 2013; Ballesteros, 2013; Batanero, 2001; Chiou, 2009).

Tomado como punto de partida lo anterior, la presente investigación busca estudiar la utilización del mapa conceptual como instrumento facilitador del aprendizaje significativo y, en concreto, evaluar su efectividad en la enseñanza-aprendizaje de las medidas de tendencia central y variabilidad de un conjunto de datos estadísticos y los problemas correspondientes a las mismas.

Justificación y propósito.

Al indagar en el entorno observamos un gran cúmulo de información que, en muchos casos, se presenta de forma numérica, por ejemplo: número de personas que pertenecen a algún estrato social, porcentaje de votantes en una elección, porcentaje

de carros de una cierta marca vendidos en un período, el índice de precios al consumidor de un país, el incremento de la inflación, etc.

Todo esto lleva a la pregunta sobre cómo interpretar estos datos y qué significación tienen para las personas, y es aquí donde la estadística surge como un medio que permite darle sentido a los datos. Para ello, en un primer acercamiento, se requiere de una serie de indicadores que permitan tener una visión panorámica del comportamiento de los mismos. Estos indicadores son las llamadas medidas de tendencia central y medidas de variabilidad, las cuales en su conjunto revelan información importante que debe ser interpretada con base en los conceptos que las sustentan. De hecho, una interpretación acorde y adecuada de un conjunto de datos se basa en el conocimiento de los conceptos que fundamentan los distintos indicadores, así como el aprendizaje de la probabilidad está sustentado en el concepto de proporcionalidad (Pozueta, Gurruceaga y González, 2006).

Adicionalmente, es importante recordar los alcances que la estadística tiene como herramienta aplicada a distintos ámbitos del conocimiento humano; razón por la cual es una asignatura presente en la mayoría de los pensum académicos de nivel universitario y tema en los programas oficiales de Matemáticas de bachillerato del país. Señala Batanero (2001) el camino que ha recorrido la enseñanza de la estadística desde la fundación del Instituto Internacional de Estadística (ISI) en 1885, hasta la creación de la International Association for Statistical Education (IASE), cuyo objetivo principal es el desarrollo y mejora de la educación estadística en el ámbito internacional, teniendo entre sus tareas, el desarrollo de software educativo, la

enseñanza de la estadística en empresas o industrias, la producción de libros de texto y material didáctico, entre otras.

Por otra parte, Batanero (2001) identifica dos fuentes de las cuales surgen la investigación en enseñanza de la estadística, una tiene que ver con la educación estadística cuya preocupación fundamental es identificar los puntos difíciles y los errores persistentes al finalizar la enseñanza en educación primaria y bachillerato, con el fin de poder diseñar actividades didácticas adecuadas para superar estas dificultades; y la segunda fuente es la psicológica, cuyo fundamento es analizar el razonamiento humano en situaciones de incertidumbre.

En el marco de lo anterior, la presente investigación pretendió indagar si los mapas conceptuales pueden ser una herramienta útil para incrementar el aprendizaje de los conceptos que subyacen a los indicadores estadísticos. El interés en este aspecto tiene su razón de ser en el hecho de que la literatura referente a si los mapas conceptuales permiten incrementar el conocimiento de los conceptos estadísticos básicos que se emplean para realizar un primer análisis a una serie de datos es escasa. En este sentido, entre las pocas investigaciones que han abordado este problema resalta la de Dandolini, De Souza y Vergara (2011), quienes aplicaron la técnica del mapa conceptual para evaluar si existían diferencias estadísticamente significativas entre un grupo de estudiantes con el cual se empleó el mapa conceptual y otro grupo con el que se utilizó la clase magistral como técnica de enseñanza; en los dos grupos se aplicaron tres evaluaciones escritas diferentes, similares únicamente en su contenido y dificultad, realizándose una prueba T de muestras independientes con las calificaciones. Los autores hallaron que las calificaciones finales del grupo

experimental difirieron significativamente de las del grupo control, constatándose que el grupo con el que se empleó el mapa conceptual obtuvo una mayor calificación que el grupo que trabajó con la la clase magistral (valor-p=0,00017). El análisis permite afirmar que los mapas conceptuales son responsables de la mejora del rendimiento del grupo experimental.

Nos proponemos en este trabajo llevar a cabo una investigación que pueda ampliar la desarrollada por Dandolini et al. (2011), atendiendo además a los mapas conceptuales generados por los estudiantes de la asignatura Estadística I, buscando comparar el número de conceptos empleados en un mapa conceptual inicial con los empleados en una mapa conceptual final, así como el número de enlaces cruzados entre conceptos, los cuales son indicativos de una mayor comprensión de los conceptos empleados dentro del mapa.

A diferencia de lo que sucede con la estadística, en matemáticas sí existe abundante investigación que muestra los logros que grupos de estudiantes alcanzan con el uso de los mapas conceptuales (Cabero, Ballestero, y López, 2015, Florez, 2006; Novak J. , 2006; Schmittau, 2004).

Por lo anteriormente expuesto, investigar el alcance de los mapas conceptuales como herramienta para incrementar la comprensión y posterior transferencia de conocimientos del área estadística tiene, por una parte, una relevancia teórica, en el sentido de que los resultados del presente estudio permiten cubrir una laguna de conocimiento en cuanto a la efectividad de esta técnica en el caso concreto de la estadística. Por otra parte, la investigación tiene implicaciones prácticas puesto que, los resultados indicativos de que el uso de mapas conceptuales facilita el aprendizaje

de la estadística, sirven de fundamento empírico para el uso de los mismos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fin de que los usuarios de dicho conocimiento sean más eficientes en los análisis de los datos de su entorno y puedan hacerlo con una mayor profundidad.

Enunciado del problema.

¿El mapa conceptual empleado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las medidas de tendencia central y variabilidad incrementa el nivel de conocimiento de ellas al aplicarlas en la descripción de un conjunto de datos estadísticos?

Objetivo general.

Con el presente estudio se pretende determinar si el mapa conceptual, empleado como método de enseñanza-aprendizaje, permite incrementar el conocimiento de los conceptos que sustentan las medidas de tendencia central y variabilidad, empleadas en la descripción de un conjunto de datos de una variable estadística, en un grupo de estudiantes de primer año de la Escuela de Psicología de una Universidad privada del oeste de la ciudad de Caracas.

Objetivos Específicos.

1. Analizar si al finalizar la intervención, al comparar el grupo experimental con el control, las diferencias en el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes sobre los conceptos que sustentan las medidas de tendencia central y variabilidad de un conjunto de datos estadísticos, son significativas.
2. Analizar si el grupo experimental, al comparar el pretest con el postest, incrementa sus conocimientos sobre las medidas de tendencia central y

variabilidad como consecuencia del uso del mapa conceptual como herramienta de enseñanza-aprendizaje.

3. Comparar los mapas conceptuales inicial y final elaborados por los alumnos del grupo experimental, con el propósito de determinar si se observa un aumento en el número de conceptos y conexiones empleadas.

Capítulo II. Revisión de la literatura

La construcción de nuevos significados.

El aprendizaje significativo es concebido por algunos autores como un proceso de desarrollo de estructuras cognitivas que depende del mundo personal, físico y social de la persona; el conocimiento significativo es generado por las mentes intelectuales a través del proceso de creación de sentido, que es la base de la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1983, Conradty y Bogner, 2008; Florez, 2006; Novak y Gowing, 1988; Novak, 1998; Yon-Lim, Woo-Lee, y Grabowiski, 2009).

Para Ausubel, Novak y Hanesian (1983), la estructura cognitiva de un individuo es un factor determinante en el modo en que adquiere, retiene y recupera la información; así como, en la significación que dicho individuo da al material nuevo, en el sentido de que la significación que le dé a la nueva información depende de aquella que ya tenga almacenada y de cómo la misma esté estructurada; es decir, el aprendizaje significativo requiere conocimientos previos relevantes, por lo que tanto la cantidad como la calidad del conocimiento de cualquier alumno varía en función de los temas (Novak, 1998). De esta forma, la idea fundamental en la psicología cognitiva de Ausubel es que el aprendizaje ocurre por asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en una estructura conceptual y proposicional ya existente en la persona. Desde esta perspectiva es que se habla de aprendizaje significativo.

Al generalizar las propiedades del concepto elaborado, éste se transforma de idiosincrático a genérico, en el sentido de que el cúmulo de experiencias que conduce a que un individuo forme un concepto puede ser único (idiosincrático), pero el concepto adquirido es en sí mismo genérico. El último paso de la formación de conceptos es establecer la equivalencia representacional entre el símbolo genérico y el contenido cognoscitivo que produce.

El aprendizaje significativo tiene lugar cuando se intenta dar sentido o establecer relaciones entre los nuevos conceptos o nueva información y los conceptos y conocimientos previos de la persona (Ontoria, 2001); comprende la adquisición de nuevos significados (Gómez, Ontoria, y Molina, 1999; Novak, 1998) y genera más disposición para nuevos aprendizajes (Moreira, 2009).

Para Ausubel et al. (1983), el aprendizaje significativo puede darse por recepción o por descubrimiento. Si es por recepción, éste involucra la adquisición de nuevos significados y, en este caso, la interacción de los significados nuevos con las ideas pertinentes de la estructura cognoscitiva del individuo da lugar a los significados reales. A diferencia de esto, en el caso del aprendizaje por descubrimiento, el aprendiz adquiere los conocimientos por sí mismo, es decir, los redescubre, sin darles una organización previa.

En su esencia el aprendizaje significativo se genera cuando las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario y sustancial con lo que el individuo ya sabe (Ausubel et al., 1983). Por tanto, presupone que el aprendiz manifieste una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva. El significado en sí es un producto del

proceso de aprendizaje significativo. En el momento en que se establecen los significados iniciales de los signos o símbolos de los conceptos en el proceso de formación de conceptos, el aprendizaje significativo nuevo proporcionará significados adicionales a los mismos, y se adquirirán nuevas relaciones entre los conceptos previamente aprendidos (Ausubel et al., 1983).

Lo anterior hace patente el hecho de que la construcción de nuevos significados está íntimamente relacionada con la construcción y adquisición de conceptos. En este sentido, Ausubel et al. (1983) definen los conceptos como "objetos, acontecimientos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes y que están presentes en cualquier cultura dada mediante algún signo o símbolo aceptado" (p.71). Dos tipos de problemas de suma importancia se presentan en la adquisición y uso de los conceptos (Novak y Cañas, 2006):

1. ¿Cómo se adquieren los conceptos y los tipos de procesos psicológicos que intervienen?
2. ¿Cómo los conceptos, una vez adquiridos, son empleados o usados?

En cuanto a la adquisición de conceptos, Ausubel et al. (1983) plantean que hay que distinguir dos tipos principales de adquisición: (a) la formación de los conceptos, y (b) la asimilación de los conceptos. En el caso de los adultos, éstos adquieren conceptos nuevos a través de un proceso de asimilación conceptual. Es decir, aprenden nuevos significados conceptuales cuando se les presentan los atributos de criterio de los conceptos y cuando se relacionan esos atributos con ideas pertinentes establecidas en sus estructuras cognoscitivas. Así, el aspecto más importante del proceso de asimilación de conceptos comprende relacionar las ideas pertinentes y

establecidas en la estructura cognoscitiva de la persona con el contenido genérico potencialmente significativo comprendido en la definición del término o en las claves contextuales. Por ende, la asimilación de conceptos se caracteriza por un proceso activo de relación, diferenciación e integración con los conceptos pertinentes que ya existan.

En relación al uso de los conceptos, al nivel más simple, éstos se encuentran implicados en la categorización perceptual de la experiencia sensorial de entrada, y permiten la comprensión inmediata de los significados de conceptos y proposiciones previamente aprendidas y ya significativas.

Mapa Conceptual, la herramienta para la comprensión.

El del mapa conceptual fue en su origen una técnica de investigación, creada por Joseph Novak, para el análisis de los datos recogidos en las entrevistas realizadas a un grupo de niños, y su desarrollo se dio en estrecha relación con la teoría de David Ausubel (Novak, 2006). El desarrollo de la técnica y su uso regular en las prácticas de investigación se dio a partir de 1974, aunque Novak ubica la invención y utilización del mapa conceptual en el año 1972 (Novak, 1998).

Las funciones del mapa conceptual que pueden distinguirse varían de acuerdo al nivel de análisis. En este sentido, Novak (citado en Aguilar-Tamayo, 2006) indica que la técnica surgió como una herramienta para representar las estructuras cognitivas y sus cambios en los niños: “la metodología de elaboración y comparación del mapa conceptual permitió construirlo y reconocerlo como un sistema de representación

válido de la estructura cognitiva del sujeto" (Aguilar-Tamayo, 2006; p.16). El análisis genera un producto que es el propio mapa conceptual que representa los conocimientos previos y recién adquiridos de los alumnos en relación al proceso de instrucción efectuado durante el desarrollo de la investigación. La elaboración del mapa conceptual inicia como una transformación de los registros y produce una representación interpretable desde una determinada teoría, "así el mapa conceptual producido cambia su función para ser una representación válida que permite conocer acerca de la estructura cognitiva de los sujetos" (Aguilar-Tamayo, 2006; p.17).

De esta forma la construcción de los mapas conceptuales se fue convirtiendo también en un método de enseñanza para ayudar a estudiantes y profesores a captar el significado de los materiales que se van aprender (Novak y Cañas, 2006). Así lo expresa Novak (1998):

> Hallamos que los mapas conceptuales eran una buena forma de ayudar al profesor a organizar el conocimiento para enseñarlo y de ayudar a los alumnos a hallar los conceptos y principios cruciales en las clases, las lecturas u otros materiales de instrucciones (p.51).

Para Novak y Gowin (1988), la idea central de su trabajo se basa en la afirmación de que el conocimiento se construye. La construcción de nuevos conocimientos comienza con la observación de acontecimientos (cualquier cosa que suceda o pueda provocarse) u objetos (cualquier cosa que exista y se pueda observar) a través de los conceptos que ya se poseen; entendiendo por concepto toda regularidad en los acontecimientos o en los objetos, que se designa mediante algún término (Novak y Gowin, 1988). En consecuencia, la construcción de conocimientos puede abarcar

tanto los acontecimientos y objetos que tienen lugar de manera natural, como los acontecimientos y objetos que construyen los seres humanos.

Para Novak y Gowin (1988), el interés de su trabajo está tanto en el aprendizaje como en el conocimiento, diferenciando ambos términos al indicar que el primero es personal e idiosincrático, mientras que el conocimiento es público y compartido.

Como ya se indicó, Novak y Gowin (1988) asumieron como fundamento de su trabajo la teoría de aprendizaje de David Ausubel, la cual, para ellos es la que mejor centra su atención en los conceptos y en el aprendizaje proposicional como base sobre la que los individuos construyen sus significados propios e idiosincráticos. El concepto principal en la teoría de Ausubel es el de “aprendizaje significativo”; para él, el aprendizaje es significativo si el individuo trata de relacionar los nuevos conocimientos con los conceptos y las proposiciones relevantes que ya conoce (Ausubel et al., 1983).

De esta forma, los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones (Novak y Cañas, 2006). Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras. Así, un mapa conceptual puede representarse como un símil del mapa de carretera donde se muestran algunos caminos que se pueden seguir para conectar los significados de los conceptos de forma que resulten proposiciones (Novak y Gowing, 1988). Un mapa conceptual es pues un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones que, una vez que se ha completado una tarea de aprendizaje, proporciona un resumen de todo lo

que se ha aprendido (Cabero, Ballesteros y López, 2015; Maya y Díaz, 2004; Ontoria, 2001).

Nuevamente tomando como base la teoría del aprendizaje significativo, según la cual el aprendizaje se da cuando los nuevos conceptos se engloban bajo otros conceptos más amplios, más inclusivos, los mapas conceptuales deben ser jerárquicos en el sentido de que los conceptos más generales e inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa y los conceptos progresivamente más específicos y menos inclusivos, en la inferior (Novak, 1998; Novak y Cañas, 2006). En el presente trabajo se siguió el convenio adoptado por Novak y Gowin (1988) de trazar flechas sólo en el caso de que la relación de que se trate sea de subordinación entre conceptos.

Dado que los mapas conceptuales constituyen una representación explícita y manifiesta de los conceptos y proposiciones que posee una persona, permiten a profesores y alumnos intercambiar sus puntos de vista sobre la validez de un vínculo proposicional determinado, o darse cuenta de las conexiones que faltan entre conceptos y que sugieren la necesidad de un nuevo aprendizaje. Por ello, los autores Novak y Gowin (1988) consideran a los mapas conceptuales un instrumento también adecuado para negociar significados. Los mapas pueden ser utilizados como fuentes primarias para la adquisición de conocimientos, ayudas auxiliares para el procesamiento de texto, herramientas de comunicación para la organización de las ideas, son una herramienta útil para que los profesores lleguen a un acuerdo sobre el significado del conocimiento con los estudiantes y así mejorar la enseñanza (Novak, 1998; O´Donnell, Dansereau, y Hall, 2002).

Por una parte, los mapas conceptuales ayudan al que aprende a hacer más evidentes los conceptos claves o proposiciones que se van a aprender, a la vez que sugieren conexiones entre los nuevos conocimientos y los que ya tiene el alumno. Por otra, permiten al profesor determinar qué rutas se siguen al organizar los significados y negociarlos con los estudiantes, así como resultan útiles para señalar las concepciones erróneas que puedan tener. De esta forma, los mapas conceptuales son instrumentos poderosos para observar los matices en el significado que un estudiante otorga a los conceptos que se incluyen en su mapa; permitiendo, cuando se elaboran de forma sistemática y reflexiva, revelar con claridad la organización cognitiva de los estudiantes.

Entre una gama amplia de aplicaciones que en la actualidad tienen los mapas conceptuales en el ámbito educativo, Novak y Gowing (1988) mencionan las siguientes:

- Exploración de lo que los alumnos ya saben.
- Trazado de una ruta de aprendizaje.
- Extracción del significado en los libros de texto.
- Extracción del significado en el trabajo de laboratorio, de campo o en el estudio.
- Lectura de artículos en periódicos y revistas.
- Preparación de trabajos escritos o de exposiciones orales.

Del origen a una revisión de sus fundamentos.

Si bien el mapa conceptual se originó por razones metodológicas en el contexto de una investigación particular, a la larga se ha convertido no sólo en un instrumento de enseñanza e investigación, sino también en objeto mismo de investigación (Aguilar Tamayo, 2006).

Debido a la gran variedad de prácticas y aplicaciones que ha tenido el mapa conceptual, la teoría del aprendizaje significativo que le sirvió inicialmente de fundamento no es suficiente para explicar dichas prácticas. Por ello, Aguilar-Tamayo (2006) plantea que, para enfrentar el análisis de nuevos fenómenos educativos, se hace necesario reconstruir conceptualmente el mapa.

Las características iniciales del mapa conceptual que, como se señaló, surgieron de la necesidad de una técnica para el análisis de datos derivados de una serie de entrevistas, se transformaron rápidamente y la herramienta adquirió nuevas funciones. La rápida adquisición de funciones del mapa conceptual lo constituyó en una herramienta para observar eventos y objetos, lo que origina una aproximación metodológica distinta al evento y cómo éste es observado. En este sentido, el mapa conceptual es producto y productor de una nueva forma de investigación psicológica y educativa, y es parte de un proceso de renovación paradigmática que busca construir objetos de investigación en el campo psicológico y educativo, y además transformar la práctica educativa (Aguilar-Tamayo, 2006).

Novak inventó el mapa conceptual en el proceso de investigar un objeto distinto, se trataba del aprendizaje de conceptos científicos e implicaba conocer el cambio de los marcos conceptuales de los sujetos en un momento y circunstancias determinadas.

