

Estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios para mejorar la conceptualización matemática en estudiantes universitarios

Didactic strategies based on quaternary ideograms to improve the mathematical conceptualization in university students

Raúl N. Martínez Zocon¹, José T. Esquivel Grados²

¹ Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

² Facultad de Humanidades, Universidad Católica de Trujillo.

*Autor correspondiente: rmartinez@unitru.edu.pe (R. Martínez)

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue identificar la eficacia de la aplicación de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios en el desarrollo de la conceptualización matemática en estudiantes de la carrera profesional de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo. La investigación de tipo aplicada tuvo una duración de 10 semanas y usó un diseño cuasiexperimental con grupo experimental (40 estudiantes) y de control (40 estudiantes) con pre y postest. En una muestra adecuada y representativa, se recogieron datos sobre la conceptualización matemática con dos test de aprovechamiento validado por expertos y analizados su confiabilidad con la técnica de mitades partidas. En el caso del análisis de datos, se usaron elementos de la Estadística Descriptiva (medidas de centralidad y medidas de dispersión) y la prueba t de Student para la contrastación de las hipótesis estadísticas de diferencia de medias y ver el impacto de las estrategias didácticas basadas en la técnica de los ideogramas cuaternarios, pero su implementación se sistematizó a partir de estrategias socializadoras (diversas dinámicas grupales) y estrategias constructivas. Entre los resultados más importantes se encontró que el uso de estrategias didácticas basadas en la técnica de los ideogramas cuaternarios en el proceso formativo en estudiantes universitarios mejora significativamente la conceptualización matemática, según se determinó al comprobar la hipótesis de investigación haciendo uso de la prueba t de student y un nivel de significación de 0,05.

Palabras clave: Estrategias didácticas; ideogramas cuaternarios; conceptualización matemática.

ABSTRACT

The aim of this research was to identify the effectiveness of the application of didactic strategies based on quaternary ideograms in the development of the mathematical conceptualization in students of the professional career of Informatics of the Faculty of Physical and Mathematical Sciences of the National University of Trujillo. The applied research lasted 10 weeks and used a quasi experimental design with experimental group (40 students) and control (40 students) with pre and posttest. In a suitable and representative sample, data on the mathematical conceptualization were collected with two validation tests validated by experts and analyzed their reliability with the technique of split halves. In the case of data analysis, elements of Descriptive Statistics (centrality measures and dispersion measures) and Student's t test were used to test the statistical assumptions of difference in means and to see the impact of didactic strategies based In the technique of quaternary ideograms, but its implementation was systematized through socializing strategies (various group dynamics) and constructive strategies. Among the most important results it was found that the use of didactic strategies based on the technique of quaternary ideograms in the training process in university students significantly improves the mathematical conceptualization, as determined by checking the research hypothesis using the t test of Student and a significance level of 0.05.

Keywords: Didactic strategies; quaternary ideograms; mathematical conceptualization.

1. INTRODUCCIÓN

En el diario La República, del 21 de enero del 2004 apareció un artículo titulado: “Las mejores universidades del mundo y las universidades peruanas” escrito por Burga (2004), rector de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en el cual se hacía referencia al ranking publicado por el prestigioso “Instituto of

Higher Education” de la Shanghai Jiao Tong University. El estudio se realizó con una gran muestra de universidades y fue divulgada bajo la denominación “Academic Ranking of World Universities-2003”. De las 10 mejores universidades 8 fueron norteamericanas. La Universidad Autónoma de México (UNAM) aparecía en el puesto 152, la Universidad Federal de Río de Janeiro y la Universidad de Buenos Aires compartían el puesto 351 y la Universidad de Chile ocupó el puesto 401. Ninguna universidad peruana ocupó algún lugar entre las 500 mejores universidades.

Rodríguez (2007) presentó el artículo “Ranking universitario de Shanghai. Versión 2007”. La Universidad de Harvard ocupó el primer lugar, seguida de las universidades de Stanford y Berkeley, en cuarto lugar la Universidad de Cambridge (Inglaterra), seguida por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y California (CalTech), las Universidades de Columbia, Princeton y Chicago, y cerrando el top-ten, la Universidad de Oxford (Inglaterra). En el vigésimo lugar aparece por primera vez una institución no angloparlante, la Universidad de Tokio. Además, 37 de las primeras cincuenta posiciones son ocupadas por universidades de los Estados Unidos de América (EUA) y de la lista de las primeras cien, 54 correspondieron a este mismo país. En este ranking, únicamente cuatro universidades de habla española o portuguesa figuraron en los primeros doscientos lugares. Estas son, la Universidad de San Paulo, en el rango 102-150, y la Universidad de Barcelona, la UNAM y la Universidad Autónoma de Buenos Aires (UBA) en el rango 151-202. A partir del lugar 203 se agregan varias universidades brasileñas (tres estatales: Campinas, Paulista y Minas Gerais y una federal: Río de Janeiro) y españolas (las Autónomas de Madrid y Barcelona, las Universidades de Valencia, Granada, Sevilla y Zaragoza, y la Universidad Politécnica de Valencia) y por último, la Universidad de Chile. Aun reconociendo que el ranking de Shanghai mide principalmente el impacto internacional de las actividades de investigación, subestimando tanto la actividad docente como la proyección social de las universidades. Es de notar que las variables empleadas en el ranking de Shanghai tienden, por la propia naturaleza de sus indicadores, a favorecer a las universidades del mundo anglosajón. Se toman en cuenta seis aspectos: el número de egresados que han obtenido altos reconocimientos académicos (premios Nobel o preseaes similares en las disciplinas no incluidas en ese concurso); el número de académicos galardonados con premio Nobel o equivalente; el número de investigadores reconocidos como líderes en su campo en virtud del número de citas académicas recibidas; el número de artículos publicados en las prestigiosas revistas Science y Nature; el total de artículos indexados en el Science Citation Index Expanded y en el Social Science Citation, así como la proporción de académicos dedicados a tiempo completo en la universidad respectiva. Cada factor se pondera por un peso decidido por el equipo de investigación y la calificación total es ubicada en un lugar o en un rango de posiciones.

Medina (2007) presentó el “Ranking Universitario en el Perú”, que es un estudio piloto elaborado por Luis Piscocoya Hermosa y auspiciado por el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) de la UNESCO y de la Asamblea Nacional de Rectores (ANR). La UNMSM ocupó el primer lugar y la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), el sétimo.

