



IDEOGRAMAS CUATERNARIOS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA PARA FORMAR RELACIONES CONCEPTUALES MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Quaternary Ideograms as a Didactic Technique to Form Mathematical Conceptual Relationships in
University Students

RAÚL NARCISO MARTÍNEZ-ZOCÓN¹, JOSÉ THEÓDULO ESQUIVEL-GRADOS²

¹ Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

² Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú

KEYWORDS

*Conceptual mathematical
relationships
Quaternary ideograms
Didactic strategy*

ABSTRACT

The objective of the study was to establish the degree of influence of quaternary ideograms as a didactic technique in the formation of mathematical conceptual relationships in university students. The data were collected with validated tests to contrast the statistical hypotheses of mean difference with the z statistic in a quasi-experimental design with pre- and post-test, and control group. It was concluded that the use of quaternary ideograms significantly influences the formation of conceptual relationships, considering a confidence level of 95%, which indicates that the didactic technique promotes the development of mathematical conceptual skills from a constructivist perspective

PALABRAS CLAVE

*Relaciones conceptuales
matemáticas
Ideogramas cuaternarios
Estrategia didáctica*

RESUMEN

El estudio tuvo por objetivo establecer el grado de influencia de ideogramas cuaternarios como técnica didáctica en la formación de relaciones conceptuales matemáticas en universitarios. Los datos fueron recogidos con pruebas validadas para contrastar las hipótesis estadísticas de diferencia de medias con el estadístico z en un diseño cuasiexperimental con pre y posprueba, y grupo de control. Se concluyó que el uso de ideogramas cuaternarios influye significativamente en la formación de relaciones conceptuales, considerando un nivel de confianza del 95%, lo que indica que la técnica didáctica promueve el desarrollo de habilidades conceptuadoras matemáticas desde una perspectiva constructivista.

Recibido: 17/ 07 / 2023
Aceptado: 20/ 08 / 2023

1. Introducción

Las relaciones conceptuales constituyen un elemento clave en la formación de conceptos en el aprendizaje de la Matemática en estudiantes universitarios. González (2005) subraya que, si “se logra reconocer las relaciones existentes entre varios conceptos se incrementa el conocimiento acerca de cada uno de ellos” (p. 70). Fernández et al. (2017), respecto de la formación de conceptos matemáticos, presentan elementos teóricos y metodológicos sobre el rol de los conceptos en su enseñanza, considerando que poseen un alto grado de abstracción, lo que demanda especial cuidado en el proceso de formación, recurriendo para ello a los métodos inductivo y deductivo, pero también importa la autonomía de los docentes para elegir los métodos que respondan a las posibilidades y peculiaridades de los estudiantes. Ramos y López (2021) destacan que la formación de conceptos es un elemento fundamental en la creación del conocimiento y el aprendizaje, cuando es abordado desde los enfoques cognitivista e histórico-cultural en las líneas de Ausubel (1983) y de Vygotsky (1987).

Los estudiantes de quinto de secundaria de diversos países del mundo, incluyendo el Perú, han sido evaluados en diversas ediciones del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, según siglas en inglés) y considerando que están a punto de ingresar a la Universidad, resulta importante analizar los resultados de las evaluaciones que están orientadas a medir el desempeño estudiantil en diversas áreas hace más de dos décadas, desde el 2000. En este evento patrocinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por su sigla en inglés), el Perú fue invitado el 2000, 2009, 2012, 2015 y 2018 (UMC, 2019). A raíz de los resultados del Perú en PISA 2000, el 19 de agosto de 2003 el sistema educativo nacional fue declarado en emergencia en el periodo 2003-2004. Precisa destacar que, en la evaluación en el área de Matemática se definen nueve niveles de desempeño ordenados en forma creciente, identificándose al nivel 2 como línea base del desarrollo de la competencia (OECD, 2016) y se evaluó la “capacidad para formular, emplear e interpretar las Matemáticas en distintos contextos, mediante el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos” (UMC, 2019). En PISA 2018 y en ediciones previas, el Perú mejoró su ubicación entre los países de la región.

El uso de conceptos es un elemento que se mide en la Evaluación PISA y, según los resultados de tales mediciones, los resultados de los estudiantes peruanos no fueron los óptimos; hecho que ha traído y trae consigo que empiecen sus estudios universitarios con deficiente bagaje conceptual matemático. En muchos casos el aprendizaje de conceptos es memorístico, pues los repiten “sin comprender acabadamente lo que estos conceptos significan” (Cuda, 2018, p. 102), lo que imposibilita que los nuevos conocimientos posean valor positivo para que se produzcan otras sinapsis nerviosas. Debe hacerse “especial hincapié en que las personas piensan mediante conceptos, sirviendo los mapas conceptuales para poner de manifiesto estos conceptos y para mejorar sus razonamientos”. (Novak y Gowin, 1988, p. 21).

En el espacio universitario donde se desarrolló la investigación se observó que estudiantes universitarios de Informática mostraron problemas para identificar conceptos y al momento de relacionarlos con otros, en los distintos temas matemáticos; resultado que se debe al aprendizaje memorístico, que trae consigo una deficiente base conceptual que genera efectos inadvertidos en el estudiante. Ramos y Carbonell (2021) indican que, si se aprende memorísticamente “el aprendizaje será superficial y su recuerdo poco duradero” (p. 219), lo que trae como resultado que no se asimilen los nuevos conceptos. Las deficiencias para establecer asociaciones entre los conceptos y los temas estudiados traen consigo que no se respondan preguntas coligadas a situaciones analíticas, ni se comprendan y resuelvan los ejercicios o los problemas matemáticos formulados. Durante el aprendizaje, los estudiantes tienen que enfrentar una serie de conceptos matemáticos complejos, “conceptos que provienen de distintas ramas de esta disciplina” (Trigueros, 2005, p. 10). Los problemas referidos, sirvieron de motivaron para emprender el presente estudio y ofrecer una propuesta didáctica que ayude a optimizar la formación de relaciones conceptuales matemáticas, las que coadyuvan a la formación de conceptos.