El origen del mapa conceptual deja claro que se trata de una unidad compleja de técnica, metodología y teoría (Aguilar, 2006; Novak y Cañas, 2006)). Con base en las publicaciones y congresos en torno al mapa conceptual, éste existe como un objeto cultural significativo para ciertas comunidades educativas y de investigación (Novak y Cañas, 2002; Novak y Cañas, 2006;). Aguilar-Tamayo (2006) señala que en algunas de las prácticas actuales de investigación y educación se concibe el mapa conceptual como objeto de estudio, lo que establece una marcada diferencia respecto al objeto de investigación que le dio origen.

Los cambios en la naturaleza de la técnica, cuyo propósito principal es ser una herramienta que permite a una o más personas representar explícitamente su entendimiento sobre un campo del conocimiento, han llamado la atención a su creador en cuanto a la teoría que lo sustenta, así como a la manera en que se construye y se emplea; por ello, Novak y Cañas (2006a) han señalado una serie de dificultades que siguen observando en su uso, tales como:

- La dificultad que tienen muchos constructores de mapas conceptuales en la construcción y estructuración de las proposiciones.
- La falta de una buena pregunta de enfoque que permita guiar la construcción del mapa conceptual.

- Los mapas conceptuales tienden a ser mayormente descriptivos en lugar de explicativos, siendo muchos de ellos clasificatorios.

A modo de resumen, las ideas epistemológicas que sustentan al mapa conceptual son, de acuerdo con Novak y Cañas (2006a), las siguientes:

- El universo consiste de objetos y eventos, y la energía se intercambia durante los eventos.
- Los conceptos son construidos por los humanos y son regularidades o patrones percibidos en eventos u objetos, o en registros de eventos u objetos, designados con una etiqueta, usualmente una palabra.
- Dos o más conceptos puede ser enlazados con las palabras apropiadas para formar una declaración significativa o proposición.
- Los conceptos y las proposiciones son los bloques de construcción del conocimiento en todos los campos.

Por su parte, siguiendo a Novak y Cañas (2006b), los principios en los que se basa la construcción de los mapas conceptuales, que como ya se indicó provienen de la psicología cognitiva de Ausubel, concretamente de la teoría del aprendizaje significativo, pueden resumirse como sigue:

- El aprendizaje significativo es necesario para el desarrollo de un entendimiento conceptual.
- El nuevo aprendizaje se debe construir sobre conceptos y proposiciones previas relevantes sostenidas por el aprendiz.
- Al aprendiz se le debe motivar para que elija aprender significativamente.

- Se necesitan ayudas para aprender conceptos abstractos, junto con la instrucción didáctica apropiada.
- El aprendizaje es altamente idiosincrático y progresa con el tiempo.
- El aprendizaje significativo de alta calidad lleva a la construcción de estructuras conceptuales y proposicionales bien integradas que facilitan el nuevo aprendizaje y la solución creativa de problemas.

Tal y como se señaló, para la construcción del mapa conceptual se requiere de dos grandes bloques, que a modo de sustento, dan andamiaje al mapa: (a) los objetos y (b) los eventos; siendo los mapas conceptuales que enfatizan los eventos los que tienden a ser más ricos en explicaciones (Novak y Cañas, 2006b). En general, los mapas conceptuales que muestran explicaciones requieren un pensamiento más profundo y dinámico.

La técnica del mapa conceptual permite la estabilidad del sistema representacional, establece las normas y orden de elementos gráficos, espaciales y lingüísticos. El producto de estas convenciones es un texto reconocido por una comunidad como mapa conceptual. La técnica de representación puede ser apropiada en distintos niveles o para distintos propósitos, algunos previstos o explicados por los referentes teóricos que promueve Novak, algunos otros serán innovaciones o usos descontextualizados que son parte de las prácticas educativas o de investigación que reproducen el mapa conceptual como objeto de interés.

Con la invención del mapa conceptual Novak ofreció un nuevo recurso técnico y metodológico, de forma que la técnica se inserta como parte o elemento de innovación en las metodologías de investigación.

Novak y Cañas (2006b) hicieron una propuesta, la cual fue llamada *un nuevo modelo para la educación*, que busca crear un ambiente de aprendizaje centrado en los mapas conceptuales, donde estos sean utilizados desde el inicio de una unidad. Al comienzo de la unidad, a fin de determinar cuánto conoce el estudiante de antemano; a lo largo de la unidad como un medio para investigar y enlazar los recursos encontrados o creados por el estudiante; y, al final de la unidad con el propósito de determinar cuánto ha aprendido el estudiante acerca del tema. En un ambiente de este tipo se espera que el mapa evolucione en la medida que el estudiante aprende, reflejando el incremento en su entendimiento. La construcción de los mapas atiende a tres momentos importantes para su estructuración: (a) la pregunta enfoque, (b) el estacionamiento de conceptos y (c) el mapa esqueleto construido por expertos (Novak y Cañas, 2006a).

Donde ha habido mayor interés para Novak y Cañas (2006a) en los últimos años ha sido en la pregunta de enfoque, la cual debe especificar con claridad cuál es el problema o cuestión que el mapa conceptual debe resolver. Novak y Cañas (2006a) consideran que la pregunta de enfoque es un enlace clave en toda la estructura que conforma al mapa conceptual, pues la construcción del mapa conceptual debe dar respuesta a la misma. El segundo momento, denominado estacionamiento de conceptos, hace referencia a una lista de conceptos que se espera sean agregados por los alumnos al mapa conceptual. En general dichos conceptos son suministrados por

el profesor-experto para asegurar que todos los estudiantes los incluyan en sus mapas, sin menoscabo de aquellos que el estudiante pueda añadir. El tercer momento es el mapa esqueleto, un mapa conceptual preparado previamente por el experto en el tema y que permite tanto a los estudiantes como a los docentes construir conocimiento sobre una base sólida, sirven como una guía o andamio para aprender, de manera análoga al uso de los andamios en la construcción (Novak, 2006; Novak y Cañas, 2006a).

A medida que el estudiante está construyendo un mapa conceptual, el docente debe sondear al estudiante para: (a) determinar cuánto sabe el estudiante acerca del tema, y (b) ayudar al estudiante a mejorar, refinar o expandir el mapa conceptual (Cañas, Novak y Reiska, 2012).

La utilidad del mapa conceptual como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido puesta de manifiesto por diversos autores (Cañas, Novak, y Reiska, 2012; Chiou, 2008; Chiou, 2009; Dandolini, De Souza, y Vergara, 2011; Florez, 2006; Gallego, Crisol y Gámiz, 2013; Guruceaga y González, 2006; Pellegrini y Reyes, 2001; Pozueta, Cabero, Ballesteros, y López, 2015; Yoo y Chio, 2012; Molina, 2013;), así como una herramienta para la evaluación (Daugherty, Custer, y Dixon, 2012; Francis, 2006).

Como instrumento de evaluación, un mapa conceptual es una tarea que representa la organización del conocimiento en un tópico específico y que puede ser explicada a través de tres aspectos importantes: (a) la organización jerárquica de la estructura cognitiva, (b) la diferenciación progresiva de los conceptos, y (c) la reconciliación integradora. En cuanto al empleo de los mapas conceptuales como herramienta de

evaluación, Novak (1998) corroboró que éstos representan una excelente opción, siendo un instrumento eficaz que mostraba de forma clara y precisa los cambios en la comprensión de los alumnos. Para Gallego et al. (2013), los mapas pueden ser empleados en distintas fases de la evaluación: la diagnóstica, la formativa y la sumativa. Así, se puede afirmar que una de las utilidades más importantes del mapa conceptual es la evaluación y el seguimiento del aprendizaje del estudiante (Gallego et al., 2013).

En lo que respecta a la utilidad del mapa conceptual, Molina (2013) realizó una investigación con el fin de evaluar las diferencias en el rendimiento académico final entre los estudiantes que utilizaban mapas conceptuales, trabajaban con errores conceptuales y empleaban el módulo instruccional como estrategia de enseñanza, con respecto a los que no los emplearon. La muestra empleada para este estudio estuvo conformada por 245 niños de 12 a 14 años provenientes de cuatro escuelas.

El diseño utilizado fue cuasi-experimental, con pretest y postest y dos grupos no aleatorios. Se contemplaron cuatro etapas para llevar a cabo el estudio, la primera permitió el diagnóstico de los errores conceptuales y la aplicación del primer mapa conceptual; la segunda, la elaboración y aplicación del módulo instruccional; la tercera, la aplicación del segundo mapa conceptual; y, la cuarta el análisis comparativo de los mapas conceptuales por medio de tres índices (Bartels, Novak y uno propuesto que integra a los anteriores además del promedio de notas de cada alumno).

En relación a los índices las diferencias estadísticamente significativas se dieron en el grupo experimental ($p<0,05$). Aun cuando Molina (2013) no indica el valor del índice

propuesto, menciona que los resultados arrojados por los tres índices coinciden en mostrar las diferencias. Para Molina (2013), aunque en una escuela no se pudieron realizar todas las actividades, se evidenció que el mapa conceptual ayudó a lograr el aprendizaje significativo, cuando se trabajaba sobre la base de los errores conceptuales y se aplicaba un módulo instruccional adecuado al grupo.

Resultados cónsonos con los anteriores fueron obtenidos por Chiou (2008), quien examinó cómo los mapas conceptuales pueden ayudar a los estudiantes a mejorar su rendimiento y el interés en el aprendizaje. Los participantes fueron 124 estudiantes universitarios de Taiwan inscritos en un curso de contabilidad avanzada en la Escuela de Administración. Los datos experimentales revelaron dos resultados importantes. En primer lugar, la adopción de una estrategia para elaborar mapas conceptuales mejoraba significativamente el rendimiento en el aprendizaje de los estudiantes, en comparación con el uso de un método tradicional de enseñanza expositiva. En segundo lugar, la mayoría de los estudiantes se mostraron satisfechos con el uso de mapas conceptuales en el curso, indicando que los mapas conceptuales pueden ayudar a comprender, integrar y aclarar conceptos de contabilidad y también mejorar sus intereses en el aprendizaje de la contabilidad. También pensaban que los mapas conceptuales se podrían utilizar de manera útil en otras áreas del currículo.

En la misma línea de investigación, Gallegos et al. (2013) llevaron a cabo un estudio cuasi-experimental dirigido a indagar si la elaboración de mapas ayuda a los estudiantes en la construcción de un conocimiento significativo en una determinada materia, y por tanto, favorece la asimilación de los conceptos más destacados y la comprensión del tejido relacional de los mismos, buscando analizar la relación

existente entre la elaboración de mapas conceptuales por parte del estudiante en una determinada materia y los resultados finales de la evaluación de los contenidos.

En su estudio, Gallegos et al. (2013) trabajaron con 169 estudiantes de dos materias de las carreras Magisterio y Pedagogía, quienes diseñaban los mapas conceptuales de cada uno de los temas de la asignatura seleccionada, siendo éstos considerados uno de los elementos en la evaluación final, y empleándolos para comprobar los conocimientos adquiridos por los estudiantes a lo largo de la asignatura. Los criterios empleados en la evaluación de los mapas asumidos por Gallego et al. (2013) fueron: (a) la jerarquización de los conceptos, (b) la interrelación o enlaces cruzados, (c) las proposiciones, y (d) el grado de profundización del contenido. Además, los autores contrastaron los resultados obtenidos por los estudiantes en la evaluación de los mapas elaborados, con la evaluación final del examen de la asignatura.

En función de la calificación obtenida por los estudiantes en la evaluación final, Gallego et al. (2013) dividieron a los sujetos en cuatro grupos: (a) suspenso = calificación entre 0 y 4,9; (b) aprobado = calificación entre 5 y 6,9; (c) notable = calificación entre 7 y 8,9; y, (d) sobresaliente = calificación entre 9 y 10.

Para el grupo en la categoría “notable”, Gallego et al. (2013) realizaron un análisis de correlación a fin de evaluar el nivel de interconexión entre la nota media obtenida en las calificaciones de los mapas conceptuales de los estudiantes y la nota final de la asignatura. El resultado obtenido fue de 0,522 (valor-p=0,00), lo cual indica que los estudiantes que obtuvieron mayores calificaciones en el mapa obtenían también mayores calificaciones en la evaluación final de la asignatura. Adicionalmente, los autores comprobaron que al comparar la media en la calificación final de la

asignatura de los estudiantes que no realizaron mapa con respecto a los que los realizaron, los últimos presentaron una mayor calificación media.

A partir de los resultados anteriores, Gallego et al. (2013) afirman que la realización de buenos mapas conceptuales de los contenidos de la asignatura mejora la asimilación de los contenidos y, por ende, las calificaciones en la evaluación.

Adicionalmente, Yon, Woo, y Grabowiski (2009) realizaron un estudio en el que examinaron el efecto diferencial en la adquisición de conocimientos de las estrategias de creación de mapas conceptuales con tres niveles diferentes de generatividad, es decir, el grado en que el aprendizaje con el apoyo de los mapas conceptuales ha supuesto una generación activa de significado: (a) experto generador en mapas conceptuales, (b) alumno parcialmente generador de mapa conceptual, y (c) alumno totalmente generador de mapa conceptual. En esta investigación los autores trabajaron con una muestra de 124 estudiantes universitarios norteamericanos (49% mujeres y 51% hombres) que se inscribieron en un curso de estadística de segundo semestre (83%) y un curso de tercer semestre de ciencias de la información y la tecnología (17%).

Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a las tres estrategias de creación de los mapas conceptuales, y en cada uno de los grupos hubo estudiantes con altos y bajos niveles de habilidades de aprendizaje autorregulado (SRL, siglas en inglés), de forma que Yon et al. (2009) utilizaron un diseño factorial 2 x 3 con seis condiciones experimentales: (a) habilidades altas SRL/grupo de expertos generador de mapa, (b) habilidades altas SRL/grupo parcialmente generador de mapa, (c) habilidades altas SRL/grupo totalmente generador de mapa, (d) habilidades bajas SRL/grupo de

expertos generadores de mapa, (e) habilidades bajo SRL/grupo de mapa parcialmente generado por el alumno, y (f) habilidades bajo SRL/grupo de mapa totalmente generado por el alumno.

Con el fin de determinar si el nivel generativo de las estrategias de creación de mapas conceptuales y la habilidad SRL tuvieron un efecto sobre la adquisición de conocimiento, los autores llevaron a cabo un ANOVA de dos vías. Los resultados mostraron que los estudiantes con adquisición de conocimiento factual y conceptual combinado fueron significativamente diferentes entre los tres niveles de los grupos de tratamiento generativo, con un tamaño del efecto moderado ($F = 4{,}433$, $p = 0{,}014$, η^2 parcial = 0,070). Específicamente se encontró que la estrategia de creación de mapas conceptuales totalmente generados por el alumno fue más eficaz en la adquisición de conocimiento, que la estrategia de creación de mapas conceptuales generados por expertos. En segundo lugar, se halló que los alumnos que estudiaron con los mapas conceptuales parcialmente generados por ellos no mostraron ningún tipo de mejora en la medida de los conocimientos, al compararlos con los alumnos del grupo de mapas conceptuales generados por expertos.

En lo que respecta al impacto de la habilidad SRL, Yon et al. (2009) constataron que los estudiantes con altos niveles de habilidades SRL tendían a superar a los alumnos con bajos niveles de capacitación SRL en todos los grupos de tratamiento. En cuanto a los alumnos con bajas habilidades SRL, ninguno de los tres niveles de la generatividad produjo una diferencia significativa en el resultado del aprendizaje.

Finalmente, también en el ámbito universitario se han realizado investigaciones que buscan establecer los alcances del mapa conceptual como herramienta de trabajo. En este sentido, Cabero et al. (2015) utilizaron mapas conceptuales como recurso didáctico, lo cual les permitío observar que ellos favorecen el desarrollo de una pedagogía centrada en el estudiante para estimular sus habilidades cognitivas-metacognitivas. En el estudio se tomó una muestra de 213 estudiantes universitarios pertenecientes a tres carreras distintas, que cursaban una materia común referida al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Tomando uno de los temas del programa, los estudiantes trabajaron en la conformación de mapas conceptuales interactivos sobre dicho tema con el apoyo de un software para diseñar mapas conceptuales. Para ello, dividieron la experiencia en tres etapas, la primera consistió en familiarizar a los estudiantes con el software seleccionado; en la segunda fase, y previa revisión de los materiales de apoyo, los estudiantes fueron expresando sus ideas, opiniones e interpretaciones sobre los respectivos ámbitos del conocimiento mediante comentarios que se enviaban a un edublog; en la tercera y última fase, se les solicitó a los estudiantes que procedieran a la construcción del mapa conceptual interactivo en el que identificaran, organizaran y relacionaran las diferentes ideas, opiniones e interpretaciones expresadas en los edublogs.

Cabrero et al. (2015) concluyeron que los alumnos fueron cumpliendo de manera satisfactoria con los principales objetivos marcados al inicio de la experiencia, participando de forma activa y colaborativa a través de las reflexiones. Así mismo, los alumnos fueron manejando sus habilidades cognitivas-metacognitivas para identificar, organizar, relacionar y representar en sus mapas interactivos los

principales ámbitos conceptuales que les ocupaban. Con relación a los aspectos técnicos, Cabrero et al. (2015) resaltan el hecho que en la construcción de los mapas conceptuales interactivos, en el 96% de los casos se presentaba un organigrama visual coherente, claro y organizado que estructuraba y desarrollaba de manera interrelacionada los ámbitos de los respectivos objetos de conocimiento, aunque en la mayoría de ellos (92%) con ausencia de palabras enlace. Cabe resaltar que el software empleado solo permitía generar un mapa conceptual tipo radial, donde el concepto principal está ubicado en el centro y, a partir de él, se ramifican los demás conceptos, obviando un elemento central en la construcción como lo es la jerarquización, motivo por el cual no hay palabras enlace.

Considerando conjuntamente las investigaciones anteriores, sus resultados evidencian que el uso del mapa conceptual constituye una herramienta que permite al estudiante no solo analizar conceptos que lo pueden conducir a una estudio más eficaz, sino que mejora su rendimiento académico.

Mapas conceptuales y las matemáticas.

La matemática es una asignatura presente en todos los niveles de la educación obligatoria en Venezuela y se requiere su manejo para afrontar la mayoría de las carreras universitarias. La profundidad con que los estudiantes manejen sus contenidos puede significar un mayor y mejor, así como significativo, aprendizaje de otras asignaturas y profesiones; y el apoyo que el docente puede brindar a sus estudiantes por medio del mapa conceptual puede incrementar el aprendizaje significativo de las matemáticas. Por otra parte, la elaboración y utilización de los

mapas por parte del docente permite un aprendizaje de los contenidos de manera constructiva, así como un adecuado almacenamiento del material en la estructura cognitiva del estudiante para disponer de ellos cuando se requiera. Adicionalmente, las matemáticas y los mapas se consideran medios para lograr el desarrollo de capacidades y destrezas cognitivas (Florez, 2006; Novak, 2006).

En relación con lo anterior, Novak (2006) señala que muchas clases en la escuela primaria introducen la idea de número utilizando varillas, mármoles, tiras de papel, etc. Tales actividades prácticas funcionan para integrar libremente los conceptos y actuar para construir significados. Sin embargo, la mayoría de las veces estas actividades no están acompañadas por la introducción de etiquetas de conceptos apropiados y relaciones conceptuales. El resultado es que los alumnos aprenden a manipular los objetos de acuerdo con algunas reglas de procedimiento, pero fallan en la comprensión de los conceptos matemáticos.