Los resultados de los estudios citados confirman que las universidades peruanas aún no muestran los suficientes indicadores de calidad, lo que naturalmente se debe a múltiples factores. Estos resultados también hacen pensar que el rendimiento académico de los estudiantes universitarios es deficiente, debido a que también es deficiente el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria, ahondándose los resultados en el área de Matemática, tal como se aprecia en las mediciones internacionales efectuadas en los últimos años en las que participó el Perú, tal como lo precisa Vergaray (2004) en su artículo titulado “Perú: análisis del proyecto PISA de Matemática” en el que hace un minucioso análisis de la evaluación PISA del 2000, en la que el Perú ocupó el último lugar en Matemática de un total de 43 países.

De la experiencia del autor y asesor, más lo observado en la experiencia de otros docentes de Matemática, se infiere que uno de los grandes problemas en la enseñanza secundaria y universitaria radica en la deficiente formación de los conceptos matemáticos, base esencial para lograr óptimos aprendizajes de esta importante ciencia. Se da mayor interés a la parte operativa, enfatizando en la solución de ejercicios y eventualmente problemas, y se descuida la formación e interpretación de conceptos, que es un eje clave de la metodología de la Matemática. En parte, pareciera que ahí empieza a gestarse el fracaso en el aprendizaje de la Matemática. Al respecto, Trahtemberg (1997), en su comentario de los resultados de las “Terceras pruebas internacionales de estudios en Matemáticas y Ciencias”, destacó el éxito de Japón y el fracaso de los EUA y revela una serie de cifras importantes: “La relación entre los enunciados “dados listos” por el profesor frente a los enunciados desarrollados y descubiertos por los propios alumnos también es llamativa. En Japón el 15% son “dados” y el 85% “desarrollados”. En EUA el 83%

están “dados” y sólo el 17% “desarrollados” por los alumnos. Además, el 70% del tiempo los estadounidenses lo dedican a explicar cómo hacer las cosas, mientras que en el Japón el 70% se dedica a entender los conceptos”.

La realidad descrita permitió formular el siguiente problema: ¿En qué medida el uso de estrategias didácticas basadas en la técnica de los ideogramas cuaternarios desarrolla la conceptualización matemática en estudiantes de la carrera profesional de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, matriculados en el semestre académico 2007-II?

Tomando como base la pregunta presentada se formuló la hipótesis: Si se usa estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios, entonces se desarrolla significativamente la conceptualización matemática en estudiantes de la carrera profesional de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, matriculados en el semestre académico 2007-II.

Para contrastar la hipótesis se formuló el objetivo general: Determinar la eficacia de la aplicación de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios en el desarrollo de la conceptualización matemática en estudiantes de la carrera profesional de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, matriculados en el semestre académico 2007-II, más los siguientes objetivos específicos: a) Describir los niveles de conceptualización matemática de los estudiantes de la muestra (grupos experimental y de control), antes de efectuarse el tratamiento experimental (aplicación de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios); b) Describir los niveles de conceptualización matemática de los estudiantes de la muestra (grupos experimental y de control), luego de efectuarse el tratamiento experimental (aplicación de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios), y c) Comparar los niveles de desarrollo de la conceptualización matemática alcanzado por los estudiantes de los mismos grupos de la muestra (grupos experimental y de control), antes y después de efectuarse el tratamiento experimental.

Son varias las teorías y técnicas que fundamentan los ideogramas cuaternarios que orientan al estudiante para que sea capaz de aprender a aprender. Las técnicas para aprender a aprender, según Ontoria, Gómez y Molina (2005) se fundamentan en tres perspectivas:

- a) Perspectiva constructivista: En nuestro ámbito, ésta ha sido la tendencia predominante para la identificación del cognitivismo del aprendizaje.
- b) Perspectiva neurológica: Con la inflexión en el proceso de la información, le cerebro se ha tomado como analogía del funcionamiento informático. Pero, sobre todo, ha surgido un movimiento orientado a potenciar el aprendizaje desde el funcionamiento cerebral.
- c) Perspectiva semántica: La influencia chomskiana sobre el lenguaje ha llevado a poner la atención sobre el contenido semántico del lenguaje y, por consiguiente, sobre el proceso de la información teniendo como punto de referencia las estructuras semánticas del conocimiento.

Las representaciones gráficas de las diversas técnicas para aprender a aprender presentan dos funciones importantes: a) servir como instrumento en el proceso de elaboración de las estructuras de conocimiento y b) ser un reflejo externo de las estructuras cognitivas elaboradas por la persona. Estas “...funciones son compatibles e incluso complementarias, pues se podría afirmar que responde a dos momentos del proceso: uno, la manifestación de las ideas o conocimientos previos expresados en representación gráfica; y otro, la reestructuración generada por la relación de nuestras ideas previas con la nueva información, lo que da origen a las nuevas estructuras cognitivas”. (Ontoria, Gómez y Molina, 2005).

Los ideogramas cuaternarios, como técnica para aprender a aprender, desde el punto de vista pedagógico, constituyen estructuras esquematizadas cuyo propósito es organizar términos y proposiciones relativas a la caracterización, comparación, jerarquización y concreción en torno a un determinado concepto central, que permitan la preservación del conocimiento en las estructuras cognitivas. Esta técnica provee atractivas herramientas para organizar el conocimiento en estructuras cognitivas y desarrollar habilidades cognitivas. De este modo, permiten asimilar conocimientos esquematizados en la mente, garantizando su permanencia en periodos más duraderos y que servirán como conocimiento previos para lograr futuros aprendizajes. Están diseñados precisamente para que los estudiantes aprendan a aprender. Estas formas gráficas, están elaboradas a fin de representar la estructura interna de los conceptos. Téngase en consideración “...que toda la experiencia humana concierne a representaciones y no a las cosas por sí mismas”. (Gallego, 1997).

Los ideogramas cuaternarios permiten a los estudiantes a aprehender los conceptos principales de una disciplina científica, caracterizándolos, comparándolos, jerarquizándolos e ilustrándolos mediante aplicaciones y ejemplos. Esta técnica fue diseñada por Esquivel (2007).