Las relaciones conceptuales matemáticas en el estudio se concibieron en el marco de una Matemática contextualizada, atendiendo a Ramos y López (2021), quienes refieren que una provechosa formación conceptual no debería concebirse “como una cuestión teórica abstracta, desvinculada de la realidad” (p.

201). Ciertamente, el aprendizaje de conceptos demanda del establecimiento de enlaces matemáticos y que Alsina (2016) destaca que tales conexiones son de varios tipos: intradisciplinarias, interdisciplinarias y de enfoque globalizado. Las primeras conexiones son relaciones entre diversos temas matemáticos y entre variados contenidos con procedimientos matemáticos; las interdisciplinarias son las relaciones de la Matemática con áreas disímiles del conocimiento; y, el enfoque globalizado implica relaciones de la Matemática con el entorno. Estas conexiones son relevantes y deben asociarse con habilidades diversas, las que pueden desarrollar desde la investigación formativa (Esquivel-Grados et al., 2023).

El aprendizaje de la Matemática, que incluye las relaciones conceptuales, debe ajustarse a la necesidad de implementar nuevas estrategias didácticas que se acomoden a las exigencias e intereses de los estudiantes. En tal sentido, se diseñó y ejecutó la intervención pedagógica referente al uso de ideogramas cuaternarios como técnica didáctica para mejorar las relaciones conceptuales matemáticas en estudiantes universitarios. En este proceso, se tuvo en cuenta que la relación sujeto-objeto de conocimiento ocurre por un interaccionismo dialéctico, y se inicia por la actividad del sujeto (estudiante). En la edificación del conocimiento participan tres componentes: sujeto, objeto e instrumentos socioculturales en cierto contexto sociocultural; donde el rol que cumple el sujeto es definido como práctica social mediada por instrumentos bajo determinadas condiciones históricas y culturales, de las que el sujeto es integrante activo, donde la acción del sujeto en el objeto es con el concurso de herramientas y signos. El uso de herramientas, precisamente, provoca en los objetos transformaciones por estar externamente orientadas, tal como lo indica Vygotsky (1987); mientras los signos, originan transformaciones en el sujeto que ejecuta la acción o actividad y tienen una orientación interna. En tal sentido, es preciso acotar que el aprendiz por medio de la acción mediada, en relación al medio sociocultural con la intervención de terceros, reconstruye su universo sociocultural, generándose el desarrollo cultural, así como sus funciones psicológicas superiores y su conciencia. Un planteamiento del socioculturalismo es la zona de desarrollo próximo, postulado que en el contexto educativo plantea que el estudiante posee un conocimiento, llamado zona de desarrollo real, y que, con el apoyo del mediador, puede conseguir una zona de desarrollo potencial, que significa lograr el acceso a un nivel superior de conocimiento, el cual lo puede fortalecer en un periodo posterior. Y el hecho de recurrir a la identificación de conceptos previos para optimizar las relaciones conceptuales, implica el logro de aprendizajes significativos, según los diseños ausubelianos.

Los conceptos, en tanto unidades de pensamiento, cumplen un rol primordial en las funciones intelectuales y con imágenes, palabras, reglas y conocimientos son los recursos que brindan una manera ágil y eficaz de simbolizar lo real o lo ideal, de reorganizarlo y de instituir nuevos modos de pensar y operar. Novak y Gowin (1988) refieren que “los conceptos son regularidades percibidas en acontecimientos u objetos” (p. 86), pero agregan que son conceptos los símbolos y signos que son compartidos socialmente y evidencian revelación de regularidades en hechos como en objetos. Ausubel et al. (1983) refieren: “los conceptos son los objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes (a pesar de la diversidad de otras dimensiones o atributos) y que se designan mediante algún signo o símbolo” (p. 538). Solís (2007) destaca que los conceptos son los insumos de construcción del conocimiento científico, por lo que se los denomina “constructos”, y se elaboran o reelaboran para enunciar lo que el hombre de ciencia halla como terminologías más convenientes para enunciar contenidos que se relacionan. Si tales rasgos y relaciones son aprehendidas por el pensamiento, las que son intencionalidades no intuitivas y lógicas encaminadas de modo mental por el estudiante al objeto, se posee significaciones de éste que constituye exactamente el concepto. Ausubel et al. (1983) consideran que hay dos modos de formar conceptos: “una formación de conceptos a partir de las experiencias concretas, similar al aprendizaje de representaciones, y otra, la asimilación de conceptos consistente en relacionar los nuevos conceptos con los ya existentes en el alumno formando estructuras conceptuales” (p. 21). Y Locia et al. (2018) indican que “la formación de conceptos es el atributo esencial del pensamiento abstracto” (p. 28) y según los lineamientos vygotskianos, estos autores refieren que “los conceptos matemáticos, no se forman de manera inmediata ni espontánea en los estudiantes, sino que son el resultado de un proceso que puede estructurarse, en lo fundamental, en niveles de: análisis-abstracción, discriminación-identificación y síntesis-concreción” (p. 37).

La relación del nuevo concepto con los que tiene el estudiante es una idea central de la teoría del aprendizaje significativo. En tal sentido, Ausubel et al. (1983) refieren que lo sustantivo en el aprendizaje significativo es que el nuevo material se relacione con las ideas que tiene el estudiante en

su estructura u organización cognitiva; precisan los autores respecto a la asociación de conceptos que es una labor opuesta al aprendizaje de tipo memorístico que se da si la “tarea del aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias” (p. 37). Por lo tanto, la “eficacia del aprendizaje está en función de su significatividad”. (Ontoria et al., 2011, p. 18)

La Matemática brinda a los universitarios herramientas y recursos, como conceptos y operaciones intelectuales, que serán usados en su formación profesional; por lo que esta disciplina posibilita los procesos matemáticos, tales como la comprensión de un problema, la abstracción, modelación y resolución (González-Hernández, 2018). La epistemología del aprendizaje de la Matemática centra su atención en los procedimientos mentales del estudiante, los que permiten la comprensión y adquisición de los contenidos matemáticos; epistemología que permite efectuar el análisis de los procesos mentales del aprendiz y que se originan al momento de aprender los contenidos matemáticos, como es el caso de los conceptos, en función del diseño de las estrategias didácticas.