El trabajo de los diversos investigadores consultados (Florez, 2006; Huerta, 2006, Novak J. , 2006, Pozueta, Guruceaga, y González, 2006) revela los avances que tienen los alumnos en la comprensión de los contenidos matemáticos cuando emplean el mapa conceptual como herramienta para su abordaje. Entre estos investigadores están Pozueta, Guruceaga, y González (2006), quienes indagaron si el mapa conceptual es un instrumento útil en el diseño de un módulo instruccional referente al tema de la proporcionalidad, así como averiguar los conocimientos previos de los estudiantes en relación a este tema y analizar la evolución de su aprendizaje. Para ello compararon los mapas realizados por los estudiantes antes y después de la instrucción. Para el desarrollo de la investigación se emplearon los principios de la

teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, al considerar lo que el estudiante ya conocía del tema, así como proponer a los estudiantes al inicio de la unidad los conceptos más inclusivos del mismo.

Empleando la recomendación de Novak, Pozueta et al. (2006) elaboraron un mapa conceptual de referencia, en el que se estructuraban los conceptos implicados, inclusivos y específicos relacionados con el tema elegido, en este caso, la proporcionalidad. En el análisis de los resultados se evidenciaron tres tendencias marcadas en los mapas conceptuales realizados por los estudiantes tras la instrucción. En primer lugar, se observó el cambio que supuso la nueva estructura del mapa realizado por el estudiante, el cual se asemejó muchísimo al mapa de referencia utilizado. La segunda tendencia observada, la cual se presentó en el mayor número de estudiantes que participaron en el estudio, evidenció que los mapas conceptuales poseían pocas relaciones incorrectas, no presentaban secuencias lineales, en general los niveles jerárquicos estaban definidos y en ellos se seguía la lógica de la disciplina y, en algunos casos, también existían reconciliaciones entre algunas formas de expresión y los dos tipos de relación proporcional empleadas. La tercera tendencia hizo referencia a mapas en los que se evidenciaban pocos cambios con respecto al inicial, abundaban las secuencias lineales y no existía ningún tipo de reconciliación (Pozueta et al., 2006).

En esta misma línea de investigación, Flores (2006) indagó si con la actuación del profesor orientada con los mapas que elaboraba, y con el uso y realización de mapas por parte del alumno, se lograba un desarrollo sustancial del pensamiento del estudiante; también se planteó la interrogante: ¿se logra un aprendizaje de las

matemáticas? Para responder a esta pregunta, el autor utilizó un diseño factorial 2x2 considerando dos variables: (a) un factor de medidas independientes con dos modalidades (grupo experimental con tratamiento y grupo control sin tratamiento), y (b) un factor de medidas repetidas también con dos modalidades (fase pre-test y fase post-test). Se aplicó, antes de iniciar el entrenamiento con mapas conceptuales, un análisis de los grupos, tanto experimental como control, con el test de aptitudes diferenciales (DAT-5) el cual midió Razonamiento Numérico, Razonamiento Abstracto y Relaciones Espaciales, no encontrándose entre los grupos diferencias estadísticamente significativas en el momento del pre-test, concluyéndose que ambos grupos eran equivalentes. Para valorar las diferencias en los resultados obtenidos en las fases pre y pos-test se aplicaron las pruebas t-student y rangos signados de Wilcoxon, con un nivel de confianza del 99%.

Adicionalmente, el autor utilizó los instrumentos cualitativos: (a) diario de cada uno de los alumnos, (b) un diario del docente y (c) las evaluaciones parciales sobre el contenido realizadas durante el curso.

Florez (2006), con el apoyo del mapa conceptual por él elaborado, va presentando la información colocada en los mapas tratando de ir desde lo particular hasta lo general; desde luego, ampliando y enriqueciendo la información, de forma que la misma resulte asequible al intelecto de los alumnos. Posteriormente, con el apoyo de imágenes o representaciones gráficas, llega a la presentación de los conceptos (Florez, 2006). Tal como lo explican Ausubel et al. (1983), los procesos de pensamiento inductivo y deductivo son potenciados al disponer la información

respetando las jerarquías conceptuales, logrando aprendizajes subordinados y supraordenados, partiendo desde lo particular a lo general y viceversa.

La investigación arrojó como resultados que los alumnos: (a) expresaban el énfasis que había hecho el profesor en la presentación de información particular (ejemplos) que sustentaba la introducción de los conceptos, (b) comentaron que las imágenes o representaciones gráficas sobre la información particular contribuyó a la comprensión de los conceptos, (c) consideraron importante conocer los mapas conceptuales que el docente elaboraba una vez que había presentado los aspectos prácticos y teóricos, (d) señalaron que, con la construcción de mapas conceptuales, continuaban con la práctica de sus procesos de pensamiento de lo particular a lo general y viceversa, y (e) los estudiantes hacían referencia a que habían comprendido la teoría y no la habían simplemente memorizado (Florez, 2006).

En cuanto al análisis de los datos obtenidos con el DAT-5, se puede afirmar que, solo en el grupo experimental, existió una evolución significativa de los tres tipos de razonamiento investigados, al confirmarse una diferencia estadísticamente significativa al comparar el pre-test con el pos-test, con un nivel de confianza del 99%.

Los mapas conceptuales en matemáticas pueden adaptarse a las circunstancias que el investigador desee, tal como se ve en la investigación realizada por Huerta (2006), quien trabajó con mapas conceptuales multidimensionales, entendidos como:

> un mapa… constituido por (signos para) conceptos y conexiones entre (signos) conceptos situados en diferentes planos de representación. Cada uno de estos planos está asociado a un estrato de un sistema matemático de signos con el que puede pensarse en una estructura conceptual. Las conexiones entre signos de un mapa conceptual

> multidimensional se producen en y entre planos de representación de manera que es posible hablar de tipos de conexiones no solo en un plano de representación sino entre planos (p.52).

El objetivo planteado en la investigación de Huerta (2006) fue explorar la capacidad de los participantes de construir mapas conceptuales multidimensionales en los supuestos siguientes:

1. Cuando los signos que se han de relacionar pertenecen a un estrato del sistema matemático de signos.
2. Cuando los signos que se han de relacionar pertenecen a estratos diferentes.

Huerta (2006) trabajó con docentes en ejercicio, a los cuales se les proporcionó una serie de conceptos sobre el tema de probabilidad, ordenados aleatoriamente, con los cuales debían conformar sus propios mapas. La forma aleatoria en que se les presentaron los conceptos a los participantes no sugería ni agrupamiento ni subestructuras, y la forma parcelada y sucesiva en la que se iban presentando respondía claramente a la posibilidad de observar el cambio conceptual y multidimensional según se iban incorporando los conceptos al mapa conceptual que iba construyéndose (Huerta, 2006).

El proceso comenzó solicitándoles a los participantes que elaborasen, sin ninguna instrucción previa, un mapa conceptual sobre el concepto de probabilidad. La observación de la multidimensionalidad se llevó a cabo pidiendo a los participantes la elaboración de mapas de conceptos representables en un plano. Así, la construcción de los mapas se realizaba incluyendo nuevos conceptos para observar cómo se incorporaban al mapa inicial. Cada vez que se incorporaban nuevos conceptos, el participante debía establecer conexiones con los ya existentes; de manera que, como

los conceptos nuevos pertenecían a un plano de representación diferente, ahora esas conexiones darían información sobre las estructuras conceptuales representadas en un plano y entre planos, es decir, sobre la multidimensionalidad.

Los mapas elaborados fueron analizados haciendo énfasis en los conceptos y su función dentro del mapa, así como las conexiones y sus tipos que tienen especial interés en los procesos de significación. En cuanto a los conceptos, se evidenció una evolución desde la fase inicial hasta el momento de analizar el mapa final. En cuanto a las conexiones, se constató un mayor número de conexiones cruzadas las cuales aportan proposiciones entre conceptos situados en sub-mapas distintos, lo que da lugar a una verdadera estructura conceptual.

Los resultados de las investigaciones descritas hasta el momento ayudan a responder a la pregunta ¿por qué el uso de mapas conceptuales para la clase de matemáticas?, mostrando los cambios que se generan en los participantes en cuanto al alcance que el mapa conceptual tiene en la representación del conocimiento, así como en la significación del mismo, evidenciando un aporte a la construcción del conocimiento.

Se evidencia además la propuesta de Novak en relación a que el aprendizaje de las matemáticas se puede ver reforzado e incrementado por el uso de los mapas, dado que se estructuran los materiales para ser significativos, que es uno de los presupuestos de la teoría de aprendizaje de Ausubel.

Sin embargo, si bien la profundización de los contenidos en matemáticas puede verse incrementada por el uso de los mapas, la evaluación sistemática y cuantitativa del mapa como herramienta que podría facilitar el aprendizaje es relativamente escasa, observándose que en la mayoría de los estudios los autores solo hacen una evaluación

cualitativa. Es a nuestro parecer importante resaltar que una evaluación más amplia del mapa conceptual final que elaboran los estudiantes puede confirmar si el alcance del aprendizaje significativo se ha dado, además observar si los participantes son capaces de transferir dichos conocimientos a situaciones nuevas que requieran la aplicación de los conceptos trabajados.

Mapas conceptuales en Estadística.

La estadística es un área que se ocupa de las técnicas de recogida de datos, de su análisis e interpretación. Hay muchas técnicas y cada una de ellas es más adecuada para una situación específica. Los problemas en la enseñanza de la estadística surgen debido al hecho de que se suele hacer demasiado énfasis en los cálculos y prácticamente ninguno en los conceptos involucrados y en la interpretación (Dandolini, De Souza, y Vergara, 2011). De esta forma, se puede percibir en los estudiantes el uso inadecuado de esas técnicas, interpretaciones equivocadas de los resultados, por no mencionar la manera cómo son recogidos los datos.
Considerando que el dominio de los conceptos es relevante para la comprensión de la estadística y para la interpretación de los resultados obtenidos, Chiou (2009) afirma que el uso de mapas conceptuales puede mejorar significativamente el rendimiento de los estudiantes en estadística, en comparación con alumnos que sólo emplean el libro de texto; además, sus resultados pusieron de manifiesto que la mayoría de los estudiantes se mostraron satisfechos con el uso de los mapas para aprender estadística.

En el marco de la evaluación de los efectos del uso de mapas conceptuales en el rendimiento en estadística, Dandolini et al. (2007) realizaron un estudio con estudiantes universitarios en el que compararon el desempeño de los estudiantes de dos grupos del mismo curso universitario, en años consecutivos. En un primer año (2009) se realizaron las actividades con el método tradicional, con el apoyo de la hoja de cálculo Excel y la calculadora. Para el siguiente año (2010) la clase se realizó con el apoyo de mapas conceptuales producidos previamente por el profesor. Las actividades fueron llevadas a cabo por el mismo docente y se trabajaron los mismos contenidos en ambos años.

En el trabajo en clase los mapas elaborados por el docente sólo fueron empleados como un recurso para su exposición sobre los contenidos del tema, no solicitándole a los estudiantes construir un mapa conceptual. Durante el desarrollo del curso se utilizaron diferentes mapas conceptuales siempre con el objetivo de construir conceptos y discutir los conocimientos adquiridos. En los dos grupos se aplicaron tres exámenes que, aunque no fueron idénticos para los dos grupos, sí fueron similares en su contenido y nivel de dificultad. Los exámenes se elaboraron de esa forma porque los alumnos podrían intercambiar informaciones entre ellos de un semestre a otro (Dandolini et al., 2011).

Con los promedios de los dos grupos, se realizó una prueba t de Student de muestras independientes para comparar su rendimiento. Los resultados indicaron que el grupo que trabajó con el método tradicional presentó resultados significativamente inferiores al grupo que empleó mapas conceptuales. Dandolini et al. (2011) indican que el análisis de esta información sugiere que los mapas conceptuales fueron los

responsables de la mejora del rendimiento del grupo experimental. Sin embargo, no se puede dejar de indicar, tal como lo señalan Dandolini et al. (2011), que estos cálculos no indican que el uso de mapas conceptuales causan un mejor aprendizaje en general.

Además de lo mencionado anteriormente por los autores, no se evidencia en la investigación si el docente conocía a profundidad la forma correcta para la elaboración de un mapa conceptual, además la investigación se hizo con grupos que vieron los contenidos en tiempos distintos.

Limitaciones en el uso de los mapas conceptuales.

Cañas et al. (2012) hacen referencia a cómo diferentes condiciones afectan a los mapas conceptuales y plantean cómo los educadores deben ser conscientes de estas posibilidades y limitaciones cuando se trabaja con los estudiantes. Un elemento central al cual hacen referencia es la pregunta de enfoque cuya finalidad es ser respondida por el mapa conceptual. En este sentido, Cañas et al. (2012) indican

> Una buena pregunta de enfoque es una de las condiciones que pueden tener un efecto positivo en la calidad de los mapas conceptuales resultantes, y la investigación confirma que: hemos encontrado que si la pregunta de enfoque es más abierta y dinámica, más dinámicas las proposiciones en el mapa conceptual construido (p. 193).

Una muestra de las limitaciones cuando se emplean mapas conceptuales son los resultados obtenidos por Bogden (citado en Cañas et al., 2012), quien encontró que los mapas conceptuales construidos por expertos y que se proporcionaron a una muestra de alumnos de un curso de genética de la universidad, no mejoraron el

aprendizaje en comparación con un grupo control que no recibió los mapas. De hecho, muchos alumnos del primer grupo de la muestra informaron que hicieron poco uso de los mapas conceptuales que le fueron suministrados. Una vez más, esto evidencia, en apoyo a la teoría de Ausubel, la necesidad de que los alumnos participen activamente en la asimilación de los nuevos conceptos y proposiciones en sus estructuras cognitivas (Cañas et al., 2012). Los mapas conceptuales pueden facilitar el proceso de aprendizaje sólo cuando los estudiantes participan en los procesos de la buena construcción de mapas conceptuales (Cañas et al, 2012).

Ahondando en lo anterior, otro de los aspectos relacionados con la efectividad de los mapas conceptuales es la dificultad del tema. En este sentido, y con la intención de verificar si los mapas conceptuales son una prueba de conocimientos aceptable o no, Conradty y Bogner (2008) desarrollaron una lección acerca de dos tópicos complejos diferentes.

Con alumnos de sexto grado se elaboraron mapas conceptuales individuales con respecto a una materia, como fase de consolidación de los conocimientos inmediatamente después de la finalización de una lección de biología asistida por computadora. Los estudiantes eran novatos en relación con el método en sí mismo y por eso se les presentó el mapa conceptual y el maestro funcionó como un profesor particular mediante la presentación de un ejemplo relacionado con el contenido de la asignatura. Cada grupo elaboró un mapa conceptual sobre uno de dos temas. En total, 283 estudiantes participaron en la producción de 138 mapas conceptuales sobre el tema más fácil "renacuajo de rana" (A) y 136 sobre el tema más difícil "Ecosistema del lago" (B). Se analizó la complejidad de los mapas, así como los tipos de fallas, y

se correlacionaron las puntuaciones de conocimiento individual del estudiante con la complejidad de su mapa conceptual (Conradty y Bogner, 2008).

En general, los estudiantes produjeron mapas conceptuales más complejos sobre la materia más fácil (A), y tuvieron dificultades para verbalizar las conexiones apropiadas de la materia compleja (B). Además, se encontró una correlación significativa y positiva (r = 0,297; p = 0,000) entre las puntuaciones de conocimiento y la complejidad real del mapa conceptual, en el caso del contenido más fácil; mientras que, para el contenido de mayor dificultad, aunque también se encontró una correlación positiva y significativa, ésta fue de menor magnitud en comparación con la hallada para el otro material (r = 0,195; p = 0,002). En opinión de Conradty y Bogner (2008), hubo tres razones por las que los estudiantes cometieron errores: (a) no entendieron el método de los mapas conceptuales, (b) el contenido o (c) ambos. En este sentido, los jóvenes estudiantes fueron capaces de manejar los mapas conceptuales muy bien, aunque la técnica era totalmente nueva para ellos; pero, esto fue cierto sólo si el tema era fácil. Con un material de mayor dificultad, los estudiantes no fueron capaces de manejar adecuadamente el mapa conceptual, probablemente debido a que después de la construcción de sus primeros mapas conceptuales, los estudiantes no recibieron retroalimentación y por ello no pudieron eliminar sus errores, necesitando una segunda explicación por parte del profesor.

Por otra parte, investigadores como Yoo y Cho (2012) han señalado como otra gran limitación en la utilización de mapas conceptuales, la dificultad para evaluarlos. El método más común para evaluar los mapas conceptuales de los alumnos en la escuela es por medio de las rúbricas, sin embargo, esto también tiene sus limitaciones. En

primer lugar, aunque los educadores pueden tener un conocimiento general de los modelos mentales de los estudiantes con el uso de rúbricas, ello no proporciona información específica y detallada sobre las relaciones entre los conceptos. En segundo lugar, aunque las rúbricas reducen la cantidad de tiempo que necesitan los educadores para la evaluación de los mapas conceptuales, ésta sigue requiriendo mucho tiempo por parte del docente, especialmente si se trabaja con salones de clases donde se tienen más de 50 estudiantes. En tercer lugar, cuando se utiliza rúbricas, la evaluación no resulta fácil para que los educadores puedan determinar ciertos patrones de los modelos mentales de los estudiantes. De cada persona se verá un mapa conceptual diferente, aunque pueden tener patrones similares. Por consiguiente, existe una fuerte necesidad de métodos informatizados para evaluar los mapas conceptuales (Yoo y Cho, 2012).

Adicional a lo expresado anteriormente, Cañas et al. (2012) refieren que la evaluación de un mapa conceptual atiende a distintos aspectos que deben ser negociados, por ello señalan que

> aunque existen medidas básicas de la estructura y el contenido que pueden ser utilizados en diferentes configuraciones para la elaboración de mapas conceptuales, la evaluación de los mismos es altamente dependiente de la forma en que los mapas fueron creados y la propuesta de evaluación. Las mismas medidas no tienen el mismo significado en diferentes configuraciones (p.196).

Para Redondo y Mellano (1997) el mapa conceptual como técnica de evaluación no siempre produce una correlación entre los resultados obtenidos con ellos y con otras técnicas dependiendo del tipo de mapa del entrenamiento de los sujetos y de otros factores.

Un total de 112 conceptos fueron diseñados para este estudio, revisándose estos conceptos con los dos instructores que enseñaron el curso “hábitos de estudio”. Los 112 conceptos se agruparon en siete categorías: (a) aprendizaje en el aula (por ejemplo, escuchar, leer, o discusión, en total de 41 conceptos); (b) acción para el estudio (por ejemplo, auto-explicación, anotaciones, o la memorización, en total 18 conceptos); (c) herramientas de aprendizaje (por ejemplo, notas, cartas o libros de texto, en total 22 conceptos); (d) poner en movimiento lo interno (por ejemplo, la investigación, la curiosidad y la creatividad, en total 4 conceptos); (e) la motivación (por ejemplo, la voluntad, la confianza, o inspirar, en total 12 conceptos); (f) instalaciones de la escuela (por ejemplo, biblioteca, web, o escribiendo centro, en total 7 conceptos); y (g) recursos de las personas (por ejemplo, maestro, compañero, padre o madre, en total 8 conceptos) (Yoo y Cho, 2012).