En el esquema se distinguen los siguientes elementos: el concepto principal (ubicado en la parte céntrica) y cuatro ejes o aspectos básicos asociados a dicho concepto: caracterización, comparación, jerarquización y concreción, y por cuyo número (cuatro) el ideograma se denomina cuaternario. Cada uno de los elementos del ideograma cumple una función clave en el esquema, cuya descripción se presenta a continuación:

1. **Caracterización.** Permite describir las características, aspectos, atributos o propiedades más significativas del concepto principal, los que le dan identidad. Estas características permiten formar una serie de proposiciones asociadas al concepto motivo de aprendizaje.
Ejemplo: Un cuadrilátero tiene cuatro lados, cuatro vértices, cuatro ángulos, dos diagonales y perímetro.
2. **Comparación.** Permite establecer la similitud o diferencia del concepto principal con otros conceptos. La diferenciación cognoscitiva entre conceptos permite que se formen enlaces y se establezcan nuevas relaciones entre los conceptos dentro de la estructura cognoscitiva.
Ejemplo: Un cuadrilátero como el triángulo es polígono; pero difieren de una circunferencia que no lo es.
3. **Jerarquización.** Permite identificar el concepto supraordinado, que es una clase general que incluye al concepto principal, así como conceptos subordinados del concepto principal, que son aquellos en los cuales este concepto de referencia se divide o clasifica. Este procedimiento permite que nuevos conceptos puedan relacionarse, de forma subordinada (subclases) o supraordinada (superclase) con la estructura cognoscitiva previa del estudiante.
Ejemplo: Un cuadrilátero es un polígono (superclase, concepto supraordinado), pero puede ser un rectángulo o un trapecio (subclases).
4. **Concreción.** Permite mostrar algunos casos aplicativos del concepto principal o ejemplificarlo.
Ejemplo: Un trapecio es cuadrilátero.

Según Esquivel (2007), la elaboración de un ideograma cuaternario se elabora en tres fases:

Fase 1: Formación de proposiciones a partir de la información dada. Se requiere del análisis.

Fase 2: Clasificación de proposiciones y ubicación en una tabla donde se explicitan los aspectos del ideograma.

Fase 3: Representar las proposiciones en un esquema como el de la figura 1, siguiendo los siguientes pasos:

- 1°. Las características del concepto principal ubicarlos en la parte superior de éste, debiendo resaltarse las características que ayuden a definir el concepto por género próximo y diferencia específica;
- 2°. Los conceptos semejantes o diferentes del concepto principal ubicarlos en la parte derecha de éste;
- 3°. Los conceptos general y subclases del concepto principal ubicarlos en la parte inferior del citado concepto, debiendo resaltarse el concepto general que ayude a definir el concepto;
- 4°. Los ejemplos y aplicaciones del concepto principal ubicarlos en la parte izquierda del concepto central.

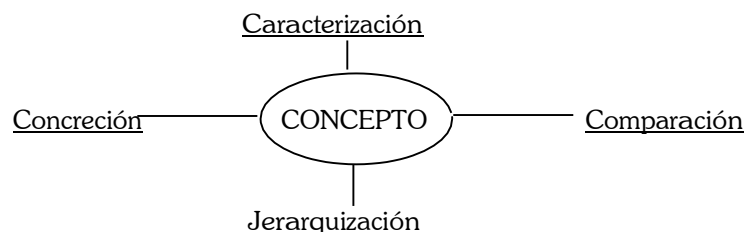


Figura 1. Representación gráfica del ideograma cuaternario

En lo concerniente a la variable formación de conceptos, es necesario precisar la palabra concepto. Según Pérez (2008), "...es un contenido intelectual que encierra atributos de criterio comunes que hacen referencia a cosas, situaciones, acciones, etc., y que se designa habitualmente con un símbolo". De

esta definición de concepto, el citado autor deja notar diversos aspectos: Se trata de algo inherente al intelecto, poseedor de una estructura unitaria y relacional; los atributos son los que lo configuran y definen, pues se trata de atributos comunes y substanciales de tales objetos; y que suelen ir unidos a símbolos que los representan y que sirven como medio de referencia. Lo precisado lleva a pensar en dos objetivos motivo de estudio; por un lado, en la consistencia del concepto en el intelecto y, por el otro, el modo de originarse. En tanto que Sierra (1994), considera que el concepto "...es el nuevo ser intelectual resultado inmediato y primero de la actividad cognoscitiva". Los conceptos, según se deduce del citado autor, son las formas más simples del conocimiento, son los elementos esenciales, fundamentales del conocimiento científico, pues se constituyen en los materiales básicos para poder adquirir cualquier otro tipo de conocimiento científico. Recurriendo a la analogía, Solís (2007) explica y define la palabra concepto: "Los conceptos son los materiales de construcción de la ciencia y, por eso, se les llama también "constructos", que se elaboran o reelaboran para expresar lo que el científico encuentra como términos más adecuados para expresar contenidos relacionales...Cuando esas características y relaciones han sido aprehendidas por las referencias del pensamiento, que son intencionalidades no intuitivas y lógicas, dirigidas mentalmente por el sujeto al objeto, se tiene significaciones, o lo que es lo mismo, el concepto".

La concepción de Piaget contribuyó notablemente en el tema de la formación de conceptos. Al respecto, Pérez (2008) hace notar que lo primero a destacar es la mayor complejidad en las características del aprendizaje, que ha de influenciar necesariamente en las peculiaridades de los conceptos.

Las operaciones mentales necesarias para la formación de conceptos, según Pérez (2008), son las siguientes:

Abstracción. La capacidad de diferenciar lo común de varios objetos y considerarlo como sus atributos resulta ser una operación intelectual esencial para la conceptualización. Esta operación requiere de las capacidades de discriminar y generalizar, las mismas que van adquiriendo horizontes más complejos a medida que avanzan las etapas de desarrollo intelectual, lo que redundará en la evolución del concepto.

Precisión y diferenciación. El proceso de abstracción, base de la conceptualización, se va afinando en la medida que el sujeto va alcanzando mayor precisión y diferenciación. Éstas permiten calificar más adecuadamente lo que es propio o impropio de un objeto, y purificar los conceptos de inconveniente, o agregar lo que ciertamente le compete.

Asimilación. Cuando maduran los conceptos cobra importancia su adecuada incorporación en las estructuras cognitivas del sujeto. Su posibilidad está asociada con el establecimiento de relaciones fundamentales con las ideas preexistentes. En este sentido, los conceptos serán más claros y disponibles según se relacionen mediante la inclusión con elementos supraordenados de acuerdo a los lineamientos de la teoría de David Ausubel; vale decir, que los nuevos conceptos tomen conexiones con los que son más inclusivos y generales.