De acuerdo con la epistemología constructivista, el conocimiento no constituye calco del medio, sino la edificación del estudiante; construcción que está en función de la información inicial que posee el estudiante, de la información nueva y de la acción que desarrolle, tanto interna como externa, en interacción dinámica con docentes, otros estudiantes y de las actividades que suministran oportunidades para la creación del conocimiento y su asimilación en la estructura cognitiva. En el aprendizaje, la fijación de un concepto constituye la base para el aprendizaje o formación de un nuevo concepto; es decir, se trata de una serie de conceptos asociados en un aprendizaje en espiral.

Las relaciones conceptuales en la formación de conceptos, exige identificar conceptos previos, una tarea sustantiva en el proceso de aprendizaje. Para establecer tales relaciones se requieren de habilidades como la ejemplificación, ilustración, explicación, construcción de modelos, etc., y se dinamizan en función de los esquemas de conocimiento del estudiante. Referirse a la cantidad de esquemas de conocimiento equivale a referirse a la cantidad de conocimiento que posee el estudiante, pero también resulta significativo “analizar el nivel de organización interna que presenta un esquema de conocimiento, se trata de analizar la relación entre los conocimientos que se integran en un mismo esquema, así como la coherencia entre dichos conocimientos” (Pérez, 2019, p. 20). Piaget (1978) indica que los esquemas de conocimiento son estructuras dinámicas que usan los estudiantes al desafiar a alguna situación particular de aprendizaje y se reconstruyen permanentemente mediante procedimientos de asimilación y acomodación; procedimientos que implican la relación entre el concepto objeto de aprendizaje con otros asociados, los conceptos previos. Las relaciones conceptuales implican la formación de conceptos, que “es uno de los componentes esenciales tanto del proceso de creación y desarrollo del conocimiento, como de instrucción y aprendizaje en el contexto educacional” (Ramos y López, 2015, p. 193). Tales relaciones presentan tres dimensiones: Identificación de conceptos supraordinados, identificación de conceptos coordinados e identificación de conceptos subordinados.

La investigación permitió contribuir en la solución de una problemática que se presenta en el aprendizaje de la Matemática en cuanto a las relaciones conceptuales matemáticas por medio de una innovación didáctica, la técnica de los ideogramas cuaternarios. Esto es, en el estudio se formuló la pregunta: ¿En qué medida el uso de ideogramas cuaternarios como técnica didáctica mejora la formación de relaciones conceptuales matemáticas en estudiantes de Informática de una Universidad pública peruana? y el propósito fue establecer el grado de influencia del uso de ideogramas cuaternarios como técnica didáctica en la mejora la formación de relaciones conceptuales matemáticas en universitarios.

2. Metodología

El estudio se orientó hacia la optimización de relaciones conceptuales matemáticas en estudiantes universitarios de Informática en un periodo investigativo de 12 semanas. La población objetivo la formaron 260 alumnos con matrícula regular en una Universidad pública del norte del Perú. La muestra fue dos secciones de primer ciclo de 80 estudiantes cada una, cantidad que indica que es de tamaño adecuado. Triola (2009) hace notar que una muestra de tamaño mínimo depende de cuánto se desvía la distribución de la población respecto de una distribución normal. El grupo experimental y el de control fueron elegidos con el tipo de muestreo por racimos (López-Roldán y Fachelli, 2017).

La contrastación de hipótesis se realizó con un diseño cuasiexperimental con grupo de control con preprueba y posprueba; ambos grupos, experimental y de control, fueron formados al momento de la matrícula, previo al experimento. Por la naturaleza de la investigación, “los cuasi experimentos se utilizan cuando no es posible utilizar sujetos de forma aleatoria” (Arias et al., 2021, p. 75). En estos diseños cuasiexperimentales se “identifican un grupo de comparación lo más parecido posible al grupo de tratamiento en cuanto a las características del estudio de base (previas a la intervención)” (White y Sabarwal, 2014, p. 1)

Asimismo, “en los diseños con una metodología cuasiexperimental, los grupos o condiciones de la investigación no se forman de forma aleatoria, sino con un criterio no aleatorio determinando la configuración de los miembros que forman la condición o grupo de participantes” (Frías-Navarro, 2020, p. 74). “Los métodos cuasiexperimentales que implican la creación de un grupo de comparación se utilizan más a menudo cuando no es posible asignar de manera aleatoria los individuos o grupos a los grupos de tratamiento y a los grupos de control” (White y Sabarwal, 2014, p. 2). Como refiere Gómez (2014), en estos diseños “los grupos no son armados por el investigador, y los sujetos no se asignan al azar, sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento; son grupos “intactos” (la razón por la que surgen y la manera como se formaron fueron independientes del experimento)” (p. 90). En el estudio con metodología cuasiexperimental, se realiza “una intervención bajo el control del investigador dado que decide qué tipo de tratamientos va a evaluar en su experimento (manipulación de la variable independiente)” (Frías-Navarro, 2020, p. 90).

Las técnicas investigativas son “procedimientos específicos que se utilizan en determinadas áreas de la ciencia para la obtención de datos” (Sánchez et al., 2018, p. 120). En el estudio, para la recolección de información sobre las relaciones conceptuales matemáticas se recurrió a la técnica de evaluación del aprendizaje con las pruebas de desarrollo, una preprueba y una posprueba, las que previamente se validaron en una muestra piloto de 20 estudiantes, siendo los índices de validez de contenido iguales a 0,72 y 0,75. Para la confiabilidad se recurrió al método de mitades partidas, los valores de coeficiente de Pearson iguales a 0,84 y 0,81. Los instrumentos fueron automatizados, lo que implicó que no demandaron la intervención de otra persona, “para así registrar únicamente la respuesta sin intervención del observador” (Villasís-Keever et al., 2018, p. 419). Para la contrastación de hipótesis de diferencia de medias se usó la prueba paramétrica z porque los datos relativos de las relaciones conceptuales matemáticas se ajustaron a una distribución normal. La docimasia de hipótesis se efectuó considerando un nivel de significación alfa de 0.05, valor que constituye el límite para calificar los resultados logrados como estadísticamente significativos.