Los resultados de esta investigación mostraron que los mapas conceptuales pueden ser útiles para interpretar grandes conjuntos de mapas conceptuales, ya que Yoo y Choo (2012) fueron capaces de encontrar ciertos patrones de aprendizaje de los estudiantes en un aula universitaria. No obstante, la mayoría de los patrones eran simples, lo cual no significa que la elaboración de mapas conceptuales sea un método ineficaz para capturar imágenes sofisticadas del aprendizaje de los estudiantes. Los patrones simples hallados por los autores pueden ser atribuibles a que la lista de conceptos fue muy grande (112 conceptos) y, dado que los estudiantes tenían demasiadas opciones, los mapas conceptuales resultaron muy diversos. Con la limitación del número de conceptos, por ejemplo, 30 conceptos, se puede ser capaz de encontrar las imágenes más detalladas de aprendizaje de los estudiantes

universitarios. De lo anterior se desprende que el manejo de un número limitado de conceptos permite al estudiante construir un mapa conceptual más elaborado y sobre el cual pueda hacer una reflexión más profunda, recordemos que abarcar el conocimiento de un determinado tema requiere de tiempo.

Didáctica de la Estadística.

En lo que significa enseñar y aprender estadística autores como Alvarado (2013), Ballesteros (2013), Batanero (2013), Behar y Grima (2004), Díaz, Contreras, Roa y Batanero (2013), Godino, Arteaga, Estapa y Rivas (2013), y Sánchez y Orta (2013) coinciden en el hecho de que, a pesar de los esfuerzos que realizan los profesores, los resultados obtenidos por los estudiantes en términos de aprendizaje de la estadística están bastante lejos de ser satisfactorios. Para Batanero et al. (2013) hay un problema que se presenta en la formación de los estudiantes en todos los niveles educativos, pues son muchos los estudiantes que al finalizar los cursos de estadística no son capaces de aplicar los conceptos y procedimiento estadísticos.

En este sentido Alvarado (2013) considera que el uso de la tecnología para la compresión de los conceptos estadísticos por sí sola no es suficiente, sino que la enseñanza de tipo constructivista tiene un rol importante. De hecho, Noronha (2015), al estudiar el perfil estratégico de los alumnos cursantes de la asignatura Estadística I de una Universidad, empleando la Escala de Estrategias de Aprendizaje (ACRA), observó que los estudiantes con altas puntuaciones en la Escala ACRA también poseían un rendimiento académico alto. Al revisar la estrategia de adquisición relacionada con el uso de mapas conceptuales observó que el 57% de los alumnos de

rendimiento alto en la asignatura emplearon la estrategia de adquisición de conocimiento, contrastando con el 95% de los alumnos con bajo rendimiento y el 67% de los alumnos con rendimiento medio que nunca o casi nunca la emplearon.

Uno de los elementos a considerar para mejorar la comprensión de los conceptos estadísticos es la necesidad de que la escuela favorezca el desarrollo del razonamiento estadístico de los estudiantes (Sánchez y Orta, 2013), entendido como un proceso mental cuya función es generar ideas y apoyar su veracidad, así como entender y ser capaz de explicar procesos estadísticos y de interpretar los resultados estadísticos (Batanero, Díaz, Contreras, y Roa, 2013). En este sentido, un problema común en la enseñanza de la estadística de los niveles básicos es su enfoque hacia la transmisión de procedimientos y fórmulas sin que conviertan, y sean utilizados, como herramientas de análisis. En lo que respecta a la aplicación de los conceptos, uno de los aspectos claves es el contexto, enfatizado por autores como Batanero (2013), Behar y Grima (2004), y Sánchez y Orta (2013), quienes sugieren que uno de los tipos fundamentales de pensamiento estadístico es la integración de lo estadístico y lo contextual (Behar y Grima, 2004).

Batanero et al. (2013) plantean un concepto que puede ayudar a la didáctica de la estadística, el sentido estadístico, el cual para estos autores es una unión de la cultura estadística y el razonamiento estadístico. La primera, la cultura estadística, implica la comprensión adecuada de las ideas estadísticas fundamentales, las cuales pueden ser enseñadas con diversos niveles de formación y, por tanto, son asequibles en cualquier nivel educativo; por su parte, el segundo concepto, el razonamiento estadístico

permite tomar decisiones adecuadas o efectuar predicciones a partir de datos y en presencia de incertidumbre.

La cultura estadística resalta el hecho de que la estadística se considera hoy día como parte de la herencia cultural necesaria para el ciudadano educado. Para Gal (citado en Batanero, Díaz, Contreras y Roa, 2013), la cultura estadística implica dos competencias relacionadas, la primera es la capacidad para interpretar y evaluar la información estadística y la segunda la capacidad para comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante. Watson (citado en Batanero et al., 2013) propone los siguientes elementos de la cultura estadística: (a) el desarrollo del conocimiento básico de los conceptos estadísticos, (b) la comprensión de los razonamientos y argumentos estadísticos cuando se presentan dentro de un contexto, y (c) una actitud crítica que se asume al cuestionar argumentos que están basados en evidencia estadística.

Los modelos de cultura estadística propuesta coinciden en la necesidad de un conocimiento del lenguaje estadístico y las ideas estadísticas fundamentales (Batanero, 2001). Entre las ideas fundamentales está la variabilidad, pues la estadística permite buscar explicaciones y causas de la variabilidad para poder hacer predicciones, por lo que dos fines importantes de la enseñanza estadística son que los estudiantes perciban la variabilidad, y manejen modelos que permitan controlarla y predecirla (Batanero, 2013).

La percepción de la variabilidad también es fundamental en el razonamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, citado en Batanero et al., 2013). Este componente supone la identificación de las fuentes que producen la variabilidad y permite buscar

explicaciones y causas para dicha variación. Además, no es posible entender la dispersión sin verla estrechamente ligada a una medida de tendencia central, principalmente a la media aritmética (Batanero et al., 2013).

Otro componente destacado en el razonamiento estadístico es la integración de la estadística y el contexto, debido a la importancia que adquiere este último, la capacidad de integrarlo es también una componente esencial del razonamiento estadístico.

Para Batanero et al. (2013) el sentido estadístico, como unión de la cultura y razonamiento estadístico, debe construirse en forma progresiva desde la educación primaria, secundaria y hasta la universidad, afirmando además que la mejor forma de ayudar al estudiante a desarrollar su sentido estadístico es basar las clases de estadística en el trabajo con proyectos.

Autores como Batanero (2013) y Sánchez y Orta (2013) concluyen, por ejemplo, que la media aritmética y otros conceptos estadísticos tienen un significado complejo y por tanto será necesario un período dilatado de enseñanza para lograr el progresivo acoplamiento de los significados personales que construyen los alumnos a los significados institucionales que pretendemos adquieran.

Alvarado (2013) muestra los resultados de dos intervenciones, una con un grupo de 113 estudiantes de ingeniería de una universidad en la cual, a través de una serie de actividades para trabajar el tema de distribuciones muestrales, se evaluó su alcance en la estimación de parámetros por intervalos de confianza a través de un cuestionario. En este caso se trabajaron 23 sesiones de 60 minutos en el aula y dos en el laboratorio de computación, apoyados con materiales multimedia. Las actividades planificadas se

resolvieron en el aula y los ejercicios fuera de ella. Para evaluar el efecto de implementar las actividades didácticas se propuso a los estudiantes dos problemas sobre distribuciones de estimadores, uno para población normal y otro para población no normal. El objetivo fue determinar el grado de apropiación de los conceptos básicos para el tema de distribución muestral.

Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que: (a) el 89,6% de los estudiantes justificaban que la media aritmética de una muestra aleatoria de población normal tiene distribución normal, y (b) el 92,2% identificaba el valor esperado de la distribución de la media aritmética como la media de la población, la varianza como la varianza de la población sobre el tamaño de la muestra. Para el segundo problema el 75,3% de los estudiantes llegó al resultado correcto, observándose que los errores se producían porque no utilizaban de forma adecuada la tabla de la distribución normal. Luego se aplicó un cuestionario de intervalos de confianza (Cuestionario ODB), en él se encontraron los siguientes resultados: (a) el 30,9% de los estudiantes tuvo dificultad en reconocer la variación del intervalo de confianza al disminuir el tamaño de la muestra, (b) hubo un 46% que no dio importancia a la variación en diferentes muestras de los intervalos de confianza, y (c) un 10,6% confundió el verdadero valor del parámetro con el de estadístico de la media muestral.

En el segundo caso se realizó una intervención orientada al trabajo basado en proyectos con un grupo de estudiantes del segundo semestre de pedagogía en educación media en Matemáticas de la misma universidad. La implementación consistió en tres actividades, en la primera cada uno de los estudiantes debía presentar una variable de interés relacionada con la tipología del estudiante de la carrera. A

partir de la información recolectada dentro del grupo, cada estudiante con el apoyo del software Excel, realizó la tabulación de los datos, su representación gráfica y los indicadores de la tendencia central, para luego describir el comportamiento de la variable. La segunda actividad consistió en analizar las estadísticas en los medios de comunicación, para ello seleccionaron una serie de noticias en varios medios de comunicación y comentaron los términos y conceptos vistos en clase, y por último un análisis de asociación de variables estadísticas, tomadas de la actividad 1, con las cuales los alumnos realizaron una análisis de regresión y correlación.

Alvarado (2013) indica que los proyectos aplicados a problemas reales permitieron obtener: apropiación del razonamiento estadístico comunicada con las presentaciones orales; valoración crítica del trabajo de pares a través de la coevaluación, así como el uso de recursos informáticos permitió la interpretación crítica de la información lo cual favoreció la capacidad de trabajar en equipo y el dominio de medios tecnológicos necesarios para el análisis de datos.

Uno de los puntos débiles del actual currículo de secundaria en Matemáticas es la enseñanza de la dispersión. Alvarado (2013) analiza brevemente algunas investigaciones que permitirán una mejora en su enseñanza en el aula y en la investigación a mejorar la comprensión de un concepto tan complejo como es la dispersión.

La dispersión es un concepto que está muy ligado a los conceptos de variable e incertidumbre. En el estudio de la dispersión se debe considerar no solamente su significado o cómo se utiliza como herramienta, sino además hay que considerarla en

el contexto de los datos, dado que estos no solamente son números, sino números en un contexto.

En los curricula de secundaria se encuentra el tema de estadística en la asignatura de Matemáticas, en el cual se incluye el tema de la dispersión, sin embargo es un contenido que se ubica al final del año escolar y por motivos diversos no es trabajado; razón por la cual no hay una formación en la cultura estadística. Además, el programa sólo se enfoca en las medidas de dispersión sin involucrar el concepto de dispersión.

En el documento Subsistema de Educación Bolivariana: Liceos Bolivarianos: Currículo se menciona en los contenidos a abordar en segundo año "interpretación de estudios estadísticos propios y de terceros, para la comprensión de casos de interés social, determinación de las medidas de tendencias central (media aritmética, media ponderada, moda, mediana)" (p.43). En cuanto al tercer año se indica "uso de la estadística descriptiva para el análisis de situaciones y problemas sociales locales, regionales y/o nacionales. Uso y definición de medidas de individualización (cuartiles, deciles, y percentiles). Medidas de dispersión: desviación estándar, varianza" (p.57).

Observamos cómo se separan las medidas de tendencia central de las medidas de dispersión, siendo a nuestro criterio aún más perjudicial que el estudiante no concrete el significado de lo que está estudiando. Sin embargo en los contenidos de primer año se establecen "conceptos de: población, muestra, variable, métodos estadísticos, agrupación de datos en intervalos de clases, distribución de frecuencias, frecuencia absoluta, frecuencia acumulada, frecuencia relativa, diagramas de barras, histogramas, polígonos de frecuencia y ojiva. Aplicación al análisis de procesos

estadísticos” (p.29). Se emplea el verbo aplicar, cuando no se hace ninguna aproximación al significado de procesos estadísticos y su análisis.

Se puede observar en lo planteado anteriormente que los curricula oficiales no incluyen la noción de dispersión como objeto de estudio, solamente aparece el estudio de las medidas de dispersión en sí, pero la noción brilla por su ausencia. Es un hecho importante a destacar este fenómeno que se presenta con la noción de dispersión, también visto por Estepa y Del Pino (2013) en relación al currículo de Matemáticas en España. Los libros de texto también se hacen eco de esta condición, puesto que solamente abordan las medidas de tendencia central y medidas de dispersión sin aproximar el concepto de dispersión, parece ser que es una noción tan fácil, tan transparente, que se adquiere de forma espontánea, y en consecuencia, no es necesario dedicarle un tiempo a su estudio (Estepa y Del Pino, 2013).

Estepa y Del Pino (2013) disertan sobre la noción de dispersión y cómo el devenir histórico de la génesis del concepto permitió los avances que ahora usamos. Plantean el uso de las palabras dispersión, variación y variabilidad como sinónimas, aun cuando en la literatura, sobre todo de habla inglesa, se hace un distinción entre ambas, así la variabilidad la entienden como un derivado del adjetivo variable, y significa algo que es apto o propenso a variar o cambiar, mientras que variación es un nombre empleado para describir el acto de variar o cambiar una condición. Esto concuerda con el hecho que en la comunidad de Educación Estadística no hay un consenso en la actualidad en cuanto a la distinción entre variabilidad y variación (Estepa y Del Pino, 2013).

Tal y como se indicó anteriormente, en general los currículos solo presentan las medias de dispersión, aunque, según Estepa y Del Pino (2013), al considerar la dispersión se debe tener en cuenta: (a) el concepto de dispersión, su definición, saber explicar en qué consiste; (b) su uso, sobre todo cómo se mide; y, (c) su utilidad dentro de un contexto.

La dispersión es la esencia de la Estadística, su significado está asociado a los conceptos de variable e incertidumbre, porque si hay variabilidad, vivimos en incertidumbre y, si algo no está determinado, hay variabilidad. El estudio de la dispersión llevó a connotados matemáticos a lo largo de la historia a indagar en su concepto y aplicación, de ello surgieron algunas áreas de investigación como las Leyes de error, la curva normal entre otros.

Capítulo III. Metodología

Tipo y diseño de investigación.

Siguiendo lo planteado por Kerlinger y Lee (2002), el presente trabajo fue una investigación experimental pues en ella se manipuló la variable independiente "método de enseñanza-aprendizaje" con la finalidad de evaluar la efectividad del uso de los mapas conceptuales en el aprendizaje de ciertos contenidos de estadística descriptiva, asignándose aleatoriamente los sujetos a las distintas condiciones experimentales y controlándose aquellas variables que no eran pertinentes al problema de investigación, pero que podían estar relacionadas con la variable dependiente.

Según su objetivo fue una investigación confirmatoria (McGuigan, 1996) pues el nivel de conocimiento existente en cuanto al impacto del uso de los mapas conceptuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje permitió el planteamiento de hipótesis específicas y el experimento se planificó para contrastar dichas hipótesis.

Finalmente, y según el lugar en que se realizó, la presente investigación puede catalogarse como de campo pues el experimento se llevó a cabo en una situación real (Kerlinger y Lee, 2002) de enseñanza de estadística descriptiva en grupos del primer año de la Escuela de Psicología de una Universidad privada del Oeste de la ciudad de Caracas.

En relación al diseño, en la presente investigación se empleó un diseño experimental con dos grupos (experimental y control) con pre y post-test, conformados de forma

aleatoria al momento de la inscripción de la asignatura Estadística I en la Escuela de Psicología de una Universidad privada del Oeste de la cuidad de Caracas. La asignación de la modalidad de la variable independiente a cada grupo también se realizó de manera aleatoria.

Concretamente, al inicio del experimento se aplicó una prueba de conocimiento, o pre-test, elaborada por el autor de esta investigación, para medir el nivel de cada grupo en cuanto a los temas de medidas de tendencia central y medidas de variabilidad, en función del número de ítems que cada alumno respondió correctamente. Este instrumento se aplicó en la modalidad de pruebas paralelas, es decir, cada grupo presentó una prueba distinta, pero que versaba sobre los mismos contenidos y con un nivel de dificultad similar.

Una vez analizada la información recopilada en ambos grupos se inició la intervención. El grupo control trabajó con el método de enseñanza-aprendizaje tradicional, denominado por la pedagogía como "clase magistral" (Quinquer, 2005) .

Por su parte, el grupo experimental trabajó con la metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional, clase magistral, teniendo como apoyo la herramienta del mapa conceptual. En este caso el mapa conceptual se presentó como el instrumento que permitiría observar y evaluar el conocimiento, así como el contenido que tenían los estudiantes del grupo experimental desde el inicio y hasta el final de la intervención.

Por último, al culminar la intervención, tanto al grupo experimental como al grupo control, se le aplicó una segunda prueba de conocimiento, como pos-test, para

determinar el nivel de conocimiento de cada integrante de los grupos control y experimental (Ver Figura 1).

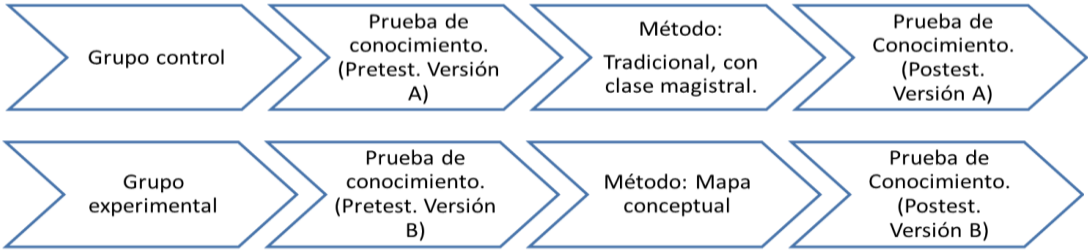


Figura 1. Representación del diseño empleado en el estudio.

Una vez recopilados los datos del pos-test se realizó una prueba t de Student de muestras independientes para contrastar el nivel de conocimiento entre los grupos experimental y control. Además, se realizó una comparación entre los mapas inicial y final de los estudiantes del grupo experimental. Para ello, se cuantificó el número de conceptos empleados en los mapas inicial y final, el número de relaciones establecidas entre los conceptos, así como el número y la adecuación de las conexiones cruzadas entre los conceptos empleados en la elaboración de los mapas.

Hipótesis de investigación.

Hipótesis de investigación 1. Al finalizar la experiencia educativa, los estudiantes que emplearon mapas conceptuales tendrán un nivel de conocimiento sobre los conceptos que sustentan las medidas de tendencia central y variabilidad de un conjunto de datos estadísticos significativamente mayor a los alumnos que emplearon el método tradicional de enseñanza.

Hipótesis de investigación 2. Al finalizar la experiencia educativa, los estudiantes que empleen mapas conceptuales tendrán un nivel de conocimiento sobre los conceptos que sustentan las medidas de tendencia central y variabilidad de un conjunto de datos estadísticos significativamente mayor, comparada con su nivel de conocimiento inicial.

Variables.

Variable independiente: Método de enseñanza-aprendizaje.

La variable independiente asumió dos modalidades referidas al método de enseñanza-aprendizaje empleado. La primera modalidad la constituyó el uso del mapa conceptual como herramienta para el trabajo en el aula. La actividad en el aula se realizó aunando la exposición del profesor con la discusión, el diálogo, la confrontación de ideas y la autorreflexión que propiciaban la motivación, la crítica y la reflexión. Asimismo, los alumnos que trabajaron con esta modalidad realizaban lecturas críticas del material suministrado sobre los contenidos Medidas de Tendencia Central, Medidas de Variabilidad, resolución de problemas numéricos y construcción de mapas. En este sentido cabe recordar que Novak y Gowin (1988) resaltan que para aprender el significado de cualquier conocimiento, es preciso dialogar, intercambiar, compartir y, a veces llegar a un compromiso, teniendo en cuenta que el mapa conceptual permite compartir significados.

Al iniciar cada tema se les solicitaba a los alumnos que conformaron el grupo experimental que elaboraran un mapa conceptual que ilustrara los conceptos y las

relaciones existentes entre ellos. Una vez que se habían trabajado los contenidos del tema “medidas de tendencia central” se les pedía que elaboraran, a partir de un mapa esqueleto (Novak & Cañas, 2006), un mapa individual sobre dicho contenido, para posteriormente discutirlo grupalmente con el fin de elaborar uno grupal. Esto mismo se realizó con el tema sobre “medidas de variabilidad”.