Conciencia de las operaciones necesarias. La abstracción que posee la inteligencia formal permite al sujeto reflexionar sobre la actividad intelectual e ir tomando conciencia de las operaciones necesarias para lograr nuevos conceptos. A partir de esta operación, puede formar un concepto de cualquier clase de modo autodirigido y autocrítico, adquiriendo la capacidad de aprender por sí mismo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Objeto de estudio

La población del estudio estuvo constituida por estudiantes de la carrera de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la UNT, que registraron matrícula en semestre académico 2007-II en los diversos ciclos pares, del segundo al décimo. El tamaño de la muestra fue determinado con la fórmula respectiva y se obtuvo: $n=28$ teniendo en consideración un nivel de confianza de 95%, que fue el número mínimo de estudiantes para contar con una muestra adecuada; pero se optó por tomar el total de estudiantes de cada sección que formaron el grupo experimental (40) y el de control (40). Los estudiantes se seleccionaron recurriendo a dos técnicas de muestreo aleatorio: estratificado (cada ciclo formó un estrato), por conglomerados (cada sección formó un racimo, considerando que se contaba con grupos previamente constituidos) y aleatorio simple, para designar el rol de cada grupo. En un primer momento se seleccionó el ciclo, saliendo elegido el segundo; luego, al azar fue determinada la sección que hizo de grupo experimental. De esta manera, la muestra fue representativa y adecuada.

Para contrastar las hipótesis de investigación se usó el diseño cuasi experimental con grupo de control con pre y postest. Para Sánchez y Reyes (1998), este diseño consiste en que se dispone de dos grupos en los que se debe evaluar la variable dependiente, luego a uno de ellos se aplica el tratamiento experimental y el otro sigue con las tareas o actividades rutinarias, para finalmente volver a evaluarlos. Por su parte Buendía, Colás y Hernández (1998) expresan que para minimizar las diferencias que pueden existir entre el grupo experimental y el grupo de control, se pueden asignar al azar ambos grupos. Estos grupos equivalentes fueron seleccionados en mérito al uso del método de “elección de grupos de igual media y de igual desviación típica, para el o los criterios considerados” (De Landsheere, 1985).

Los indicadores para la variable independiente son: Caracterización del concepto, comparación del concepto, jerarquización del concepto y concreción del concepto. La base de la estrategia es la técnica de los ideogramas cuaternarios, pero su implementación se sistematiza a partir de estrategias didácticas socializadoras (diversas dinámicas grupales) y estrategias didácticas constructivas. En el caso de la variable dependiente, las dimensiones son abstracción, precisión, diferenciación y asimilación del objeto matemático y conciencia de las operaciones matemáticas/ mentales necesarias.

Instrumentos de recolección de información

Se recurrió al test de aprovechamiento para obtener información referente a la conceptualización matemática, antes y después del tratamiento. Se procuró que el pre y el postest fueran similares en contenido, extensión y grado de dificultad, cuya validación la efectuaron cinco expertos.

Para la confiabilidad, los instrumentos se aplicaron a los estudiantes de IV ciclo, a 20 un instrumento y los otros 20 el otro instrumento. En el caso de la confiabilidad se recurrió a la técnica de mitades partidas, obteniéndose en ambos instrumentos valores del coeficiente r de Pearson iguales a 0.75 y 0.78 respectivamente, los que indicaron una correlación fuerte, y se traduce en una confiabilidad aceptable.

Asimismo, se trató que en los estudiantes no haya efecto alguno por la sensibilización del pretest, ya que fue diseñado tratando que guarde similitud con los exámenes de Matemática que se aplicaban de ordinario durante el semestre académico. El pre y postest fueron dos pruebas referentes al tema de estructuras algebraicas: grupoides, semigrupos, grupos, anillos y cuerpos. Fueron diseñados teniendo en cuenta los indicadores de la variable: formación de conceptos matemáticos (algebraicos).

La técnica de tabulación permitió resumir los datos en tablas estadísticas. En tanto que las técnicas gráficas de barras y lineales, permitieron ilustrar los datos procesados en las tablas estadísticas. Las medidas estadísticas de resumen de centralidad (media, moda y mediana) y dispersión (desviación estándar, varianza y coeficiente de variación) permitieron efectuar la descripción y comparaciones de los resultados obtenidos en ambos grupos: experimental y de control. En tanto que recurriendo a la estadística inductiva se puede utilizar los resultados de la estadística descriptiva respecto de la conceptualización matemática y apoyado en el cálculo de probabilidades se puede obtener conclusiones sobre la población a partir de los resultados obtenidos de una muestra (grupo experimental).

Un contraste de hipótesis es un procedimiento estadístico que fue posible cuando se recogieron los datos sobre la conceptualización matemática de la muestra y se cotejaron con una afirmación referida a un parámetro poblacional (media aritmética). Para el caso del contraste de hipótesis en el estudio se usó la prueba paramétrica de diferencias de medias, la prueba t de Student. Se tomó cuidado en lo referente a que los resultados deben ser estadísticamente significativos. Previamente a la aplicación de la prueba t se recurrió a las pruebas de normalidad, encontrándose que las series de notas se ajustan a la exigencia requerida.

Métodos y técnicas

El método universal en el presente estudio fue el inductivo, un método propio de las ciencias sociales. Este método científico elabora conclusiones generales a partir de enunciados observacionales particulares (la conceptualización) y parte de los casos particulares hasta llegar a lo general. Asimismo, se usó el método hipotético-deductivo que tiene cuatro pasos: 1) observación del fenómeno a estudiar, 2) creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, 3) deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y 4) verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Los pasos 1 y 4 requieren de la experiencia, es decir, es un proceso empírico; en tanto que los pasos 2 y 3 son racionales.

Por esto se puede afirmar que el método sigue un proceso inductivo (en la observación) y deductivo

(en el planteamiento de hipótesis y en sus deducciones) y vuelve a la inducción para la respectiva comprobación. Otros métodos que han servido de base en la investigación son el experimental, el analítico y el sintético.