3. Resultados y discusión

La estrategia didáctica es “un plan de acción que pone en marcha el docente para lograr los aprendizajes” (Tobón, 2010, p. 246); es decir, es la estrategia que responde simultáneamente a la enseñanza del docente y al aprendizaje de los estudiantes. Del mismo modo, la técnica didáctica basada en ideogramas cuaternarios son planes que se diseñan y ejecutan en sesiones de aprendizaje con una metodología activa cuyos desempeños sobre caracterización, comparación, jerarquización y concreción de conceptos mediante la elaboración de organizadores visuales estructurados. En la caracterización se identifican las características principales y secundarias de conceptos y se comparan, se identifica su inclusión y similitud, así como las conexiones intramatemáticas y extramatemáticas.

La técnica didáctica abarca el aprendizaje y la enseñanza; por consiguiente, hablar de ella implica comprender a los actores centrales del proceso formativo de enseñanza aprendizaje: el docente, profesor o educador, y el discente, aprendiz o educando. En tal sentido, una técnica de enseñanza hace referencia a procedimientos aplicados por el docente para que en los estudiantes se pueda “facilitar la adquisición de conocimientos, actitudes y destrezas” (Meza y Lazarte, 2007, p. 18). Los ideogramas cuaternarios, en cuanto técnica didáctica constructivista, están estructurados de manera esquemática para ayudar al estudiante que sea competente a aprender por sí mismo y pueda formar sus conceptos matemáticos, pero puede extenderse también a otras disciplinas. Esta técnica se fundamenta y orienta desde tres perspectivas: constructivista, neurológica y semántica.

El constructivismo es una tendencia dominante en la caracterización del cognitivismo del proceso de aprendizaje; pues aplicarlo “es un gran desafío para la práctica docente” (Tigse, 2019, p. 28), ya que debe

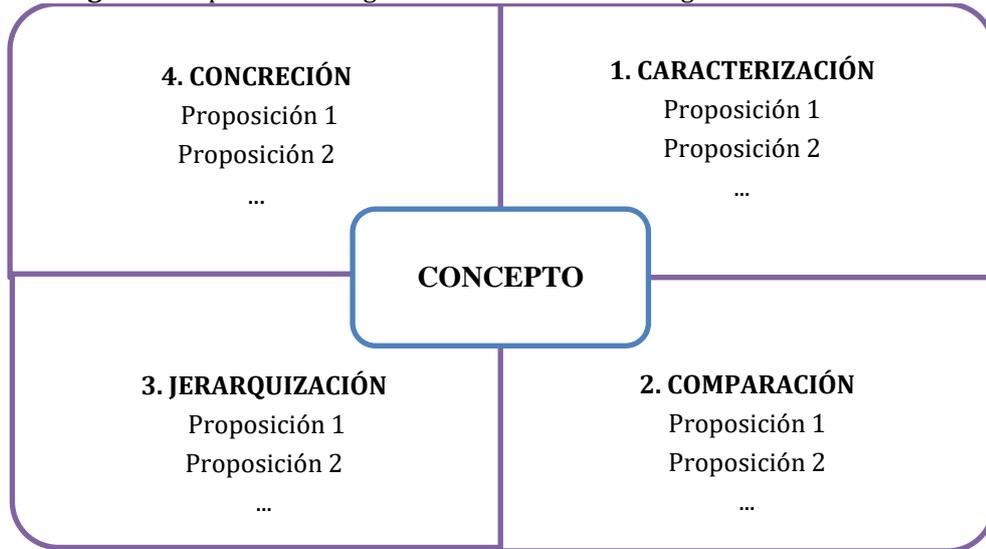
procederse con innovar el uso de metodologías para el desarrollo de habilidades metacognitivas en los estudiantes. De la perspectiva filosófica, “el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano; esta construcción se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), o sea con lo que ya construyó en su medio” (Camejo, 2006, p. 4) y Ortiz (2015) refiere que desde el constructivismo se concibe el aprendizaje como “un proceso de desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas, alcanzadas en ciertos niveles de maduración. Este proceso implica la asimilación y acomodación lograda por el sujeto, con respecto a la información que percibe” (p. 99). Desde la perspectiva neurológica, se debe potenciar el aprendizaje considerando el funcionamiento del cerebro y la manera de cómo aprende, puesto que para que suceda el aprendizaje “tiene que ocurrir un cambio de estructura cerebral” (Cuda, 2018, p. 72), cambio que se da mediante un proceso asociativo llamado neurofusión, un encuentro o fusión de las neuronas que conforman el cerebro y otras partes que conforman el sistema nervioso. Y desde la perspectiva semántica, el contenido del lenguaje natural con el matemático es esencial en el aprendizaje y para fijar conceptos matemáticos y sus relaciones debe procurarse la comprensión de los mismos, evitando el aprendizaje memorístico, “basando dicho proceso en la comprensión de lo aprendido” (Demera-Zambrano et al., 2020, p. 493), apoyado en las representaciones gráficas que implica recurrir al “apoyo en la visualización de los conceptos” (Ríos-Cuesta, 2021, p. 203).

Los ideogramas cuaternarios, como técnica didáctica, constituyen estructuras esquematizadas de cuatro fases cuya intención es formar un concepto (central) a partir de la caracterización, comparación, jerarquización y concreción, con el objeto de preservarlo en la organización cognitiva, según refiere su creador Esquivel (2007), citado por Martínez y Esquivel (2017); en tal sentido, la formación de conceptos responde al desarrollo de tales operaciones intelectuales.