Al final de la intervención se le pidió a cada alumno de este grupo que elaborara un nuevo mapa conceptual, que fue contrastado con el primero con el propósito de evaluar si hubo una mayor comprensión.

La segunda modalidad la constituyó el método tradicional, referido a clases magistrales llevadas a cabo por el docente, en el cual la comunicación en el aula se centró en la actividad del profesor, quien realizaba una exposición continua y fundamentalmente monologada, y la participación de los estudiantes durante las explicaciones consistió en escuchar, tomar apuntes y, en algunos casos, formular preguntas o participar en una pequeña discusión.

Variable dependiente: Nivel de conocimiento, definido operacionalmente como el puntaje total obtenido por los alumnos en la prueba de conocimiento que se elaboró a efectos de la presente investigación, en una escala de 0 a 30, calculado sobre la base del número de ítems que los alumnos respondían correctamente.

Variables controladas:

- Prueba de conocimiento. En cada uno de los grupos, los alumnos realizaron la misma prueba de conocimiento. Las dos versiones de las pruebas fueron

asignadas al grupo control y al grupo experimental de forma aleatoria, tanto en el pre-test como en el pos-test. Además, las dos versiones que se usaron en el pre-test y en el pos-test tuvieron un nivel de dificultad similar, según el juicio de tres expertos en el área estadística.

- Profesor de la asignatura y contenidos impartidos. La variable "profesor de la asignatura" se controló pues el Profesor que dictó la teoría de la asignatura y aplicó los tratamientos a los dos grupos de participantes fue el mismo. Así mismo, los contenidos impartidos fueron idénticos para ambos grupos.
- Método de enseñanza empleado por los profesores que impartieron las prácticas de la asignatura Estadística I. Esta variable se controló pues los docentes que trabajaron en los grupos de práctica, tanto los del grupo experimental como del grupo control, emplearon el método de enseñanza tradicional. Además, los ejercicios que se realizaron en dichas prácticas fueron establecidos previamente por la cátedra de forma que fueron los mismos para todos los participantes.

Población y Muestra.

La población estuvo conformada por todos los estudiantes inscritos en la asignatura Estadística I del primer año de la Licenciatura en Psicología de una Universidad privada ubicada en el oeste de la cuidad de Caracas para el período académico 2014-2015. De ellos, participaron en el estudio dos secciones en las que el investigador impartía la teoría de la asignatura, disponiendo de 60 alumnos en cada grupo; sin

embargo, debido al retiro de estudiantes al final quedaron 56 del grupo experimental y 54 del grupo control.

Instrumentos para la recolección de datos.

Prueba de conocimiento. Para la fase pre-test, en el presente estudio se elaboraron dos pruebas de conocimiento a fin de medir el nivel de conocimiento previo que los alumnos poseían sobre los temas “medidas de tendencia central” y “medidas de variabilidad” de la estadística descriptiva. Cada una de estas pruebas estuvo conformada por 30 ítems de selección simple, con una opción correcta entre cuatro alternativas con un valor de un punto cada respuesta correcta y teniendo en cuenta para el cálculo de la calificación un factor de corrección tres a uno, es decir cada tres respuestas incorrectas se eliminaba una respuesta correcta. Las pruebas se desarrollaron de forma que medían exactamente lo mismo y tenían un nivel de dificultad similar (Ver Anexo A). Así mismo, para la fase pos-test se diseñaron dos pruebas de conocimiento equivalentes a la que se usaron en el pre-test, para medir el nivel de conocimiento de los participantes sobre los mismos temas luego de la intervención (Ver Anexo A).

Las pruebas de conocimiento fueron evaluadas para acreditar su validez de contenido por medio de juicio de expertos. Concretamente se solicitó a dos expertos en el área estadística que evaluasen las cuatro versiones de la prueba en cuanto a si su contenido era acorde a los contenidos que se deseaban evaluar, y en cuanto a si tenían un nivel de dificultad similar.

Procedimiento.

Se inició el procedimiento aplicando a ambos grupos (experimental y control) el instrumento de conocimientos (prueba) para medir el nivel de conocimiento sobre los temas que posteriormente serían tratados en el curso (Pre-test).

Seguidamente, en el grupo experimental se trabajó con los alumnos en dos sesiones consecutivas cómo diseñar un mapa conceptual con el apoyo del programa Cmaptools (Ver Figura 2), el cual fue elaborado por el Institute for Human and Machine Cognition (Instituto para la Cognición Humana y Artificial) y en el que trabajó directamente el propio Novak (Novak y Cañas, 2002).

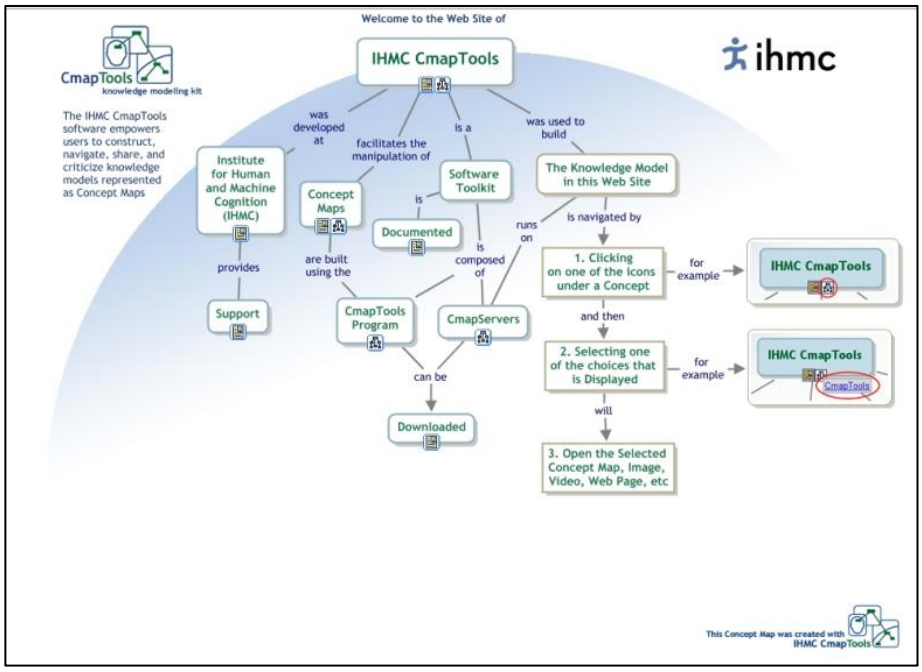


Figura 2. Pantalla del programa Cmaptools (www.cmap.ihmc.us)

A través de una arquitectura cliente-servidor, en conjunción con una colección de sitios públicos (servidores de Cmaptools), cualquier usuario de internet puede descargar el programa, dado que éste es un software libre. Su interfaz se presenta en

muchos idiomas, es de manejo simple y permite varias opciones educativas, tales como la elaboración de mapas colaborativos (sincrónicos y asincrónicos), la posibilidad de manipulación de mapas elaborados por otros usuarios (Díaz y Hernández, 2010), incorporación de material multimedia (archivos de texto, videos, enlaces a páginas web) etc. Para Díaz y Hernández (2010), Cmaptools es interesante porque permite registrar el proceso de construcción de los mapas paso a paso y posibilita conocer qué usuario ejecutó alguno de los pasos de su elaboración. Para Pontes (2011) es una herramienta que posibilita construir y modificar mapas conceptuales de forma sencilla, y permite a los usuarios trabajar a distancia en la construcción de mapas.

Con base en la exposición del profesor y el uso de la guía de lectura del tema, los alumnos del grupo experimental desarrollaron cuatro mapas conceptuales a lo largo del tiempo de la intervención. El primer mapa, denominado mapa inicial, en el cual plasmaron los conceptos y las relaciones que conocían sobre los temas que serían abordados (mapa 1), para lo cual se les facilitó un estacionamiento de conceptos (Novak & Cañas, 2006b); es decir, una lista de conceptos que se espera sean agregados en el mapa. Como pregunta de enfoque para la elaboración del mapa se formuló la siguiente: ¿cuáles indicadores se emplean para realizar un análisis estadístico descriptivo a un conjunto de datos y cómo se emplean?. Una vez realizado en clase dicho mapa inicial, los alumnos lo reelaboraron en casa con el apoyo del programa Cmaptools, y luego se lo enviaron al docente. Con el mapa 1 se realizó un análisis sobre los conceptos empleados teniendo en cuenta los criterios de

jerarquización de los conceptos, número de conceptos empleados y el número de enlaces cruzados empleados.

El segundo y el tercer mapa versaron sobre los contenidos tratados y discutidos en clase, a saber las medidas de tendencia central (mapa 2) y las medidas de variabilidad (mapa 3). Para los mapas 2 y 3 se trabajó en clase con un mapa esqueleto del experto (profesor) que sirvió de fundamento para la elaboración del mapa de los estudiantes, así mismo se seleccionaron dos de los mapas elaborados por los alumnos que fueron empleados en clase para el trabajo del tema y su evaluación por parte de los alumnos, lo cual permitió observar los errores y su posterior corrección (Ver anexo B).

Una vez entregado el mapa al docente para su evaluación, éste presentó un mapa experto sobre el tema que permitiera a los estudiantes realizar una comparación con respecto al elaborado por cada uno. Con el apoyo de los mapas elaborados durante la intervención los estudiantes elaboraron un mapa final.

Por su parte, el grupo control trabajó los temas bajo la metodología de enseñanza tradicional-expositiva por parte del docente, clase magistral.

Al final del curso a ambos grupos se les aplicó el instrumento para medir el nivel de conocimiento en los temas de medidas de tendencia central y variabilidad (pos-test) con el fin de evidenciar las diferencias entre ambos.

Procesamiento de los datos.

Los datos recolectados se analizaron empleando el programa SPSS, por medio del cual se calcularon las medidas estadísticas necesarias para el análisis posterior. Se calcularon las medidas descriptivas y se realizaron las pruebas t de Student de

diferencia de medias de puntaje para grupos independiente, así como un Análisis de Varianza (ANOVA) para verificar la magnitud de los cambios en los grupos.

Los contrastes de medias realizados fueron los siguientes:

- Pretest grupo control-Pretest grupo experimental, a fin de determinar si antes de la aplicación de los tratamientos los grupos eran equivalentes en cuanto al conocimiento que tenían sobre los temas de medidas de tendencia central y variabilidad, esperándose que en esta comparación no hubiese diferencias significativas entre los grupos.
- Pretest del grupo control – Postest del grupo control.
- Pretest del grupo experimental – Postest del grupo experimental.

En lo que respecta a estas dos comparaciones, se esperaba que la ejecución de los dos grupos fuese superior en el pos-test que en el pre-test, pero que la magnitud de dicha diferencia fuese significativamente mayor en el grupo experimental que en el grupo control.

- Postest del grupo experimental – Postest del grupo control. En este caso se esperaba que hubiese una diferencia estadísticamente significativa que mostrase un rendimiento significativamente superior en el grupo experimental que en el grupo control.

Capítulo IV. Resultados

Resultados

En lo que respecta a las calificaciones obtenidas por ambos grupos en la prueba de conocimiento antes de la aplicación de los tratamientos, se observó un comportamiento similar en las calificaciones medias y las desviaciones típicas (Media Grupo Experimental = 5.446; SD_{exp} = 4.632. Media Grupo Control = 4.426; $SD_{control}$ = 4.187). En la figura 3 se muestra el total de alumnos aprobados y el total de alumnos reprobados en el pre-test, observándose que el total de alumnos en cada categoría (aprobado, reprobado) fue muy similar, lo cual indica un comportamiento homogéneo de los grupos al iniciar la intervención.

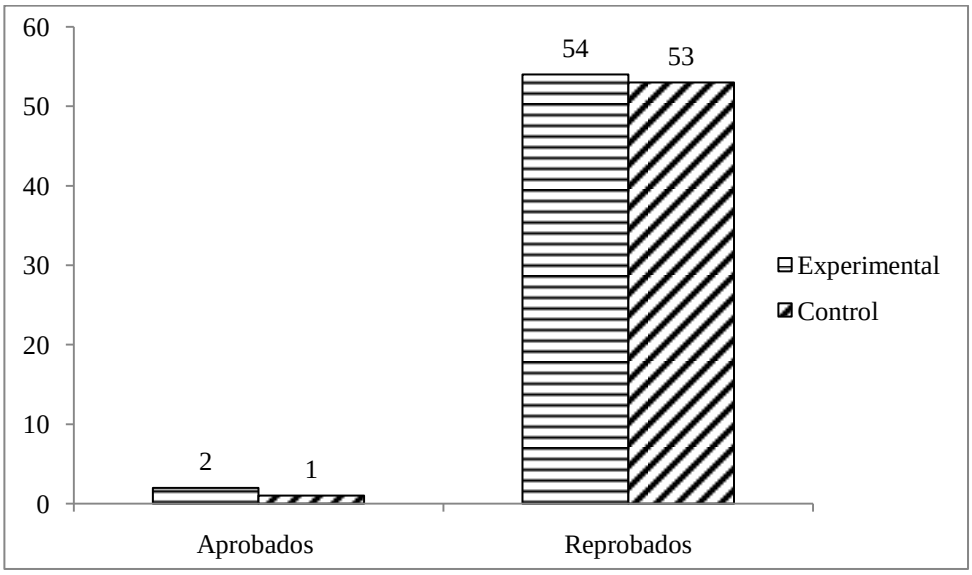


Figura 3. Total alumnos aprobados y reprobados en los grupos experimental y control respectivamente en el pre-test.

A fin de determinar si las diferencias observadas eran o no significativas se realizó una prueba T de diferencias de medias, cumpliéndose con el supuesto de homogeneidad de las varianzas de error (F de Levene = 0.253; p = 0.613).

Los resultados de la prueba T permiten afirmar que, en el pre-test, los grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas (Diferencia de Medias = 1.021. $t_{[108]} = 1.211$; $p = 0.229$), por lo que se puede concluir que, tal y como se esperaba, al inicio del estudio los grupos eran equivalentes en cuanto a su nivel de conocimientos sobre los temas de medidas de tendencia central y variabilidad.

En relación con la comparación pretest-postest del grupo control que trabajó con el método de enseñanza-aprendizaje basado en la técnica denominada clase magistral, se observó un aumento en la calificación promedio del grupo control (Media Pre-test = 4.426. Media Pos-test = 14.944) y un aumento en su desviación típica (SD Pre-test = 4.187. SD Pos-test = 6.549).

Los resultados de la Prueba T para la comparación pretest-postest del grupo control mostraron que la calificación promedio obtenida en el pos-test por este grupo difirió significativamente de la obtenida en el pre-test, lo cual evidencia que el método de enseñanza basado en la exposición del profesor, o también conocido como clase magistral, generó un incremento significativo en el nivel de comprensión de los temas tratados (Diferencia de Medias = -10.519. t = -10.700; $p = 0.000$).

En cuanto a la comparación pretest-postest del grupo experimental, también se observó un incremento en la calificación promedio (Media Pre-test = 5.446. Media Pos-test = 18.464) y en la desviación típica (SD Pre-test = 4.632. SD Pos-test = 5.796).

Los resultados del análisis de comparación de medias pusieron de manifiesto que, tal y como se esperaba, la calificación media obtenida en el pos-test por el grupo experimental difirió significativamente con respecto a la obtenida en el pre-test, lo cual evidencia que el método de enseñanza basado en el uso del mapa conceptual generó un incremento significativo en el nivel de comprensión de los temas tratados (Diferencia de Medias = -13.018. t = -17.486; *p* = 0.000).

Lo anterior muestra que tanto en el grupo experimental como en el grupo control hubo un incremento significativo en las calificaciones al comparar el pre-test con el pos-test, por lo que es vital conocer si hubo diferencias significativas entre ambos grupos en el pos-test, ya inicialmente se comprobó que no había deferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto al conocimiento previo de los estudiantes.

En este sentido, se observó que la media en el pos-test del grupo experimental (Media = 18.464; SD = 5.796) fue mayor que la del grupo control (Media = 14.944; SD = 6.549), lo cual es uno de los resultados esperados en esta investigación.

En la comparación postest grupo control-postest grupo experimental se cumplió el supuesto de igualdad de las varianzas de error (F de Levene = 0.445; *p* = 0.506).

Los resultados del análisis de comparación de medias mostraron que efectivamente la calificación media obtenida por el grupo experimental fue significativamente superior a la obtenida por el grupo control (Diferencia de Medias = 3.5198. $t_{[108]}$ = 2.988; p = 0.003), por lo que se puede concluir que el método de enseñanza basado en el uso del mapa conceptual provocó un nivel de comprensión de los temas tratados

significativamente mayor, en comparación al método tradicional. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis 1 de investigación.

En la Figura 4 se observa el cambio en el total de alumnos aprobados y reprobados en los grupos experimental y control en el pos-test.

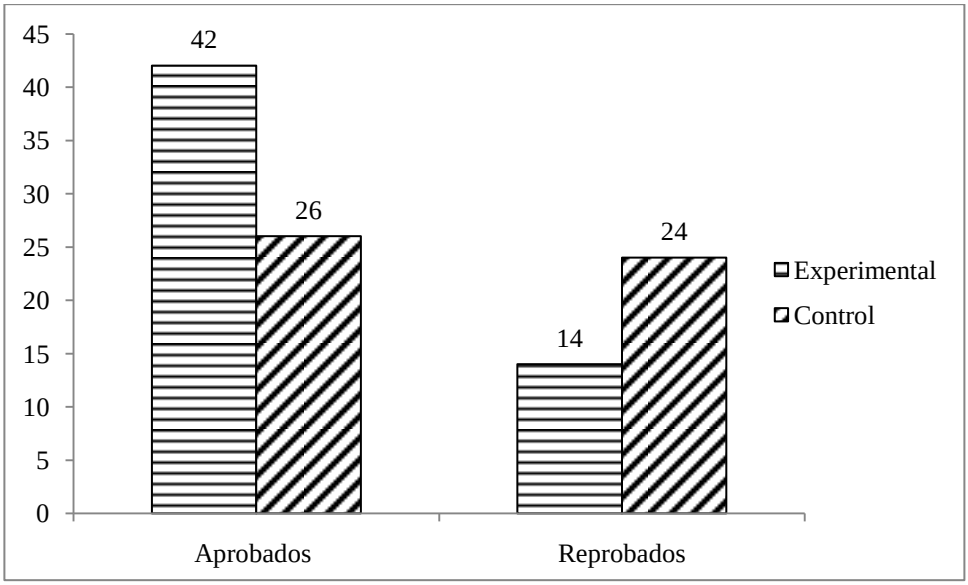


Figura 4. Total alumnos aprobados y reprobados en los grupos experimental y control respectivamente en el pos-test.

Finalmente, y con objeto de verificar que las diferencias observadas eran efectivamente atribuibles al método de enseñanza, se determinó la diferencia en las notas de cada participante al comparar la obtenida en el pos-test con respecto a la obtenida en el pre-test y luego se realizó un ANOVA para evaluar si efectivamente la magnitud del cambio difería significativamente en función del método de enseñanza y si dicha magnitud era significativamente mayor en el grupo experimental que en el control.

Se determinaron los estadísticos descriptivos de cada grupo, en el control la media de la diferencia fue 10.519 con una desviación típica de 7.224. Para el grupo

experimental la media de la diferencia fue 13.018 con una desviación típica de 5.571. Antes de realizar el ANOVA correspondiente se comprobaron las condiciones que deben cumplir las distribuciones para su aplicación. Según Rubio y Berlanga (2012), las condiciones que deben cumplir las distribuciones de las variables en estudio son independencia, normalidad y homocedasticidad.