El uso del método experimental permitió abordar lo concerniente en la planificación, organización, ejecución (realización del tratamiento), así como la evaluación. Para el estudio de los datos provenientes de la variable dependiente: la conceptualización matemática, se recurrió al método analítico y el sintético. Según Bernal (2009), el método analítico es un "...proceso cognoscitivo [que] consiste en descomponer un objeto de estudio [los conceptos matemáticos], separando cada una de sus partes del todo para separarlas en forma individual"; es decir el método permitió la desmembración de los datos recogidos y/o procesados, descomponiéndolos en sus partes o elementos para observar las relaciones, los efectos. El uso del referido método permitió conocer mucho más del objeto de estudio, con lo cual se pudo seguidamente: explicar, realizar semejanzas, entender mejor el procedimiento y llegar incluso a establecer nuevas teorías. El método sintético, "integra los componentes dispersos de un objeto de estudio [los conceptos matemáticos] para estudiarlos en su totalidad" (ídem), que en el caso de la investigación permitió integrar los resultados dispersos para tener un resultado general asociado a la confirmación de la hipótesis.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1: Notas del pre y postest sobre conceptualización matemática de estudiantes de la muestra.

NIVEL	NOTAS	GRUPO DE CONTROL (GC)		GRUPO EXPERIMENTAL (GE)	
		PRETEST	POSTEST	PRE-	POS-
Bajo	06	2,5%	2,5%	2,5%	0,0%
	07	7,5%	5,0%	5,0%	0,0%
	08	12,5%	10,0%	12,5%	0,0%
	09	15,0%	20,0%	17,5%	2,5%
	10	27,5%	25,0%	25,0%	5,0%
Medio	11	17,5%	17,5%	20,0%	10,0%
	12	10,0%	10,0%	10,0%	17,5%
	13	7,5%	7,5%	5,0%	30,0%
	14	0,0%	2,5%	2,5%	20,0%
Alto	15	0,0%	0,0%	0,0%	7,5%
	16	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%
	17	0,0%	0,0%	0,0%	2,5%
Total		100%	100%	100%	100%

En la tabla 1 se presenta la distribución de frecuencias de las notas sobre conceptualización matemática del pretest del GC y el GE. La nota mínima en la escala vigesimal fue igual a 06 en ambos grupos y la nota máxima, igual a 13 y 14 en el GC y GE, respectivamente. En ambas series de notas no se observan valores atípicos altos ni bajos, los que no afectan los cálculos de los estadígrafos, especialmente la media aritmética y desviación estándar. Más de la mitad de estudiantes de ambos grupos obtuvieron notas desaprobatorias, lo que indica que la mayoría de los estudiantes no presentó un desarrollo adecuado de la conceptualización matemática. En tanto que la diferencia de la amplitud de los datos de ambas series es 7 y 8 para los GC y GE, respectivamente.

La nota mínima del postest en el GC fue igual a 06 y la nota máxima 14 y la serie de notas de este grupo no están sesgadas; en tanto que las notas del postest del GE presenta un puntaje mínimo de 9 y un máximo de 17, no presentan sesgo y son simétricos. En ambas series de notas correspondientes al GC y GE no se registran valores atípicos altos ni bajos, los mismos que no afectan los cálculos de los estadígrafos, fundamentalmente la media aritmética y desviación estándar. Más de la mitad de estudiantes del GC obtuvo notas desaprobatorias, lo que indica que la mayoría de los estudiantes no presenta un desarrollo adecuado de la conceptualización matemática y guarda similitud con las notas del pretest, pues el grupo no ha sido objeto de experimentación y la amplitud es similar. En tanto que la diferencia de la amplitud de las notas del GE es similar a la obtenida en el pretest.

Tabla 2 Estadígrafos de las notas sobre conceptualización matemática de los estudiantes de la muestra

ESTADÍGRAFOS	PRETEST		POSTEST	
	GC	GE	GC	GE
Media aritmética	9,825	9,975	10,05	12,98
Moda	10,00	10,00	10,00	13,00
Mediana	10,00	10,00	10,00	13,00
Desviación estándar	1,752	1,747	1,782	1,687
Varianza	3,069	3,052	3,176	2,846
Coefficiente de variación	0,178	0,175	0,177	0,130

En la tabla 2 se observan que los estadígrafos de las medidas de centralidad media, moda y mediana de los puntajes del pretest se observa una similitud considerable, del mismo modo que en la desviación estándar, indican una notable similitud de ambos grupos en lo referente a la conceptualización matemática. Es decir, ambos grupos se encontraron en un nivel similar de desarrollo de la conceptualización previo al tratamiento experimental, siendo los promedios desaprobatorios en el GC y similares a los obtenidos después del tratamiento en el mismo grupo. El caso es distinto, en el caso del GE que obtuvo promedios (media, moda y mediana) aprobatorios después del experimento, lo que indica una mejora significativa. Específicamente, en el caso de la media, alcanzó 12,98 puntos, mayor en aproximadamente tres puntos respecto del mismo promedio del pretest en el mismo grupo que fue igual a 10,05. Este incremento, al igual que los de la moda y mediana, hace notar la eficacia del tratamiento en el GE.

La mediana de las notas del pretest en ambos grupos es igual a 10, manteniéndose dicha medida de resumen en el GC en las notas obtenidas al aplicar el postest. Esto significa que al menos el 50% de los estudiantes tienen notas menores o iguales que 10. Por otro lado, la mediana de las notas del postest del GC es igual a 13, puntaje que indica que al menos el 50% de los estudiantes de este grupo obtuvieron notas mayores o iguales que 13.

Las desviaciones estándar de los puntajes de los pretests como de los postest oscilan entre 1,6 y 1,8 puntos, lo que indica que existe escasa dispersión de las notas en relación de sus respectivas medias aritméticas. En tanto que los coeficientes de variación de los pretests como de los postest se ubican entre 0,130 y 0,178, valores que son inferiores al 0,33, por lo que las cuatro series de notas son homogéneas. Pero el caso del GE el coeficiente indica que el tratamiento no sólo permitió mejorar la conceptualización sino generó un grupo más homogéneo.

Tabla 3. Pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las notas sobre conceptualización matemática de estudiantes de la muestra

COMPARACIÓN DE PROMEDIOS		TOBTE- NIDO	TCRÍTICO	DECISIÓN HO	P: A
Pretest GE	Pretest GC	1,000	1,980	Se acepta	$p > 0,05$
Pretest GC	Postest GC	1,955	1,980	Se acepta	$p > 0,05$
Pretest GE	Postest GE	59,245	1,980	Se rechaza	$p < 0,05$
Postest GE	Postest GC	52,869	1,980	Se rechaza	$p < 0,05$

Fuente: Puntajes de las tablas 1 y 2.