Para la representación esquemática del ideograma cuaternario, según Esquivel (2007), se debe tener en cuenta diversos elementos: concepto (central) y cuatro ejes asociados formados por operaciones intelectuales: caracterización, comparación, jerarquización y concreción. La caracterización permite describir los atributos o propiedades significativas del concepto central o principal; atributos que admiten formar proposiciones asociadas a este concepto. La comparación admite el establecimiento de las similitudes o diferencias del concepto central respecto de otros conceptos. La jerarquización permite identificar el concepto supraordenado del concepto principal, así como los respectivos conceptos subordinados. La concreción permite mostrar la gama de aplicaciones del concepto principal, las ejemplificaciones o conexiones, constituyéndose en un procedimiento orientado hacia una mejor comprensión de los conceptos y la fijación o asimilación de los mismos para que los aprendizajes sean duraderos. Las conexiones de dos tipos: intramatemáticas y extramatemáticas; en el caso de las primeras, se dan entre conceptos de diversas ramas (algebraica-geométrica, topológica-algebraica, etc.) y en las segundas, se establece una relación de conceptos matemáticos con otros de otras disciplinas e inclusive con situaciones que corresponden a la vida cotidiana.

El ideograma cuaternario, en cuanto esquema está diseñado para aprender conceptos; esquemas que “constituyen un componente absolutamente esencial de la representación” (D’Amore y Fandiño, 2017, p. 66), lo que coadyuva en la posibilidad de asignarle más significado a lo aprendido. Los autores citados señalan en cuanto al concepto que es una colección de “representaciones simbólicas y lingüísticas que permiten expresar los objetos” (p. 64). Su elaboración o representación gráfica, en síntesis, se realiza a partir de los siguientes momentos: momento 1: selección del concepto principal que se desea conceptualizar; momento 2: ubicación del concepto principal en el centro de cuadrículas obtenidas al dividir la hoja como el plano cartesiano en cuatro cuadrantes; momento 3: en la cuadrícula del primer cuadrante se colocan proposiciones o expresiones respecto de la caracterización; siguiendo un sentido horario sigue la comparación en la segunda cuadrícula, la jerarquización en la tercera y la concreción en la cuarta; que es un sentido estructurado con fines didácticos.

Figura 1. Representación gráfica consolidada del ideograma cuaternario.



Nota. Gráfico con las operaciones intelectuales. Elaboración propia.

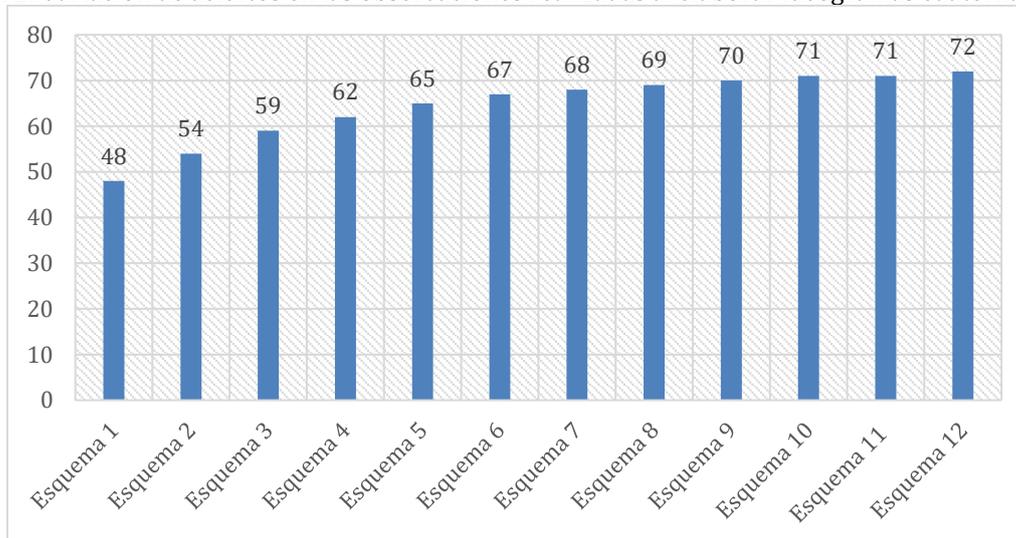
La formación y acumulación de relaciones conceptuales matemáticas producen cambios en el pensamiento del alumno y son fundamentales para continuar en la edificación cognitiva, pues los cambios a nivel cualitativo que ocurren en el pensamiento son los que conllevan a una “mayor complejidad y variedad que adquiere un concepto” (Pérez, 2008, p. 196). Esto implica que el estudiante aprende relaciones conceptuales, pero transcurre el tiempo y las olvida parcialmente, vuelve a aprenderlas de nuevo: las comprende, asocia con otras, incluso más complejas, y las aplica. El procedimiento sigue, hasta que lo aprende sin esfuerzo, en un proceso de aprendizaje en espiral. A continuación, cada paso de la técnica del ideograma cuaternario: Paso 1. Caracterización del concepto: seleccionado del concepto a formarse, deben ubicarse los conceptos asociados, mediante la técnica de la lluvia de ideas y se colocan en organizadores visuales, como mapas semánticos radiantes (Heimlich y Pittelman, 1990) para luego elaborar las proposiciones respecto de las características del objeto matemático con el uso de la técnica de la cocreación (Torres, 2021). Paso 2. Comparación de conceptos: caracterizado el concepto motivo de formación deben identificarse los conceptos que guardan con él algún tipo de relación para efectuar la comparación: semejanza, diferencia, recurriéndose a cuadros comparativos u otros esquemas. El mapa mental “puede tomar un concepto y desmenuzarlo de manera creativa y eficiente, lo que nos permite descubrir nuevas asociaciones y forjar conexiones entre ideas de forma memorable” (Buzan, 2018, p. 35). Paso 3. Jerarquización de conceptos: caracterizado y comparado el concepto se debe identificar los conceptos que guardan relación jerárquica: inclusión, subordinación, supraordinación, etc., recurriéndose para ello a diagramas de Venn, mapas conceptuales o mentales, mentefactos, etc. Paso 4. Concreción del concepto: se debe identificar los conceptos o frases referidos a la aplicación del concepto, ya sea de la lista inicial de proposiciones de la caracterización o nuevos conceptos, para ello se puede recurrir a organizadores tipo mapa semántico radiante u otros. Los ideogramas cuaternarios como técnica didáctica para la formación de relaciones conceptuales desde la óptica constructivista y del pragmatismo, se pretende que mediante la actividad y la experiencia el estudiante se protagonista en el logro de sus aprendizajes. Como refieren Saharrea y Viale (2021) “No hay teoría sin... componente empírico y constructivo”. (p. 223)