En relación a la independencia de las muestras, la misma se cumplió dado que se asumieron dos grupos inscritos en la asignatura de forma aleatoria, por tanto un estudiante particular no podía cursar la materia en dos secciones simultáneamente (Kerlinger y Lee, 2002).

Para verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad de la distribución se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov en la cual se asume como hipótesis de prueba que la distribución de la diferencia pre-postest de cada grupo (experimental y control) no difiere de la distribución normal con un nivel de significancia de 0,05. Los resultados indicaron que se cumplió el supuesto de la normalidad (K-S = 0.823; p = 0.507).

En relación con el supuesto de homocedasticidad se realizó la prueba de Levene para contrastar la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a los largo de todos los grupos, con un nivel de significancia de 0,05. El resultado obtenido en el contraste permite asumir el cumplimiento del supuesto (F de Levene = 3.646; p = 0.059).

Los resultados obtenidos en el ANOVA indicaron que hubo un efecto principal estadísticamente significativo del método de enseñanza-aprendizaje sobre la diferencia de las calificaciones post-pretest entre los grupos control y experimental

($F_{[1,108]} = 4.147$; $p = 0.044$), efecto el cual mostró que el promedio de la diferencia de las notas fue significativamente superior en el grupo experimental que en el control, confirmándose de esta forma la segunda hipótesis de investigación planteada.

No obstante lo anterior, es importante señalar que la magnitud del efecto del método de enseñanza-aprendizaje fue pequeño, pues se encontró que sólo el 3.7% de la varianza de la variable dependiente nivel de conocimiento era atribuible al método de enseñanza ($\eta^2 = 0.037$). Además, se halló un poder de la prueba de 0.523, lo cual indica que la probabilidad de obtener un efecto del tamaño hallado en el presente experimento si se repitiese el estudio en condiciones similares es relativamente baja. Estos dos últimos resultados sugieren que en la mejoría en el aprendizaje significativamente mayor constatada en el grupo que trabajó con los mapas conceptuales intervinieron variables adicionales no consideradas en el presente estudio, tales como el nivel de conocimientos en matemáticas, el hecho que los alumnos inician su transitar en la universidad, la edad del estudiante, etc.

Análisis de mapas conceptuales.

En esta investigación fueron analizados los mapas conceptuales iniciales y finales elaborados por los estudiantes del grupo experimental sobre el tema medidas estadísticas descriptivas de un conjunto de datos, en relación a la tendencia central y la variabilidad. Se revisaron 56 mapas elaborados para analizar los cambios experimentados en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Los conceptos fundamentales que se emplearon para la realización de los mapas conceptuales de los estudiantes fueron suministrados por el docente a partir de los cuales los estudiantes conformaban los suyos.

Tras el análisis de los mapas realizados se puede decir que la estructura cognitiva de los estudiantes se reflejó más ordenada y jerarquizada después de la instrucción. En los mapas iniciales se observó que la mayoría de los alumnos buscaba responder la pregunta de enfoque; sin embargo, los estudiantes se desviaban de la pregunta de enfoque y trataban de conformar un mapa que se relacionase con el tema, pero sin responder a la pregunta de enfoque de forma satisfactoria, resultado ya estudiado por Cañas y Novak (2006).

Los mapas posteriores reflejaban de forma más adecuada y clara la respuesta a la pregunta enfoque y permitían visualizar mejor los conceptos. En cuanto a los mapas finales hubo la utilización de un número mayor de conceptos para la elaboración del mapa después de la intervención y la estructura cognitiva se enriqueció con la incorporación de enlaces cruzados.

Tomando como base la tendencia que se apreció entre los dos mapas comparados en cada caso, en la relación entre proposiciones erróneas, imprecisas y no adecuadas o repetitivas, se puede afirmar también que la estructura cognitiva de los estudiantes fue más lógica. En los mapas iniciales no se observó una adecuada jerarquización de los conceptos y en muchos de los casos no se empleaba el total de conceptos suministrados en el estacionamiento de conceptos (Novak & Cañas, 2006b). En los mapas posteriores se apreció una tendencia a clasificar más y mejor los niveles jerárquicos, sobre todo, los superiores.

Al inicio se observaron en la mayoría de los mapas a lo sumo un enlace cruzado, mientras que en los mapas posteriores la mayoría de los estudiantes disponían de al menos un enlace cruzado, reconciliando de forma integradora conceptos tales como desviación típica y media aritmética como promedios de tipo aritmético, así como la relación de confiabilidad que le confiare la desviación típica a la media por medio del coeficiente de variación.

En un grupo de nueve mapas se observó que abundaban las secuencias lineales y no se presentó ningún tipo de reconciliación integradora, los enlaces empleados no fueron significativos, con lo cual se puede inferir poco compromiso por parte de los estudiantes con la actividad.

En un grupo conformado por 36 mapas se observaron cambios significativos en cuanto al número de conceptos que se empleaban, así como la jerarquización de los conceptos, y el empleo de enlaces cruzados en 30 de ellos. Debemos indicar que un total de 11 estudiantes no entregaron el mapa final.

A continuación se presenta la secuencia de los mapas conceptuales, el mapa inicial (Figura 5), mapa sobre medidas de tendencia central (Figura 6), mapa sobre medidas de variabilidad (Figura 7) y el mapa final (Figura 8) de uno de los participantes, donde se pueden observar los cambios antes mencionados.

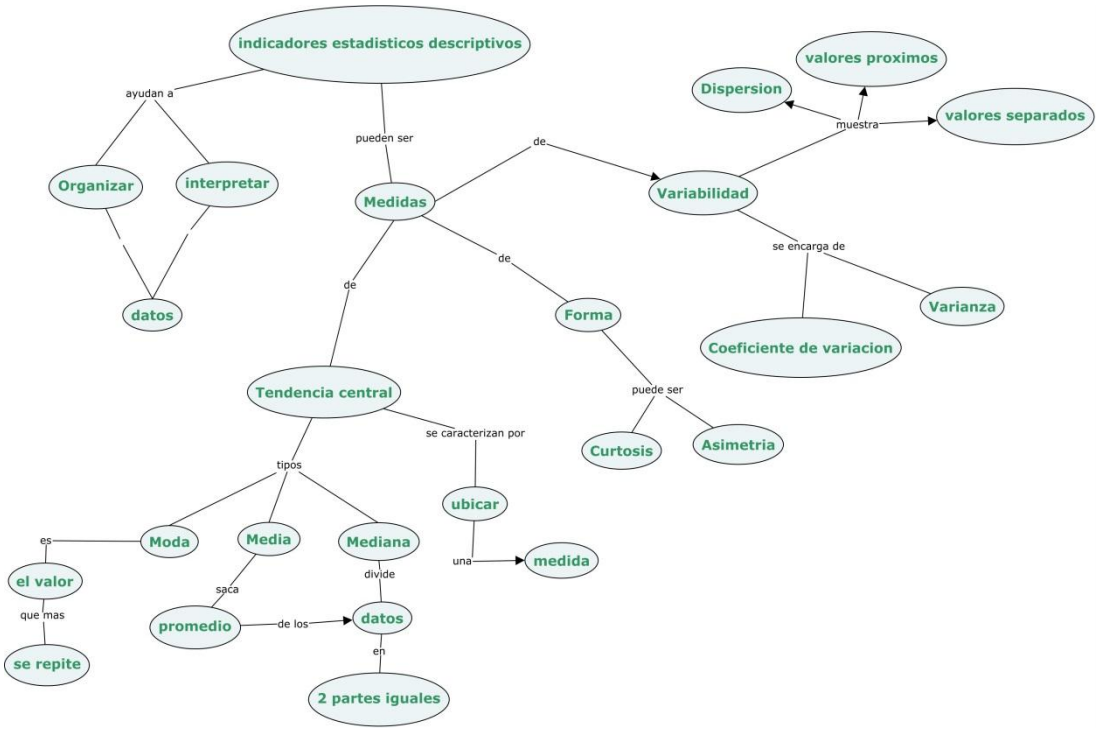


Figura 5. Mapa conceptual inicial de G.N.

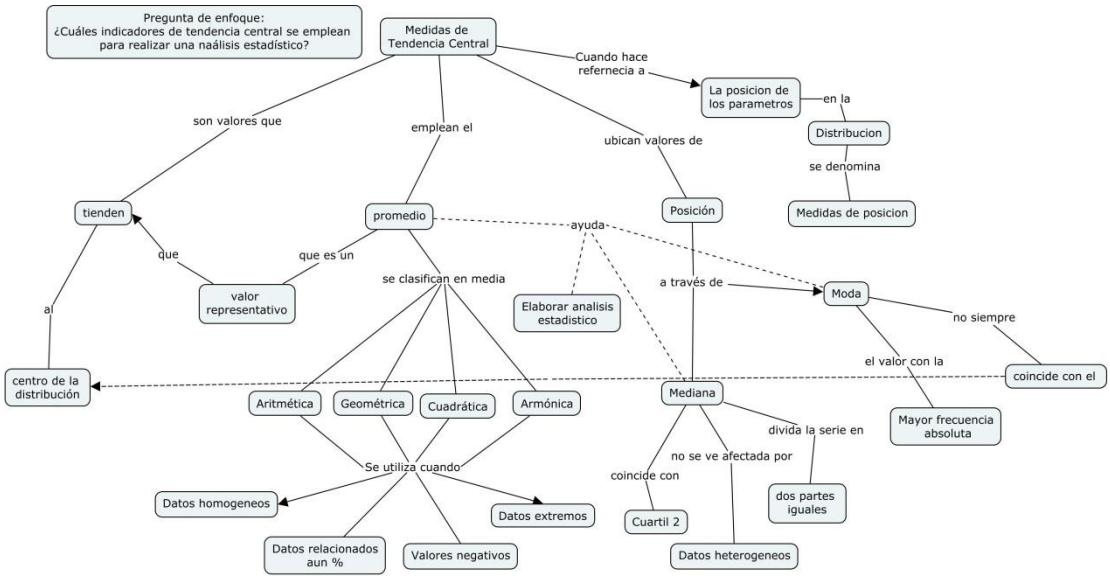


Figura 6. Mapa sobre medidas de tendencia central de G.N.

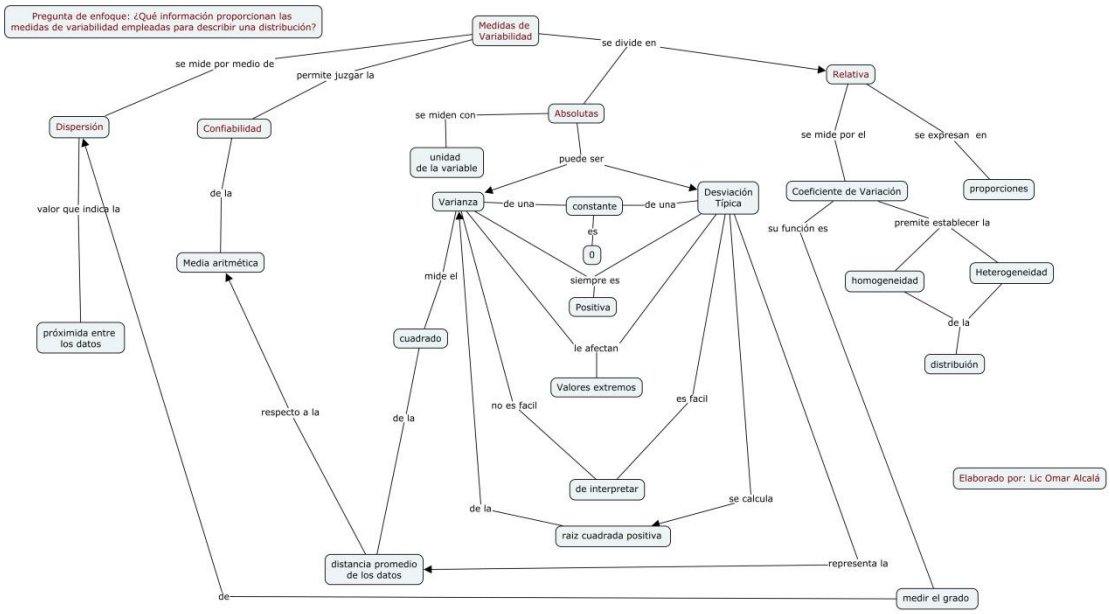


Figura 7. Mapa sobre medidas de variabilidad de G.N.

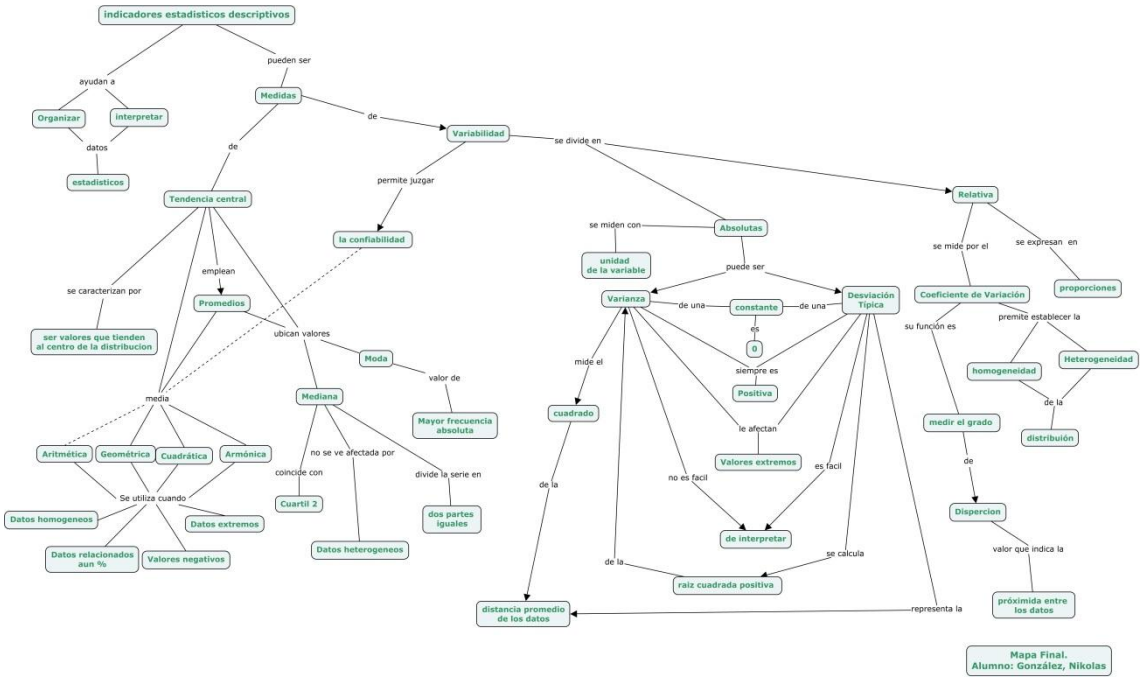


Figura 8. Mapa conceptual final de G.N.

Discusión.

Con respecto a los resultados obtenidos, es importante destacar la asignación aleatoria de los sujetos a las condiciones experimentales, lo cual permitió obtener grupos homogéneos en cuanto al nivel de conocimiento inicial, y minimizar el efecto de las variables que podían afectar a la variable dependiente (nivel de conocimientos) distintas a la variable independiente (método de enseñanza) (Kerlinger y Lee, 2002). Al determinar los cambios en cada grupo por efecto del método de enseñanza, se halló en el caso del grupo control una diferencia estadísticamente significativa entre los dos momentos, constatándose que hubo una mejoría en el nivel de conocimiento final en contraste con el inicial, es decir el método de enseñanza tradicional-expositivo permitió mejorar el nivel de conocimiento. En el grupo experimental se presenta una similitud en cuanto a la conclusión observada en el grupo control dado que se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el pre y el pos-test, la cual mostró que el método de enseñanza expositivo junto con el uso de mapas conceptuales también redundó en una mejoría en el nivel de conocimientos de los estudiantes.

Ahora bien, aun cuando en ambas condiciones hubo un incremento significativo del nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto a los temas estudiados, la comparación de los pos-tests de ambos grupos evidenció que el grupo experimental logró un mayor nivel de conocimiento en comparación al grupo control, teniendo como única diferencia en el método de enseñanza el uso de los mapas conceptuales.

Además, los resultados del ANOVA realizado con la finalidad de evaluar si la magnitud del cambio experimentado en las calificaciones difería significativamente en función del método de enseñanza, pusieron de manifiesto que el incremento de las notas fue significativamente superior en el grupo experimental que en el control, aun cuando el tamaño del efecto de la variable independiente fue pequeño.

De esta forma, considerados en conjunto, los resultados del presente estudio se constituyen en una clara evidencia a favor de las hipótesis de investigación planteadas, y son consistentes con los resultados hallados en investigaciones como las realizadas por Ballesteros (2013), y Cabero et al. (2015).

El haber obtenido que el tamaño del efecto del método de enseñanza fue pequeño puede estar relacionado con el hecho de que el tema escogido para el desarrollo de los mapas suponía que los estudiantes disponían de un conocimiento previo, puesto que era un tema que se encuentra en los contenidos de matemáticas que teóricamente los estudiantes debían haber trabajado en el bachillerato. Sin embargo, esto no fue así ya que los estudiantes que egresan del sistema secundario no trabajan los temas referidos a la Estadística. Por esta razón, el tema pudo haber tenido un alto nivel de dificultad para los sujetos del presente estudio, pues ellos no disponían de los conocimientos previos o en algunos los conceptos eran erróneos.

Ahondando en este punto, es necesario recordar que, tal y como indican Conradty y Bogner (2008), la dificultad del tema es uno de los aspectos relacionados con la efectividad de los mapas conceptuales. De hecho, estos autores encontraron que los estudiantes que participaron en su estudio fueron capaces de manejar los mapas conceptuales muy bien, aunque la técnica era totalmente nueva para ellos; pero, esto

fue cierto sólo si el tema les era fácil de manejar. Los estudiantes para los que el material presentaba mayor dificultad no fueron capaces de manejar adecuadamente el mapa conceptual, probablemente debido a que después de la construcción de sus primeros mapas conceptuales, no lo volvieron a trabajar o discutir con el profesor o con sus compañeros y por ello no pudieron eliminar sus errores (Gallego et al., 2013). Por otra parte observamos lo expresado por Noronha (2015) en su estudio con alumnos de Estadística I de una Escuela de Administración y Contaduría sobre el perfil estratégico de los universitarios, el cual mostró que no todos los estudiantes en dicha Escuela poseen conocimiento de sus habilidades, destrezas y estrategias para administrar con éxito su aprendizaje, cabe destacar que dichos estudiantes se cursan la asignatura en el primer semestre.

En conrcondancia con lo anterior, investigadores en el área de la didáctica de la estadística plantean las dificultades que deben afrontar los alumnos al iniciar un curso de estadística, así Alvarado (2013), Ballesteros (2013), Batanero (2006), Díaz et al. (2013), Godino et al. (2013), Sánchez y Orta (2013), coinciden en el hecho de que, a pesar de los esfuerzos que realizan los profesores, los resultados obtenidos por los estudiantes en términos de aprendizaje de la estadística están bastante lejos de ser satisfactorios. En este sentido, en la presente investigación se pudo comprobar como el mapa conceptual, si bien permitió un incremento en el nivel de conocimientos de los estudiantes sobre las medidas de tendencia central y medidas de variabilidad, las notas de los alumnos del grupo experimental en el pos-test fue sólo ligeramente mayor a la nota mínima aprobatoria del instrumento. En el caso del grupo control la nota promedio del grupo fue inferior a la nota mínima aprobatoria del instrumento.