En la tabla 3 se presentan las pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las notas sobre conceptualización matemática obtenidas al aplicar el pretest a los GE y GC. Se formuló la hipótesis nula H_0 que afirma que no existe diferencia significativa entre tales promedios, frente a la hipótesis de investigación H_1 que indica lo contrario. Para la contrastación de las hipótesis se usó la prueba t de student. Teniendo en cuenta un nivel de significación de 0,05 y 78 grados de libertad se obtuvo un valor tcrítico= 1,980, mayor que el valor tcalculado= 1,000, por lo que se procedió a aceptar la hipótesis nula H_0 . Es decir, el GE y GC son semejantes en términos de la conceptualización matemática antes del tratamiento.

Asimismo, se presentan las pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre

los promedios de las notas obtenidas al aplicar el pretest y postest del GC respecto de la conceptualización matemática. Se formuló la hipótesis nula H_0 que afirma que no existe diferencia significativa entre tales promedios; mientras que la hipótesis de investigación H_1 afirma lo contrario. Para la contrastación de las hipótesis se usó la prueba t de student. Teniendo en cuenta un nivel de significación de 0,05 y 78 grados de libertad se obtuvo un valor $t_{crítico} = 1,980$, menor que el valor $t_{calculado} = 1,955$, por lo que se aceptó la hipótesis nula. Es decir, el rendimiento en conceptualización matemática antes y después del tratamiento no ha sufrido variación en el GC.

Del mismo modo, se presentan las pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las notas obtenidas al aplicar el pre y postest del GE respecto de la conceptualización matemática. Se formuló la hipótesis nula H_0 que afirma que no existe diferencia significativa entre tales promedios; mientras que la hipótesis de investigación H_1 que afirma que el promedio del postest es mayor que el promedio del pretest. Para la contrastación de las hipótesis se usó la prueba t de student. Teniendo en cuenta un nivel de significación de 0,05 y 78 grados de libertad se obtuvo un valor tabular $t_{crítico} = 1,980$, menor que el valor $t_{calculado} = 59,245$, por lo que se procedió a rechazar la hipótesis nula. Es decir, el mejor nivel en la conceptualización matemática en los estudiantes del GE se debió al tratamiento que se aplicó en este grupo.

También se presentan las pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre los promedios de las notas sobre conceptualización matemática obtenidas al aplicar el postest al GE y GC, luego del tratamiento. Se formuló la hipótesis nula H_0 que afirma que no existe diferencia significativa entre tales promedios, frente a la hipótesis de investigación H_1 que indica lo contrario. Para la contrastación de las hipótesis se usó la prueba t de student. Teniendo en cuenta un nivel de significación de 0,05 y 78 grados de libertad se obtuvo un valor $t_{crítico} = 1,980$, mayor que el valor $t_{calculado} = 52,869$, por lo que se procedió a rechazar la hipótesis nula H_0 . Es decir, ambos grupos son diferentes en términos de los promedios sobre la conceptualización matemática luego del experimento. Esto indica la eficacia del tratamiento experimental.

Los resultados obtenidos de las mediciones de la variable dependiente (conceptualización matemática), antes y después de tratamiento experimental (uso de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios), arrojan una información amplia que permite confirmar el objetivo general que orientó la investigación.

Alcanzar el propósito general del estudio, implica ver resultados en la mejora en la variable criterio o dependiente relacionada a la conceptualización matemática, entendida como un proceso básico y esencial de construcción cognitiva; pues, basta tener en cuenta a Sierra (1994), quien considera que el concepto "...es el nuevo ser intelectual resultado inmediato y primero de la actividad cognoscitiva", del mismo modo que Argüelles y Nagles (2006), indican con claridad el rol de la conceptualización en procesos de mayor complejidad, cuando afirman que "la síntesis es el proceso de construcción cognitiva más completo y la conclusión de los procesos anteriores de conceptualización, comprensión y análisis...".

Los resultados en la variable respuesta, la conceptualización matemática, que fueron obtenidos por los estudiantes del GE, permiten asimismo afirmar que se confirmó la hipótesis general que indica que el uso de las estrategias didácticas basadas en la técnica del ideograma cuaternario influye significativamente en el desarrollo de la conceptualización matemática. Como corresponde precisar, para contrastar esta hipótesis, se formularon hipótesis estadísticas de investigación que afirmaban que existía diferencia estadística significativa entre las medias respecto de la variable efecto obtenidos del pretest y postest del GE, así como también existía diferencia significativa entre los promedios en dicha variable del postest del GE con el promedio del postest del GC, confirmándose en ambos casos. No encontrándose diferencias al comparar los promedios del pretest de ambos grupos, lo que indica que en términos de la conceptualización matemática al inicio del tratamiento experimental el GC fue semejante al GE. Tampoco existieron diferencias en los medias del pre y postest del grupo de control o testigo. Las diferencias significativas entre los medias se encontraron como resultado de comparar los valores obtenidos y tabulares obtenidos al usar la prueba paramétrica t de student y un nivel de significación de 0,05. Este valor indica que se rechazó diversas hipótesis nulas planteadas, teniendo en cuenta un nivel de confianza de 95%, y se aceptaron las hipótesis de investigación que indicaban que existía diferencia significativa entre los promedios.