El artículo es resultado de una investigación que recurrió a un diseño cuasiexperimental. Los datos cuantitativos de las relaciones conceptuales matemática se recolectaron previo al tratamiento mediante pretest aplicados a los grupos experimental y de control. En el grupo experimental en el que la variable independiente es objeto de manipulación, en cada sesión de aprendizaje la estrategia responde a un enfoque constructivista (Tünnermann, 2011), los estudiantes fueron organizados en equipos de seis o cinco. La estrategia didáctica basada en los ideogramas cuaternarios para formar las referidas relaciones en la conceptualización matemática permite que el estudiante construya sus conocimientos en función de la información inicial que posee y el nexos con la información nueva y la acción que desarrolle tanto interna como externa, en interacción dinámica con otros estudiantes y el docente, así como de las

actividades que suministran oportunidades para la creación del conocimiento y su asimilación en la estructura cognitiva; pues según el paradigma constructivista, la interacción didáctica se desarrolló según los lineamientos del modelo vygotkiano de aprendizaje (Vygotsky, 1987).

En la siguiente figura se observa una evolución sostenida de las puntuaciones alcanzadas por los diferentes grupos que se formaron con la técnica denominada “panel integral”, las mismas que progresivamente tienden hacia la estacionariedad (Vidal y Fuertes, 2012). Esta forma de organizar a los equipos permitió integrar a los estudiantes, un aspecto necesario para lograr aprendizajes colaborativos.

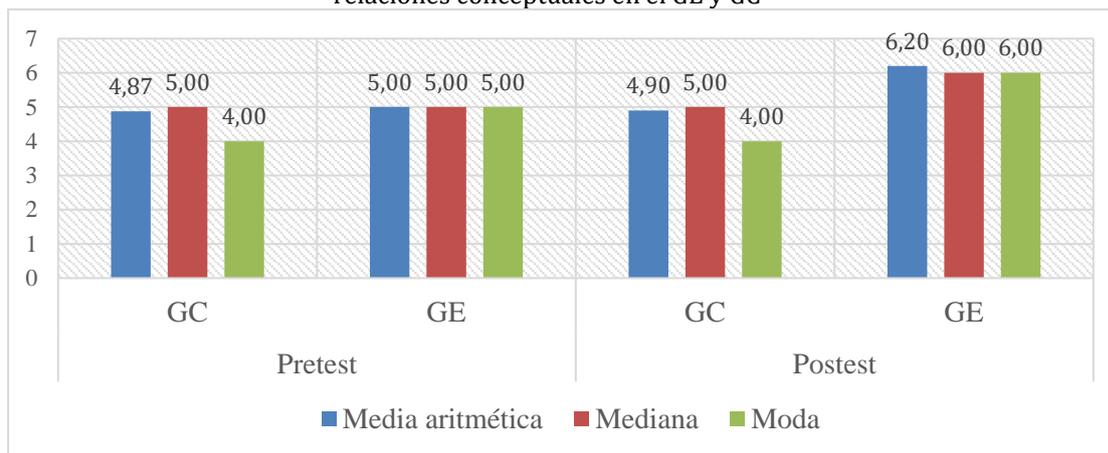
Figura 2. Variación de aciertos en las observaciones realizadas al elaborar ideogramas cuaternarios.



Nota. La puntuación es la suma lograda por los ocho equipos formados en cada sesión de aprendizaje, cada uno con cinco o seis integrantes, la que se obtuvo de calificar los aciertos de las operaciones intelectuales: caracterización, comparación, jerarquización y concreción. Elaboración propia.

Se presentan en seguida resultados obtenidos en la formación de relaciones conceptuales mediante la administración de la preprueba y de la posprueba a los grupos experimental (GE) y de control (GC) antes de la intervención pedagógica y después de aplicarlo al primer grupo.

Figura 3. Estadísticos de puntajes de la preprueba (pretest) y posprueba (postest) sobre formación de relaciones conceptuales en el GE y GC



Nota. Valores disgregados de las puntuaciones de la conceptualización matemática del GE y el GC. Elaboración propia.

Según las puntuaciones logradas en la preprueba en el GE y el GC, las medidas de centralidad media, mediana y moda referente a la formación de relaciones conceptuales sobre un puntaje máximo de 10 son parecidas, lo que constituye un indicador de series de puntuaciones que proceden de una distribución normal. Las similitudes en tales medidas muestran que los grupos son semejantes en relación de la variable citada, antes de la intervención pedagógica en el GE. En el caso de la posprueba

se observan resultados distintos en ambos grupos, siendo mayores las puntuaciones en el caso del GE; mientras en el GC se presentan resultados similares a los encontrados en la preprueba, que es indicador que los incrementos en el GE se deberían al experimento en este grupo, lo que se confirma en la prueba de hipótesis. Precisamente, previo a la prueba de hipótesis estadística se realizó las respectivas pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, considerando que los grupos contaban con menos de 50 sujetos; como indica Romero-Saldaña (2016), “cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50 la prueba de contraste de bondad de ajuste a una distribución normal es la prueba de Shapiro-Wilks”. (p. 112). Se encontró que en ambos grupos las series de puntuaciones obtenidas al aplicar la preprueba relativa a la formación de relaciones matemáticas proceden de una distribución normal; lo mismo ocurrió con las puntuaciones de la posprueba. En seguida, una prueba de hipótesis en el GE:

Tabla 1. Pruebas de hipótesis de diferencia de medias en el GE respecto del manejo de relaciones conceptuales matemáticas obtenidas de la pre y posprueba.