Ahora bien, considerando la calidad de los mapas conceptuales, el desarrollo de las actividades permitió a los alumnos que realizaron toda la secuencia, una mejora en el nivel de comprensión de los conceptos estadísticos empleados en el análisis de un conjunto de datos. En este sentido, los mapas iniciales presentaron secuencias lineales, no eran jerárquicos, y no poseían enlaces cruzados, así como conceptos del estacionamiento que no se emplearon. En la medida en que se realizaron las actividades los estudiantes lograron mejorar en la elaboración de mapas, permitiendo una reconciliación integradora de los conceptos; sin embargo, aun cuando un grupo de estudiantes afirmó conocer la herramienta, pocos, quizá ninguno, la empleaba como estrategia de aprendizaje, con lo cual observamos algo similar a lo descrito en el estudio realizado por Noronha (2015) con el perfil estratégico de estudiantes de estadística I en la Escuela de Administración y Contaduría de una Universidad.

Un indicador de la mejoría en el aprendizaje cuando se trabaja con mapas conceptuales, señalado por Novak y Cañas (2006) y Novak y Gowing (1988), es el uso de enlace cruzados, dado que ello demuestra que los alumnos han logrado niveles altos de comprensión de los conceptos asociados en el mapa conceptual. En lo que respecta a este indicador, en el presente estudio, de un total de 36 mapas finales que presentaron cambios significativos, en 30 de ellos hubo al menos un enlace cruzado. Dado que los mapas conceptuales constituyen una representación explícita y manifiesta de los conceptos y proposiciones que posee una persona, su uso permitió al profesor y los alumnos intercambiar sus puntos de vista sobre la validez de un vínculo proposicional determinado al momento de evaluar alguno de los mapas

elaborados y darse cuenta de las conexiones que faltaban entre conceptos y que sugerían la necesidad de un nuevo aprendizaje.

De esta forma, los resultados de la presente investigación indican que el mapa conceptual es una herramienta que ayuda a mejorar la comprensión de contenidos en distintos ámbitos, corroborando en el área estadística los resultados hallados por autores como Dandolini et al. (2011) y Chiou (2009), y los reportados en el ámbito de las matemáticas por investigadores como Florez (2006), Huerta (2006), Novak (2006).

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el uso del mapa conceptual como estrategia de enseñanza-aprendizaje, redunda en un incremento en el nivel de conocimientos y comprensión de los conceptos que sustentan las medidas de tendencia central y variabilidad empleadas en la descripción de un conjunto de datos de una variable estadística, significativamente superior al incremento resultante al aplicar el método tradicional expositivo por parte del docente.

Las recomendaciones derivadas de la investigación la resumimos de la siguiente manera:

1. Empleo de mapas conceptuales por parte de los profesores para el desarrollo de los temas de la asignatura Estadística para una mejor comprensión de los conceptos asociados al análisis estadístico.
2. Enseñanza de la estadística con base en proyectos en función al contexto donde se aplica.

En futuras investigaciones

1. Verificar el alcance de los mapas conceptuales en áreas de la estadística tales como Regresión y Correlación, Estadística inferencial.
2. Verificar el alcance de los mapas en estudiantes de otras carreras universitarias que comparten contenidos similares pero aplicados a otros contextos.

En lo que respecta a las limitaciones del presente estudio, la primera limitación está asociada con que los resultados obtenidos no necesariamente son generalizables a todos los estudiantes universitarios, dado que se trabajó solamente con la población de estudiantes de primer año de psicología de una universidad privada.

En nuestro caso, aun cuando la muestra no fue seleccionada aleatoriamente a partir de la población, el tipo de muestreo escogido permitió el estudio de características específicas de interés para el educador; además, se empleó la aleatorización de los miembros a cada grupo, dado que la asignación de los sujetos a los tratamientos experimentales se realizó de tal forma que cada estudiante tuvo la misma probabilidad de ser asignado a cada uno de los tratamientos (Kerlinger & Lee, 2002).

La segunda limitación se refiere a los factores que se consideraron influyeron en el nivel de conocimiento de la asignatura en cuestión. Los mismos se analizaron desde la incidencia que ellos tienen en el alcance del mapa conceptual como herramienta para incrementar el nivel de conocimientos en las medidas de tendencia central y las medidas de variabilidad de un conjunto de datos. Sin embargo, no se puede obviar que el aprendizaje depende de múltiples factores, tanto externos como internos al individuo y que su análisis, en futuras investigaciones, contribuirá a tener una amplia visión de ellos y cómo determinan el aprendizaje de la asignatura Estadística, teniendo como herramienta central el mapa conceptual.

Referencias bibliográficas

Aguilar Tamayo, M. (2006). Origen y destino del mapa conceptual. Apuntes para una teoría del Mapa Conceptual. En A. Cañas, & J. Novak, *Concetp maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the second international conference on concetp mapping* (págs. 15-22). San Jose. Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Alvarado Martínez, H. (2013). *Saber UCV.* (A. Salcedo, Ed.) Recuperado el 12 de Julio de 2015, de Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas. (pp. 319-342): http://saber.ucv.ve/jpsui/handle/123456789/4666

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa* . Mexico: Trillas.

Ballesteros, E. (Noviembre de 2013). *La estadística descriptiva como herramienta de análisis en la investigación social. Ejemplo de <<actividad práctica>> adaptada a la enseñanza del Espacio Europeo de Educación Supeiror. Vol 84. (pp.85 - 98)* . Recuperado el 22 de febrero de 2015, de Número. Revista de didáctica de las matemáticas de la sociedad canaria Isaac Newton de profesores de matemáticas. : http://www.sinewton.org/numeros

Batanero, C. (2001). *Didactica de la Estadística.* Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística. Universidad de Granada.

Batanero, C. (Julio de 2013). *El sentido estadístico.* (J. Contreras, G. Cañadas, M. Gea, & P. Arteaga, Edits.) Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Actas de las primeras jornadas virtuales de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria. (pp. 55 - 61): http://www.jvdiesproyco.es/documentos/ACTAS/2%20%Comunicacion%2014.pdf

Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J., & Roa, R. (Julio de 2013). *El sentido estadístico.* Recuperado el 20 de Enero de 2015, de Número. Revista de didáctica de las matemáticas de la socioedad canaria Isaac Newton de profesores de matemáticas. Vol. 83. (pp. 7 - 18) : http://www.sinewton.org/numeros

Behar, R., & Grima, P. (Mayo de 2004). *La Estadística en la educación superior, ¿formamos pensamiento estadístico?* Recuperado el 20 de Abril de 2014, de Revista Ingenieria y Competitividad. Vol. 5, Número 2. pp. 84-90: http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/inycompe/article/view/76/73.

Cabero Almendara, J., Ballesteros Regaña, C., & López Meneces, E. (Marzo de 2015). *Los mapas conceltuales interactivos como recursos didácticos en el ámbito universitario.* Recuperado el 15 de junio de 2015, de Revista Complutense de Educación. Vol. 26 Número especial (2015). pp. 51-66: http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/43815

Cañas, A., Novak, J., & Reiska, P. (2012). Freedom Vs Restriction of content and structure during concetp - mapping. Possibilities and limitations for constuction ans assessment. En A. Cañas, J. Novak, & J. Vanhear, *Concept maps: Theory, Methodology, Tehcnology. Proceedings of the fifth international conference on concet mapping* (págs. 192 - 194). Valleta.Malta: University of Malta.

Chiou, C.-C. (Noviembre de 2008). *The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests.* Recuperado el 20 de junio de 2015, de Teaching in Higher Education. Vol 45, N°4,pp 375-387: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14703290802377240

Chiou, C.-C. (Fecbrero de 2009). *Effects of concept mapping strategy on learning performance in businnes and economics statistics.* Recuperado el 15 de junio de 2015, de Teaching in Higher Education. Vol. 14, Nº 1, pp 55-69: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13562510802602582

Coe, R., & Merino, C. (2003). *Magnitud del efecto. Una guía para investigadores y usuarios.* Recuperado el 22 de julio de 2015, de Revista de Psicología. Vol 21, num. 1. pag. 145-177. Pontificia Universidad Católica del Perú: http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/3722/3704

Conradty, C., & Bogner, F. (2008). Fault in concept mapping: a matter fo techique or subjet? En A. Cañas, J. Novak, P. Reiska, & M. Ahlberg, *Concetp maping. Connecting Educator. Proceeding of the third international conference on concept mapping.* (págs. 189-197). Estoni y Helsinki, University of Helsinki.

Dandolini, G., De Souza, J., & Vergara , E. (2011). Los Mapas Conceptuales en la enseñanza de la Estadística. *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, (págs. 1-8). Aparecida.

Daugherty, J., Custer, R., & Dixon, R. (2012). *Mapping Concepts for learning and assessment*. Recuperado el 15 de agosto de 2015, de Technology an Engineering Teacher. Vol 71, Nº 8. pp. 10 - 14: http://eric.ed.gov/?id=EJ983327

Díaz, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista.* Ciudad de México: McGraw Hill.

Estepa Castro, A., & Del Pino Ruiz, J. (Julio de 2013). *Elementos de interés en la investigación didáctica y enseñanza de la dispersión estadística.* Recuperado el 15 de marzo de 2015, de Números. Revista de didáctica de las Matemáticas de la Sociedad Canaria Issac Newton de profesores de Matemáticas. Vol. 83, pp43-63.: http://www.sinewton.org/numeros

Florez, R. (2006). Mapas conceptuales y aprendizaje de las matemáticas. En A. Cañas, & J. Novak, *Concept maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping* (págs. 35 - 44). San Jose. Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Francis, R. (2006). *Using Concept Maps as assessment tools: Defining understranding*. Recuperado el 15 de julio de 2015, de College Quarterly. Vol. 9, Nº 3. pp-1-6: http://www.senecac.on.ca/quarterly/2006-vol09-num03-summer/francis.html

Frias Navarro, M., Llobell, J., & García Pérez, J. F. (2000). *Tamaño del efecto del tratamiento y significancia estadística.* Recuperado el 25 de julio de 2015, de Psicothema. Revista Facultad de Psicología. Universidad de Valencia. Vo. 12. Numero 2, pp 236-240: http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=555

Gallego, M., Crisol, E., & Gámiz, V. (30 de Noviembre de 2013). *El mapa conceptual como estrategia de aprendizaje y de evaluación en la universidad, su influencia en el rendimiento de los estudiantes.* Recuperado el 22 de julio de 2005, de Enseñanza & Teacching, 31, 2-2013. pp.145-165: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4629057

Godino, J., Arteaga, P., Estapa , A., & Rivas, H. (Julio de 2013). *Desafios de la enseñanza de la estadística basada en proyectos.* (J. Contreras, G. Cañadas, M. Gea, & P. Arteaga, Edits.) Recuperado el 15 de marzo de 2015, de Actas de las primeras jornadas virtuales de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinarotia. (pp. 173 - 180: http://www.jvdiesproyco.es/documentos/ACTAS/2%20%Comunicacion%2014.pdf

Gómez, J., Ontoria, A., & Molina, A. (1999). *Potenciar la capacidad de aprender.* Madrid: Nercea.

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2012). *Metodoligía de Investigación. Octava edición.* Mexico: Mc Graw Hill.

Huerta , P. (2006). La evaluación de mapas conceptuales multidimensionales de matemáticas: Aspectos metodológicos. En A. Cañas, & J. Novak, *Concept Maps: Theory, Methodology, technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping* (págs. 52 - 61). San Jose.Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en Ciencias Sociales. México: McGraw-Hill.

Maya, A., & Díaz, N. (2004). *Mapas conceptuales. Su elaboración y aplicación.* Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

McGuigan, F. (1996). *Psicología Experimental: Métodos de Investigación.* México: Prentice-Hall.

Molina, L. (2013). Los mapas conceptuales como herramientas de diagnóstico y tratamiento de errores conceptuales. *Journal for Educators, Teachers and Trainers, 4*(1), 122-131.

Moreira, M. (2009). *¿por qué conceptos, ¿por qué aprendizaje significativo?, ¿por qué actividades colaborativas?, ¿por qué mapas conceptuales?* Recuperado el 30 de noviembre de 2014, de Revista Qurriculum. Vol 21. pp. 9-26: http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20QURRICULUM/23%20-%202010/01%20Moreira.pdf

Noronha, E. (2015). *El perfil estratégico de universitarios: Una comparación entre estudiantes de alto y bajo rendimiento en la asignatura Estadística I (Tesis de Maestria).* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela.

Novak, J. (1998). *Conocimiento y Aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para Escuelas y Empresas.* Madrid: Alianza Editorial.

Novak, J. (2006). The development of the concept mapping tool and the evolution of a new model for education. Implications of mathematics education. *Focus of learning problems in mathematics, 28*(3 y 4), 3-31.

Novak, J. (2006). *The Development of the Concept Mapping Tool and the Evolution of a New Model for Education: Implications for Mathematics Education*. Recuperado el 20 de noviembre de 2015, de Focus on Learning Problems in Mathematics Summer Edition 2006, Vol 28, Nº 3y 4. Pp 3 – 32. Center for Teaching/Learning of Mathematics. : http://www.ihmc.us/groups/jnovak/

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (27 de septiembre de 2006). *La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos.* Recuperado el 16 de febrero de

2014, de http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearcPapers/TheoryUnderlynigConceptMaps.pdf

Novak, J. (s.f.). *The Development of the Concept Mapping Tool and the Evolution of a New Model for Education: Implications for Mathematics Education* .

Novak, J., & Cañas, A. (2002). Building on New Constructivist Ideas and CmapTools to Create a New Model for Education. En J. C. Novak, *Concept maps: Theory, methodology technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping.* (págs. 35- 46). Pamplona: Universidad de Pamplona.

Novak, J., & Cañas, A. (2006). Re-exminando los fundamentos para el uso efectivo de mapas conceptuales. En A. Cañas, & J. Novak, *Concept Maps: Theoty, Methodology, Technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping.* (págs. 55-63). San José. Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Novak, J., & Cañas, A. (27 de marzo de 2006b). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Recuperado el 25 de enero de 2015, de www.ihmc.us: http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps.php

Novak, J., & Gowing, B. (1988). *Aprender a aprender.* mexico: alfonzo.

O´Donnell, A., Dansereau, D., & Hall, R. (Marzo de 2002). *Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. Educational Psychology Review. Vol. 14, Nº1. pp. 71-86.* Recuperado el 12 de Enero de 2015, de http://link.springer.com/article/10.1023/A:1013132527007

Ontoria, A. (2001). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender.* Madrid: Narcea S.A.

Pellegrini, N., & Reyes, R. (2001). *Los mapas conceptuales como herramientas didácticas en la educación científica* . Recuperado el 25 de noviembre de 2015, de Interciencia: http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=33905503

Pontes, A. (2002). *Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencias y tecnología*. Recuperado el 27 de noviembre de 2015, de Revista Euskerra sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias. Universidad de Cadiz. Vol. 9, Nº 1, pp. 106-123: http://dbl.handle.net/10498/14628

Pozueta, E., Guruceaga, A., & González, F. (2006). Trabajando con mapas conceptuales el tema de proporcionalidad de 2° de educación secundaria obligatoria. En A. Cañas, & J. Novak, *Concept maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping* (págs. 10 -18). San Jose. Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Quinquer, D. (2005). Estrategias metodológicas para enseñar y aprender ciencias socales: interacción, coorperación y participación. En F. López, *Aprender autonomamente. Estrategias didácticas.* (págs. 25 - 42). Barcelona.: Laboratorio Educativo.

Redondo, C., & Mellano, V. (1997). *Los mapas conceptuales en la formación inicial de maestros en la enseñanza de las ciencias de la tierra*. Recuperado el 23 de febrero de 2014, de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Vol. 5, Nº 3.: http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88450/132405

Rubio, M. J., & Berlanga, V. (4 de septiembre de 2012). *Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico.* Recuperado el 15 de marzo de 2015, de Revista d'Innovació i Recerca en Educació. Vol 5, num 2, 83-100. Universitat de Barcelona: http://www.ub.edu/ice/reire.htm

Sánchez, E., & Orta, J. (Julio de 2013). *Problemas de mediciones repetidas y de riesgo para desarrollar el razonamiento de estudiantes de secundaria en los temas de media y dispersión.* . Recuperado el 12 de Enero de 2015, de Números. Revista de didáctica de la matemática de la sociedad canaria Isaac Newton de profesores de matemática. Vol. 83. (pp. 65 - 77): http://www.sinewton.org/numeros

Schmittau, J. (2004). Uses of Concept Mapping in Teacher Education in Mathematics. En J. D. A. J. Cañas, *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (págs. 571-577). Pamplona: Dirección de Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra.

Yon Lim, K., Woo Lee, H., & Grabowiski, B. (2009). *Does concept-mapping strategy work for everyone? The levels of generativity and learner´s self-regulated learning skills.* Recuperado el 15 de junio de 2015, de British Journal of Educational Technology. Vol 40, pp. 600-618: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.14667-8535.2008.00872.x

Yoo, J., & Cho, M.-H. (2012). Mining concpet maps to understand university students´ learning. *Fifth International Conference on Educational Data Mining*, (págs. 184-187). Grecia.

Anexo A

Pruebas de conocimiento usadas en el pre-test y pos-test

Prestest-Postest Versión A
Grupo Experimental

INSTRUCCIONES

Selección Simple. A continuación se le presenta una serie de 30 proposiciones, cada una con cuatro alternativas, de las cuales sólo una es la correcta, escriba la respuesta, que considera correcta en la malla destinada para ello. Valor 1 punto cada pregunta. Total 30 puntos. Factor de corrección: Cuatro (4) respuestas incorrectas eliminan una (1) respuesta correcta

1. La _____ se refiere a la magnitud general de las observaciones que resume o sintetiza la totalidad de los datos mediante la aplicación, habitualmente, de valores medios.
   a) Visualización.
   b) Tipificación.
   c) Tendencia central.
   d) Variabilidad.

2. Un _____ es el valor sobre la escala de medición, debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de los datos incluidos en la distribución.
   a) Rango centil.
   b) Polígono de frecuencias.
   c) Percentil.
   d) Ninguna de las anteriores.

3. ¿Cuál de los siguientes es el primer paso para calcular la mediana de un conjunto de datos?
   a) Promedie los dos valores centrales del conjunto de datos.
   b) Ordenar los datos.
   c) Determine los pesos relativos de los valores de los datos en términos de su importancia.
   d) Ninguno de los anteriores.

4. ¿Cuál de las siguientes no es una característica de la mediana?
   a) No es afectada por valores extremos
   b) Se puede calcular para descripciones cualitativas.
   c) Puede calcularse para cada conjunto de datos, incluso para todos los conjuntos que presentan clases de extremo abierto.
   d) Todas las anteriores son características de la mediana.

5 ¿Cuál de las siguientes NO es una medida de tendencia central?
   a) Media geométrica.
   b) Mediana.

c) Tercer cuartil
d) Media aritmética.

6. ¿Cuál de las siguientes características le corresponde a la media aritmética?
a) Puede no ser única.
b) Puede que una distribución no tenga media.
c) No se ajusta fácilmente al cálculo algebraico.
d) Es una medida que toma en consideración todos los valores de la distribución.

7. _____ es una expresión mediante la cual se puede hallar el porcentaje de datos por debajo de un valor que toma la variable.
a) Cuartil.
b) Decil.
c) Rango percentil.
d) Percentil.