De los resultados obtenidos en las pruebas de hipótesis, se infiere que la mejora de la variable respuesta, la conceptualización matemática, es el efecto del tratamiento experimental, consistente en el uso de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios. Optar por una necesaria mejora de la variable

dependiente se orientó desde opiniones como la de Kursanov (1966), quien hace notar que: “La importancia cognoscitiva de los conceptos científicos consiste también en que son los puntos nodales del conocimiento, que se manifiestan como expresión concentrada de la práctica humana...”. Las estrategias basadas en los ideogramas cuaternarios, se diseñaron considerando los niveles de desarrollo intelectual del estudiante que se encuentra en el periodo de las operaciones formales –según lo estipulado en la teoría Psicogenética de Piaget, así como también el grado de abstracción de los contenidos matemáticos abordados en la investigación. Sobre el tema Gutiérrez (1984), manifiesta que “Piaget afirma que no todas las estructuras están presentes en todos los niveles de desarrollo intelectual del individuo sino que se van construyendo progresivamente, dependientes de las posibilidades operativas de los sujetos”. Asimismo, la estrategia didáctica basada en los ideogramas cuaternarios permite al estudiante ser el mismo artífice de la asimilación de los conceptos, lo que concuerda con Jimeno y Pérez (2005), quienes afirman que “el modelo de procesamiento de la información considera al ser humano como un procesador de información, cuya actividad fundamental es recibir información, elaborarla y actuar de acuerdo con ella...”. Siguiendo la secuencia en el diseño de los ideogramas, en un primer momento de la elaboración se requirió de habilidades analíticas, lógicas y verbales, propias del hemisferio izquierdo; luego siguió el diseño del esquema, donde entró a tallar el hemisferio derecho que recibió la información del otro hemisferio, la sintetizó integrando las partes y las organizó en un todo: el ideograma cuaternario, lo que corrobora en alguna medida la teoría de la dominancia cerebral. Asimismo, los ideogramas cuaternarios se diseñaron combinando formas verbales con estímulos visuales, según los lineamientos de la teoría de la dominación cerebral, puesto que las actividades tendientes a elaborar los ideogramas exigen la participación de ambos hemisferios cerebrales que difieren en funciones, tal como Maldonado (2001) manifiesta: “Las actividades que ocurren en cada uno de los hemisferios cerebrales son diferentes pero complementarias: uno es analítico y el otro sintético”.

El aprendizaje de conceptos está relacionado directamente con la capacidad de asociación, la misma que se puso en evidencia en la medición del postest, pues la comprensión de ciertos temas requiere de otros menos complejos, como lo es anillo de integridad respecto de grupoide. La asociación en el proceso de conceptualización matemática resulta un procedimiento básico y necesario, tal como lo indica Gagné (1979) “es la forma más sencilla de las capacidades aprendidas, y que constituye el fundamento de otros tipos más complejos de esas mismas capacidades”. Como se puede destacar, el aprendizaje de conceptos implica atender un proceso de construcción cognitiva muy importante: la conceptualización. Pues si ésta es deficiente, la consecuencia será deficiente comprensión, síntesis, etc.

La formación y manejo de conceptos, en particular matemáticos, se convierten en exigencias clave que generan cambios en el pensamiento del estudiante y se constituyen en la base para proseguir en el proceso de construcción cognitiva, tal como lo asevera Pérez (2008: 196), “...los cambios cualitativos del pensamiento que conllevan, nos daremos cuenta de la mayor complejidad y variedad que adquiere un concepto.” De los resultados obtenidos como consecuencia del tratamiento experimental y de las opiniones de diversos autores previamente vertidas, se puede decir que concuerdan con el que en 1991 presentó Rodríguez (2007) en su tesis “Enfoque sistémico en la dirección de la asimilación de los conceptos básicos de la disciplina de Matemática Superior”, donde destacó la importancia de la asimilación de los conceptos matemáticos para el aseguramiento de los aprendizajes sucesivos de Matemática.

Asimismo, los resultados concuerdan con los presentados por Delgado (1995) en su investigación “Un sistema de habilidades generales para la enseñanza de la Matemática”, en la que destacó la concepción didáctica orientada al desarrollo de una enseñanza sistémica y problémica en torno a la formación de los procedimientos generales para asegurar la flexibilidad del pensamiento y la solidez del poder matemático del estudiante. Téngase en cuenta que uno de los procedimientos generales más importantes y básicos es la formación de conceptos. Y se obtuvo una adquisición, retención y transferencia del conocimiento significativo, traducido en mejores resultados de las mediciones obtenidas antes y después del experimento, lo que se confirma los lineamientos de la teoría de la elaboración desarrollada por Reigeluth y Merrill (1980). La mejora en la conceptualización hace notar que funcionó el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, destacando el modelo simbólico que indica que se aprende comprendiendo y representando conceptos abstractos. Del mismo modo, los resultados del presente estudio guardan cierta relación con los resultados presentados por Esquivel en su tesis de doctorado “Enfoque didáctico desde una perspectiva heurístico constructivista para el desarrollo de habilidades matemáticas” en el año 2006. El autor de la tesis hace notar que según el paradigma vigente es inconcebible que el estudiante comprenda los conceptos matemáticos dados, sino más bien se debe desarrollar las habilidades que permitan aprender por sí mismo tales conceptos. El tratamiento orientado según un enfoque didáctico desde una

perspectiva heurístico constructivista, que guarda cierta relación con la naturaleza de las estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios, fue eficaz puesto que desarrolló significativamente habilidades matemáticas de diversos tipos, entre ellas las conceptuadoras, las que operan directamente con los conceptos, como ha ocurrido también en el presente estudio, con el desarrollo significativo de la conceptualización matemática.

Del tratamiento se observa que los ideogramas cuaternarios cumplen dos funciones: sirven como instrumentos en el proceso de elaboración de las estructuras de conocimiento y son el reflejo externo de las estructuras cognitivas elaboradas, pues concuerda plenamente con la opinión de Ontoria et al. (2005), cuando enfatizan que ambas funciones son compatibles e incluso complementarias, pues se podría afirmar que responde a dos momentos del proceso: uno, la manifestación de las ideas o conocimientos previos expresados en representación gráfica; y otro, la reestructuración generada por la relación de nuestras ideas previas con la nueva información, lo que da origen a las nuevas estructuras cognitivas. Esta técnica, base de las estrategias didácticas para desarrollar la conceptualización matemática, según los resultados, es una representación gráfica que permite al estudiante a aprender a aprender.

4. CONCLUSIONES

Las estrategias didácticas basadas en la técnica de los ideogramas cuaternarios en el proceso formativo resultó ser un tratamiento experimental eficaz porque permitieron mejorar significativamente la conceptualización matemática en estudiantes universitarios de la carrera de Informática de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo; mejora que se demostró al comparar las semejanzas y diferencias de los promedios obtenidos de las mediciones efectuadas al grupo experimental y el de control en un diseño experimental con mediciones antes y después del tratamiento, con la aplicación de la prueba t de student y un nivel de significación igual a 0,05.