Preprueba-posprueba	Valor z	Valor crítico z	Decisión H ₀	p-valor*
Formación de relaciones conceptuales	5.287	-1.645	Se rechaza	0.000

Nota. El estadístico paramétrico z responde al tamaño de muestra, superior a 30. El p-valor se compara con el nivel alfa igual a 0.05.

Como se nota en la tabla, las comparaciones en la preprueba y la posprueba en el GE respecto a la variable dependiente formación de relaciones conceptuales matemáticas permiten rechazar la hipótesis de nulidad y la aceptación de la alterna al encontrarse que hay diferencia significativa entre medias aritméticas obtenidas antes y después del uso de estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios (tratamiento), considerando que el p-valor no supera el nivel de significación seleccionado ($0.00 < 0.05$); es decir, la hipótesis alterna se aceptó considerando un nivel de significancia estadística de 0.05. Del mismo modo, se halló que hay diferencia significativa de las medias de las pospruebas del GE y el GC, a diferencia de la comparación de las medias de las prepruebas en ambos grupos que no mostraron diferencia estadística, siempre considerando un valor del nivel de significación de 0,05, con el mismo estadístico paramétrico de prueba de hipótesis. Tampoco se encontró diferencia significativa entre las medias de la pre y posprueba en el grupo de control.

Los resultados muestran el logro del objetivo relativo a determinar la medida en que la intervención pedagógica mejora la formación de relaciones conceptuales matemáticas en estudiantes universitarios; pues los valores alcanzados del estadístico de prueba de hipótesis direccional al usar el estadístico paramétrico z confirmaron las respectivas hipótesis estadística alternas formuladas, considerando un valor de alfa de 0,05. Estos resultados indican la eficacia de la intervención pedagógica; esto es, el uso de ideogramas cuaternarios como técnica didáctica mejora significativamente las relaciones conceptuales matemáticas en universitarios, lo que traduce en el aumento del lenguaje matemático, desde la representación simbólica y lingüística (D'Amore y Fandiño, 2017); pues, los ideogramas cuaternarios se ajustan a lineamientos de la teoría APOE (acción, proceso, objeto, esquema), acción en el sentido que en cada paso del ideograma se recurre a una participación activa de los estudiantes según los modelos del aprendizaje ausubeliano (Ausubel et al., 1983) y del aprendizaje vygotskiano (Vygotsky, 1987), que implica un dinamismo que demanda la técnica del “panel integral” (Vidal y Fuertes, 2012). Según el primer modelo se identifican conceptos asociados a un determinado concepto y se colocan en organizadores gráficos como el mapa semántico radiante que tiene sus bases en el pensamiento radiante, ubicándose los subsunsores para anclar el nuevo concepto o contenido para lograr aprendizajes significativos.

Las relaciones conceptuales comprenden contenido y forma del pensamiento (Ramos y López, 2021) en la línea de pensamiento vygotskiano y responden a los pasos de elaboración del ideograma en las actividades de aprendizaje en equipos, con la conducción del docente y las consultas del material didáctico de consulta (cultura); pues, para Vygotsky (1987) el aprendizaje depende del progreso del aprendiz, que responde a una sucesión de contenidos que estimula una cadena de procesos cognoscitivos asociados a la interacción con sus compañeros y la guía del más capaz y el docente. El desempeño estudiantil se ajusta a la técnica de los ideogramas cuaternarios, un proceso de cuatro momentos, donde la caracterización conceptual con expresiones o proposiciones conduce a la

comparación de conceptos asociados, seguido de la jerarquización del concepto central en relación a otros conceptos asociados, recurriendo para ello técnicas gráficas como diagramas de Venn, mapas conceptuales, mentefactos, mapas mentales u otras, lo que posibilita formular proposiciones con género próximo y diferencia específica (definiciones de conceptos), y se concluye con la concreción del concepto, que implica poner de manifiesto su aplicación. La “importancia del esquema radica fundamentalmente en el hecho de que permite que en el primer vistazo se obtenga una idea general del contenido del texto” (Peña, 2013, p. 246), lo que demuestra ser una herramienta didáctica ventajosa, donde el estudiante es protagonista de su aprendizaje y concuerda con que “la teoría de la actividad aplicada a la enseñanza brinda un aparato teórico metodológico viable para ser llevado a las aulas y favorecer el desarrollo conceptual de los alumnos” (Rosas, 2021, p. 268).

En términos de relaciones conceptuales, los resultados de antes del tratamiento no fueron óptimos, lo que hace notar los deficientes esquemas conceptuales en la estructura cognitiva de los universitarios del grupo muestral. Como el aprendizaje matemático de conceptos descansa en la elaboración de esquemas en los que se señalan las relaciones, se debe enfatizar en ellos, como indican Lacia et al. (2018). “Los conceptos matemáticos tienen su propio sistema que se puede pensar como un lugar en donde viven y donde se establecen relaciones entre ellos y con conceptos de otras disciplinas” (Trigueros, 2005, p. 7). Las relaciones conceptuales conducen a la comprensión (Demera-Zambrano et al., 2020) y producirá nuevas sinapsis nerviosas (Cuda, 2018). Precisamente, los ideogramas cuaternarios como técnica didáctica resultaron ser un recurso eficaz en cuanto a lograr relaciones conceptuales de cada concepto con otros conceptos coordinados, subordinados y supraordenado o genérico. Pero la implementación de la técnica del ideograma cuaternario a partir de una estrategia didáctica, según se ha observado, no sólo contribuye a optimizar las relaciones conceptuales matemáticas; sino también permite al estudiante desenvolverse activamente (Talizina, 2019) en el marco de un paradigma constructivista, y contribuye a desarrollar habilidades blandas, tales como la habilidad de aprender a aprender porque gestiona su aprendizaje a partir del análisis de los materiales y recursos asignados, las habilidades comunicativas por ser necesarias para la fluida comunicación para lograr productos en cada paso de implementación de la técnica, el trabajo en equipo cuando se forman grupos usando la técnica del panel integral, la gestión del tiempo en cuanto los periodos limitados para presentar y exponer productos, la flexibilidad para aprender y trabajar en equipo, la negociación de contenidos en la elaboración de esquemas, el liderazgo que debe asumir el estudiante coordinador del equipo, entre otras, que, como indica Romero et al. (2021), son habilidades blandas necesarias para lograr una formación integral en la Universidad y el ejercicio pleno de la ciudadanía.