8. Cuando una curva está sesgada _____, la mayor parte de los datos se concentra en los valores bajos del eje horizontal y la curva disminuye hacia el extremo de los valores altos. Cuando una curva está sesgada _____, la mayor parte de los datos se concentra en los valores altos del eje horizontal y la curva se reduce hacia el extremo de los valores bajos.
a) Positivamente; negativamente.
b) Negativamente; positivamente.
c) Simétricamente; asimétricamente.
d) Asimétricamente; simétricamente.

9. Cuando una distribución es simétrica y tienen sólo una moda, el punto más alto de la curva de distribución se ubica en la (o el):
a) Rango.
b) Moda.
c) Mediana.
d) Ninguna de las anteriores

10. Cuando nos referimos a una curva que tiene una cola hacia el extremo izquierdo, podemos decir que es:
a) Simétrica.
b) Sesgada a la derecha.
c) Positivamente sesgada.
d) Ninguno de los anteriores.

11. ¿En qué se diferencia el cálculo de la varianza de la muestra del cálculo de la varianza de la población?
a) μ se sustituye por $\bar{x}$

b) N se sustituye por n – 1.
c) N se sustituye por ***n***.
d) a) y c), pero no b).

12. ¿Por qué es necesario elevar al cuadrado las diferencias respecto a la media cuando calculamos la varianza de la población?
a) Para que los valores extremos no afecten el cálculo.
b) Porque es posible que N sea muy pequeña.
c) Algunas de las diferencias serán positivas y otras negativas y se cancelaran si tienen la misma magnitud
d) Ninguna de las anteriores.

13. Suponga que una población tiene □ = 100 y □ = 10. Si una observación particular tiene un valor estandarizado o tipificado de 1, se puede concluir que:
a) Su valor es 110.
b) Se encuentra entre 90 y 110, pero su valor exacto no se puede determinar.
c) Su valor es mayor que 110.
d) No se puede determinar nada sin conocer el valor de N.

14. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una medida relativa de dispersión?
a) La desviación estándar.
b) La varianza.
c) El coeficiente de variación.
d) a) y b), pero no c).

15. Si dividimos la desviación estándar de una población entre la media de la misma población y multiplicamos el resultado por 100, estaríamos calculando:
a) El resultado estándar de la población.
b) La varianza de la población.
c) La desviación estándar de la población.
d) El coeficiente de variación de la población.

16. El _____ es el valor por debajo del cual se encuentra como máximo el 10% de las observaciones, mientras que el 90% restante se sitúa por encima.
a) Porcentaje.
b) Rango centil.
c) Cuantil.
d) Primer decil.

17. El cuadrado de la varianza de una distribución es:
a) La desviación estándar.
b) La media.

c) El rango.
d) Ninguno de los anteriores.

18. Sobre la media aritmética señale el enunciado falso:
a) Es una medida que toma en consideración todos los valores de la distribución.
b) El valor de la media aritmética puede no coincidir con los valores de la variable.
c) La media aritmética de una constante es igual a la constante.
d) La media aritmética no se puede calcular con datos extremos.

19. ¿Cuáles de las siguientes medidas de tendencia central queda afectada por los valores extremos?
a) Media
b) Mediana
c) Moda
d) Ninguna de las anteriores

20. ¿En qué nivel de medición no se puede calcular la mediana?
a) Intervalo
b) Razón
c) Nominal
d) Ordinal

21. ¿Qué nivel de medición se requiere como mínimo para la Moda?
a) Razón
b) Ordinal
c) Nominal
d) Todos los anteriores

22. En un conjunto de observaciones, ¿qué medida de tendencia central indica el valor que ocurre con más frecuencia?
a) Media Geométrica
b) Mediana
c) Moda
d) Media

23. La curva _____ es aquella que no es ni muy puntiaguda ni muy achatada.
a) Leptocúrtica.
b) Platicúrtica.
c) Mesocúrtica.
d) Simétrica.

24. La media aritmética de una constante es:

a) distinta de cero
b) distinta de uno
c) igual a la constante
d) distinta de la constante

25. En un conjunto de 10 observaciones la media es 20 y la mediana es 15. Existen 2 valores que son 6, y el resto son diferentes. ¿Cuál es la moda?

a) 15
b) 2
c) 6
d) 20

26. Uno de los objetivos más importantes del análisis visual de una distribución es la identificación de patrones o estructuras características en los datos, cuestión necesaria en el estudio de los dos aspectos que definen la forma de la distribución: _____ y _____.

a) Polígonos de frecuencia y caja y bigotes.
b) Asimetría y curtosis.
c) Tallo y hojas y caja y bigotes.
d) Positiva y negativa.

27. La suma algebraica de las desviaciones de un conjunto con respecto a su media aritmética es:

a) cero
b) uno
c) no se puede determinar
d) la información es insuficiente para determinar el valor.

28. Le acaban de entregar una base de datos con las notas de los estudiantes de Psicología de la UCAB. Su misión es calcular la puntuación más baja alcanzada por el 25% superior del curso. ¿Qué indicador debe calcular?

a) La media.
b) Cuartil 3.
c) Percentil 25.
d) Rango centil 75.

29. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas respecto a la desviación estándar?

a) No puede tener valor negativo
b) Si es cero, entonces todos los valores de los datos son el mismo
c) Está en las mismas unidades que la media

d) Todas las anteriores

30. Le acaban de entregar una base de datos con las notas de los estudiantes de Psicología de la UCAB y usted observa que las medidas de tendencia central arrojaron los siguientes valores: Media aritmética=12 puntos, Mediana=12,3 puntos y Moda= 14 puntos. Con base en ellas se puede afirmar que la distribución posee:

a) Simetría relativa
b) Asimetría positiva
c) Asimetría negativa
d) Simetría absoluta

Desarrollo breve. Valor 10 puntos:

Una gran compañía llevó a cabo un estudio para analizar la variable sueldo de un egresado universitario dos años después de haberse graduado como profesional en Psicología. Realice un análisis de los resultados obtenidos que se presentan a continuación:

Variable	N	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Sueldo	35	693,51	25,52	3,68	620,00	678,00	693,00	710,00

Máximo	Rango	Modo	Sesgo	Curtosis
750,00	130,00	680	0,01	1,57

Prestest-Postest Versión B
Grupo Control

INSTRUCCIONES

Parte I. Selección simple. A continuación se le presenta una serie de 30 proposiciones, cada una con cuatro alternativas, de las cuales solo una es la correcta. Escriba la respuesta, que considera correcta en la malla destinada para ello. Valor 1 punto cada pregunta. Total: 30 puntos. Factor de corrección: tres (3) respuestas incorrectas eliminan una (1) respuesta correcta

1. La _____ es muy sensible a observaciones extremas o anómalas las cuales hacen que su valor se desplace hacia ellas.
   a) Moda.
   b) Mediana.
   c) Media aritmética.
   d) Varianza.

2. El _____ es el punto medio de un conjunto de datos y representa el valor más central en dicho conjunto.
   a) Percentil 50.
   b) Decil 5.
   c) 2do cuartil.
   d) Todas las anteriores.

3. Geométricamente, la _____ es el valor en el eje horizontal asociado a la vertical que divide al histograma en dos partes de igual área.
   a) Moda.
   b) Mediana.
   c) Media aritmética.
   d) Desviación media absoluta.

4. ¿Cuál es el orden relativo de la moda, la media y la mediana para la serie de números 2, 5, 2 y 4?
   a) Moda < Media < Mediana.
   b) Media < Moda < Mediana.
   c) Mediana < Media < Moda.
   d) Moda < Mediana < Media.

5. ¿Cuál de las siguientes medidas de tendencia central no se puede usar con datos cualitativos?

a) Media aritmética.
b) Mediana.
c) Moda.
d) Todas las anteriores.

6. _____ es un valor por debajo del cual se encuentra una determinada proporción de los valores de una distribución.

a) Decil.
b) Cuartil.
c) Percentil.
d) Todos los anteriores.

7. _____ es una expresión mediante la cual se puede hallar el porcentaje de datos por debajo de un valor que toma la variable.

a) Cuartil.
b) Decil.
c) Rango percentil.
d) Percentil.

8. De los siguientes enunciados señale el que es incorrecto:

1. La mediana es menos sensible que la media a la presencia de datos extremos.
2. La mediana es el dato que está ubicado en el centro cuando el número de datos es par. Si el número de datos es impar, se considera que la mediana es el promedio de los dos datos ubicados al centro.
3. La moda se define como el dato más frecuente en la distribución.
4. La suma de los cuadrados de las desviaciones de todos los datos en torno a su media es la más pequeña posible.

9 En general, las medidas de _____ muestran si los valores de las observaciones están próximos entre sí o están muy separados.

1. Tendencia central.
2. Sesgo.
3. Variabilidad.
4. Posición.

10. ¿Cuál de la siguiente afirmación es cierta acerca de dos conjuntos de datos asociados a la misma variable?:

a) Pueden tener distintos promedios e igual varianza.
b) Pueden tener igual promedio y distinta varianza.
c) No pueden tener distinta media ni varianza.
d) a) y b) pero no c).

11. ¿Cuál de las siguientes expresiones corresponde a una medida de dispersión absoluta?:

a) Q3-Q1
b) (Q3-Q1)/2
c) (Q3-Q1)/(Q3+Q1)
d) a) y b) pero no c).

12. Si usted es el número uno de su promoción, sus calificaciones se ubican:
a) En el promedio.
b) Entre el 10% inferior de su grupo.
c) Entre el 10% superior de su grupo.
d) En el centro de la distribución de datos, la cual se comporta como una normal.

13. Tres números cuya media es 3, la mediana es 3 y la desviación estándar es 0 son:
a) 3, 2 y 3.
b) 3, 3 y 3.
c) 4, 3 y 2.
d) 3, 4 y 3.

14. En cuanto a la dispersión, señale la afirmación incorrecta:
a) Es el grado en que los datos numéricos tienden a extenderse alrededor de un valor medio.
b) Suministra información complementaria que permite juzgar la confiabilidad de las medidas de tendencia central.
c) Si los datos están ampliamente dispersos, la localización central será menos representativa de los datos en su conjunto de lo que sería en el caso de datos que se acumulasen más alrededor de la media.
d) Los datos dispersos son más fáciles de estudiar, analizar y comprender.

15. El momento $m_r = (\sum(Xi-A)^r)/(n-1)$ donde r = 2 y A es la media aritmética calculada para la muestra, corresponde a:
a) El coeficiente de curtosis.
b) La varianza de la muestra.
c) La desviación estándar de la muestra.
d) El coeficiente de variación de la muestra.

16. Si un conjunto de datos es tal que la moda es menor que la mediana y esta a su vez es menor que la media aritmética, entonces se puede decir que la curva correspondiente a la distribución es:
a) Simétrica.
b) Leptocúrtica.

c) Asimétrica positiva.
d) Asimétrica negativa.

17. El _____ es un valor típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores tienden a situarse en el centro del conjunto de datos ordenados según su magnitud también se conocen como medidas de tendencia central.

a) Promedio.
b) Modo.
c) Sesgo.
d) Estadístico.

18. Si el coeficiente de asimetría de Fisher es negativo entonces cuál de las siguientes relaciones de orden es la correcta:

a) Mo < Me < X □
b) Me < X □ < Mo
c) X □ < Me < Mo
d) X □ < Mo < Me

19. Si la curva de una distribución es leptocúrtica entonces esta:

a) No tiene pico.
b) No es ni muy puntiaguda ni muy achatada.
c) Presenta un pico alto.
d) Presenta un pico ligero.

20. Si la medida de curtosis de una distribución de frecuencias es de 2,30 y la desviación típica es 0,10, ¿cuánto vale el momento de cuarto orden?

a) 0,023
b) 0,0023
c) 0,00023
d) Ninguna de las anteriores

21. Si el momento de tercer orden de una distribución de frecuencias es de 1,25 y el coeficiente de Fisher es de 0,61, ¿cuánto vale la varianza de la distribución?

a) 0,161
b) 1,61
c) 16,1
d) Ninguna de las anteriores

22. Si para un conjunto de datos la desviación estándar es un cuarto de la media aritmética, entonces dicho conjunto de datos es:

a) Muy heterogéneo.
b) Heterogéneo.
c) Homogéneo.

d) Muy homogéneo.

23. Si para un conjunto de datos tanto la desviación estándar como la moda son la mitad de la media aritmética, entonces la curva de la correspondiente distribución es:

a) Asimétrica positiva.
b) Asimétrica negativa.
c) Simétrica.
d) No se puede determinar con la información dada.

24. Una de las propiedades de la varianza es:

a) Siempre es una cantidad positiva.
b) La varianza de una constante es uno.
c) Es una medida indispensable en la interpretación.
d) Su constante por cero es igual a uno.

25. Sobre la media aritmética señale el enunciado falso:

a) Es una medida que toma en consideración todos los valores de la distribución.
b) El valor de la media aritmética puede no coincidir con los valores de la variable.
c) La media aritmética de una constante es igual a la constante.
d) La media aritmética no se puede calcular con datos extremos.

26. La suma algebraica de las desviaciones de un conjunto con respecto a su media aritmética es:

a) cero
b) uno
c) no se puede determinar
d) la información es insuficiente para determinar el valor

27. En un conjunto de 10 observaciones la media es 20 y la mediana es 15. Existen 4 valores que son 8, y el resto son diferentes. ¿Cuál es la moda?

a) 15
b) 8
c) 6
d) 20

28. Cuando nos referimos a una curva que tiene una cola hacia el extremo derecho, podemos decir que es:

a) Simétrica.
b) Sesgada a la izquierda.
c) negativamente sesgada.
d) Ninguno de los anteriores

29. El valor de la media aritmética:
    a) es único
    b) puede ser un valor fuera del rango de los datos
    c) siempre es mayor que la moda.
    d) no permite cálculos algebraicos.

30. El valor de la mediana depende:
    a) de los valores que toma la variable.
    b) del valor de la media aritmética.
    c) del orden de los valores que toma la variable.
    d) Todas las anteriores.

Desarrollo breve. Valor 10 puntos:

Una gran compañía llevó a cabo un estudio para analizar la variable edad de un egresado universitario dos años después de haberse graduado como profesional en Psicológica. Realice un análisis de los resultados obtenidos que se presentan a continuación:

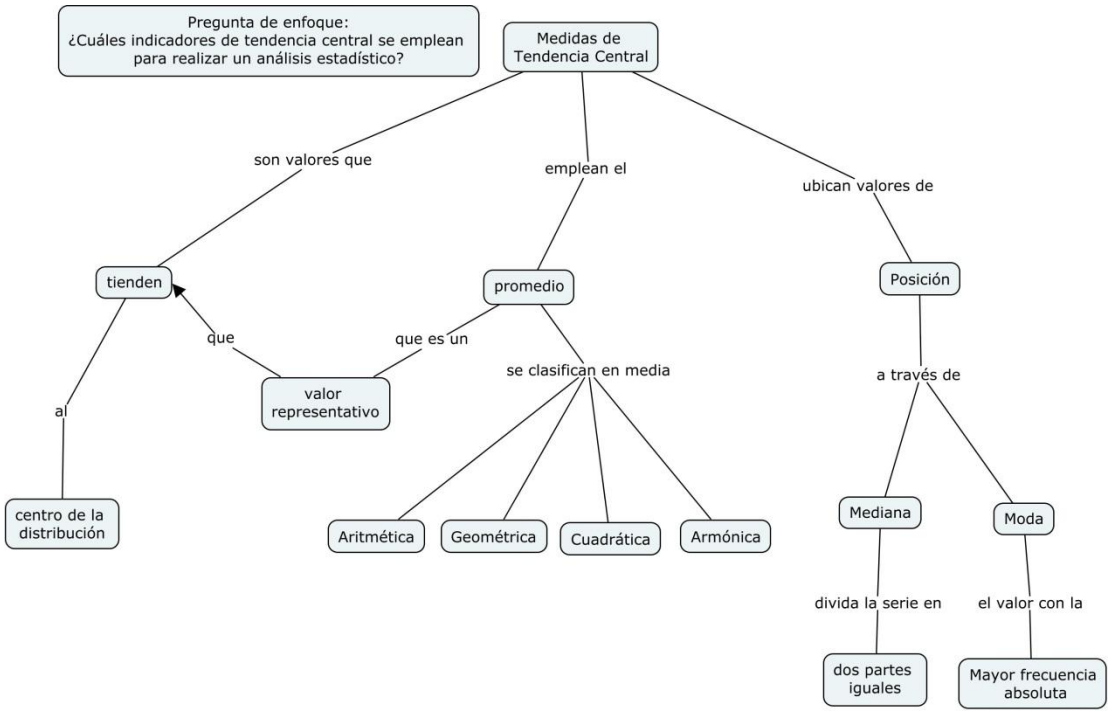
Variable	N	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Edad	35	25,686	1,659	6,46	23,000	24,000	26,000	27,000

Máximo	Rango	Modo	Sesgo	Curtosis
29,00	6,00	26	0,45	-0,48

Anexo B

Mapa Esqueleto

Mapa Esqueleto proporcionado por el docente sobre Medidas de Tendencia Central.



Anexo C

Resultados SPSS

Estadísticos de grupo

	grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Pretest	experimental	56	5,4464	4,63159	,61892
	control	54	4,4259	4,18714	,56980
Postest	experimental	56	18,4643	5,79644	,77458
	control	54	14,9444	6,54856	,89115

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
									95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
Pretest	Se han asumido varianzas iguales	,253	,616	1,211	108	,229	1,02050	,84282	-,65012	2,69112
	No se han asumido varianzas iguales			1,213	107,559	,228	1,02050	,84127	-,64712	2,68812
Postest	Se han asumido varianzas iguales	,445	,506	2,988	108	,003	3,51984	1,17810	1,18464	5,85504
	No se han asumido varianzas iguales			2,981	105,375	,004	3,51984	1,18073	1,17877	5,86091

Prueba T muestra relacionadas

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Intervalo de confianza para la diferencia				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	preexperim - posrtexperim	-13,0178	5,57100	,74446	-14,50978	-11,52593	-17,486	55	,000
Par 2	precontrol - postcontrol	-10,5185	7,22350	,98299	-12,49015	-8,54688	-10,700	53	,000

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Diferencia	Pretest	Postest	preexperim	posrtexperim	precontrol	postcontrol
N		110	110	110	56	56	54	54
Parámetros normales[a,b]	Media	11,7909	4,9455	16,7364	5,4464	18,4643	4,4259	14,9444
	Desviación típica	6,52742	4,42851	6,39764	4,63159	5,79644	4,18714	6,54856
Diferencias más extremas	Absoluta	,078	,175	,076	,185	,086	,170	,076
	Positiva	,059	,175	,051	,185	,080	,170	,076
	Negativa	-,078	-,132	-,076	-,133	-,086	-,145	-,063
Z de Kolmogorov-Smirnov		,823	1,840	,802	1,381	,645	1,250	,557
Sig. asintót. (bilateral)		,507	,002	,540	,054	,800	,088	,915

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Análisis de Varianza Univariante

Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
grupo	1,00	experimental	56
	2,00	control	54

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: Diferencia

grupo	Media	Desviación típica	N
experimental	13,0179	5,57100	56
control	10,5185	7,22350	54
Total	11,7909	6,52742	110

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error[a]

Variable dependiente:Diferencia

F	gl1	gl2	Sig.
3,646	1	108	,059

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + grupo

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diferencia

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad Parámetro	Potencia observada[b]
Modelo corregido	171,727[a]	1	171,727	4,147	,044	,037	4,147	,523
Intersección	15228,891	1	15228,891	367,744	,000	,773	367,744	1,000
grupo	171,727	1	171,727	4,147	,044	,037	4,147	,523
Error	4472,464	108	41,412					
Total	19937,000	110						
Total corregida	4644,191	109						

a. R cuadrado = ,037 (R cuadrado corregida = ,028)

b. Calculado con alfa = ,05