Los estudiantes de la muestra presentaron bajos niveles de conceptualización matemática (grupo experimental con media aritmética igual a 9,975 puntos y 9,825 la media del grupo de control, teniendo en cuenta la escala vigesimal), antes de efectuarse el tratamiento. Asimismo, la moda y la mediana se ubicaron en un nivel bajo y fueron desaprobatorias, por ser menores a la nota 11 requerida para ser consideradas notas aprobatorias. El nivel bajo indica puntajes menores o iguales a 10 en la escala vigesimal y significa que los estudiantes presentan, por ejemplo, dificultades para lograr la abstracción, precisión, diferenciación y asimilación de objetos matemáticos.

Los niveles de conceptualización matemática de los estudiantes de la muestra, grupo experimental, alcanzaron un nivel medio (media aritmética igual a 12,98 puntos) luego de efectuarse el tratamiento, frente al promedio del grupo de control que obtuvo una media aritmética igual a 10,05 puntos, lo que indica que no hubo variación en el promedio de este grupo respecto del pretest. Asimismo, la moda y la mediana del postest en el grupo experimental fueron aprobatorias e igual a 13 puntos, superando en tres a sus correspondientes del pretest del grupo de control.

Los niveles de desarrollo de la conceptualización matemática alcanzado por los estudiantes de ambos grupos de la muestra (grupos experimental y de control), antes de efectuarse el tratamiento experimental fueron similares y no presentaron diferencias significativas. En tanto que los niveles de desarrollo de la conceptualización matemática alcanzado por los estudiantes de los mismos grupos de la muestra (grupos experimental y de control), después de efectuarse el tratamiento experimental, son distintos y muestran una diferencia significativa, con un valor superior a favor del grupo donde fue objeto de la manipulación la variable independiente. También se encontró diferencia significativa entre los promedios del grupo experimental, sin que se haya encontrado lo mismo en el caso del grupo testigo. Tales diferencias encontradas fueron consecuencia de la aplicación de la prueba paramétrica t de Student y un nivel de significación igual a 0,05, las que indican la validez del diseño de contrastación de la hipótesis y la eficacia del tratamiento experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argüelles, D. y Nagles, N. 2006. Estrategias para promover aprendizaje autónomo. Alfaomega, Bogotá.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H. 1983. Psicología cognitiva. Un punto de vista cognitivo (2ª ed.). México: Trillas. 621 pp.
- Bernal, C. A. 2009. Metodología de la investigación. 3ra. Edición. Prentice-Hall, Colombia. 320 pp.

- Bruner, J. 1974. Algunos elementos del descubrimiento. En SHULMAN L. y KEISLAR E. (Comps.): Aprendizaje por descubrimiento. Evaluación crítica. México, Trillas, 121-134.
- Buendía, L.; Colás, M^a.; Hernández, F. 1998. Métodos de investigación en Psicopedagogía. 1ra. Edición. McGraw-Hill. España. 343 pp.
- Burga, M. 21 de enero del 2004. Las mejores universidades del mundo y las universidades peruanas. La República, Lima.
- Buzan, T. 1996. El libro de los mapas mentales. 1ra. Edición. Urano. Barcelona. 352 pp.
- Carrillo, B. 2009. Dificultades en el aprendizaje matemático. Experiencias e innovaciones educativas, 16: 1-10.
- Delgado, J. 1995. Un sistema de habilidades generales para la enseñanza de la Matemática. 9^a Reunión Centroamericana y del Caribe sobre la Formación de Docentes en Educación Matemática -La Habana.
- De Landsheere, G. 1985. Diccionario de la evaluación y de la investigación educativa. España: Oikos-tau.
- Esquivel, J. 2006. Enfoque didáctico desde una perspectiva heurístico constructivista para el desarrollo de habilidades matemáticas. Tesis doctoral.
- Esquivel, J. 2007. Los ideogramas cuaternarios: una técnica para aprender. Documento inédito.
- Gagné, R. 1979. Principios básicos del aprendizaje. Madrid: Aguilar.
- Gallego, R. 1997. Discurso sobre constructivismo. Nuevas estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Gardner, H. 2005. Las cinco mentes del futuro. Un ensayo educativo. Paidós Iberica. Barcelona. 113 pp.
- Gutiérrez, R. 1984. Piaget y el currículo de ciencias. Apuntes IEPS N° 34. Narcea. Madrid. 46 pp.
- Herman, S. L. 1989. The creative brain evolution. Búfalo: Brain Books.
- Jimeno, J. y Pérez, A. I. 2005. Comprender y transformar la enseñanza (10^a ed.). Bogotá: Alfaomega.
- Kursanov, G. A. 1966. El Materialismo Dialéctico y el concepto. 1 Edición. Grijalbo. México. 396 pp.
- Maldonado, A. 2001. Aprendizaje y comunicación. ¿Cómo aprendemos? México: Prentice Hall.
- Medina, S. 06 de Junio de 2007. Ranking Universitario en el Perú. UNMSM. Disponible en <http://www.unmsm.edu.pe/Noticias> 2007/Junio/d6/veramp.php?vall=1
- Moreira, M. 2002. La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, 7(1): 2002.
- Moreira, M. 2008. Conceptos de educación científica: ignorados y subestimados. Currículum 21: (9-26).
- Ontoria, A.; Gómez, J. P. y Molina, A. 2005. Potenciar la capacidad de aprender a aprender. Lima: Orbis Ventures.
- Pérez, P. 2008. Psicología Educativa. 3^a Edición. San Marcos. Lima. 328 pp.
- Reigeluth, Ch. y Merrill, M. 1980. The elaboration theory of instruction: A model for sequencing and synthesizing instruction. Instructional Science, 9: 195-219.
- Rodríguez, R. 2007. Ranking universitario de Shanghai. Versión 2007. Campus Milenio, núm. 237.
- Sánchez, H. y Reyes, C. 1998. Metodología y diseños en la investigación científica. Mantaro. Lima: 176 pp.
- Sierra, R. 1994. La tesis doctoral y trabajos de investigación científica (2^a ed.). Madrid: Paraninfo.
- Solís, C. 2007. Inicios en Epistemología. Filosofía y teoría de la ciencia. Lima: San Marcos.
- Trahtemberg, L. 2 de noviembre del 1997. Concursos internacionales de ciencias y matemáticas. La Industria, Trujillo.
- Vergaray, A. 2004. Perú: análisis del proyecto PISA en Matemática. Palabra de Maestro, 14(40).