4. Conclusiones

Considerando el nivel de significación alfa de 0.05, los valores logrados al aplicarse la prueba de hipótesis paramétrica z de diferencias de medias aritméticas sobre relaciones conceptuales matemáticas, antes y después de la intervención pedagógica, constituyen hallazgos suficientes que permiten rechazar hipótesis nulas. Esto es, la ausencia de diferencia significativa de los promedios (medias aritméticas) de las prepruebas en ambos grupos, experimental y de control, y los promedios de la pre y posprueba del grupo de control, así como la diferencia significativa entre promedios de la pre y posprueba en el grupo de tratamiento, y entre los promedios de las pospruebas de ambos grupos, son suficientes evidencias que permiten afirmar que los ideogramas cuaternarios como técnica didáctica influye significativamente en la formación de relaciones conceptuales matemáticas en universitarios; lo que significa la eficacia de la intervención pedagógica, el uso de ideogramas cuaternarios en cuatro pasos: caracterización, comparación, la jerarquización y concreción, que recurriendo a diversos procedimientos y técnicas, como las co-creativas, los estudiantes construyen esquemas síntesis de los conceptos objeto de aprendizaje. Tal es así que, desde la vertiente pedagógica, el ideograma cuaternario es una técnica que convierte a los estudiantes en sujetos activos en su aprendizaje y favorece mayor compromiso de docente en el proceso didáctico, permitiendo que aquellos logren más autonomía y sean capaces de desarrollar sus procedimientos, optimiza la comunicación docente-estudiante y permite incrementar el reforzamiento; desde la vertiente epistemológica, usar ideogramas cuaternarios permite a los estudiantes desenvolverse desde la perspectiva constructivista y contribuye al logro de aprendizajes en comunidad, así como el desarrollo de habilidades como aprender a aprender, trabajo

Ideogramas cuaternarios como técnica didáctica para formar relaciones conceptuales matemáticas en estudiantes universitarios

en equipo, gestión del tiempo, flexibilidad, negociación, liderazgo, entre otras, que son habilidades blandas necesarias para la formación integral y el adecuado ejercicio de la ciudadanía; y, desde el punto de vista cognitivo, el uso de ideogramas cuaternarios influye en la formación de relaciones conceptuales, las que permitirán optimizar la comprensión matemática, posibilitarán la resolución de problemas y fortalecerán la estructura cognitiva para lograr aprendizajes significativos en Matemática.

Referencias

- Alsina, Á. (2016). Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula. *Épsilon*, 33(1), 7-29. <https://core.ac.uk/download/pdf/334428177.pdf>
- Arias Gonzáles, J. L. y Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Buzan, T. (2018). *Mapas mentales. La guía definitiva para aprender a utilizar la herramienta de pensamiento más efectiva jamás inventada*. Planeta.
- Camejo, A. J. (2006). La epistemología constructivista en el contexto de la postmodernidad. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 14(2). <https://www.redalyc.org/pdf/181/18153297007.pdf>
- Cuda, M. (2018). *Neurociencias, didáctica y pedagogía: aportes a la escuela de hoy*. Bonum.
- D'Amore, B. y Fandiño Pinilla, M. I. (2017). Reflexión sobre algunos conceptos clave de la investigación en Educación Matemática: didáctica, concepto, competencia, esquema y situación. *Eco Matemático*, 8(1), 61-67. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ecomatematico/article/view/1385/1356>
- Demera-Zambrano, K. C., López-Vera, L. S., Zambrano-Romero, M. G., Alcívar-Vera, N. M. y Barcia-Briones, M. F. (2020). Memorización y pensamiento crítico-reflexivo en el desarrollo del aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 474-495. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1294>
- Esquivel-Grados, J., Venegas-Mejía, V.L., Venegas-Mejía, C.P., Gonzales-Benites, M.T., Bacón-Salazar, N., & Valdivia-Huaranga, H.A. (2023). Formative research: perceptions of communication science students at a peruvian university. *Journal of Technology and Science Education*, 13(2), 565-582. <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.1758>
- Fernández Chelala, R. M., Alfonso Cruz, I. y González Pérez, R. (2017). La formación de conceptos matemáticos: consideraciones teóricas y metodológicas. Dilemas contemporáneos: *Educación, Política y Valores*, 5(1), 1-15. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/252/404>
- Frías-Navarro, D. (2020). Metodologías de investigación. En D. Frías-Navarro & M. Pascual- Soler (eds.), *Diseño de la investigación, análisis y redacción de los resultados* (pp. 103-118). Universidad de Valencia. osf.io/kngtp
- Gómez, M. M. (2014). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica* (2ª ed.). Brujas.
- González, F. (2005). Algunas cuestiones básicas acerca de la enseñanza de conceptos matemáticos. *Fundamentos en humanidades*, 6(11), 37-80. <https://www.redalyc.org/pdf/184/18400603.pdf>
- González-Hernández, W. (2018). La enseñanza de la informática y de la matemática: ¿semejantes o diferentes? *Educación en ingeniería*, 13(26), 20-26. <https://doi.org/10.26507/rei.v13n26.883>
- Heimlich, J. y Pittelman, S. (1990). Los mapas semánticos: estrategias de aplicación en el aula. Visor.
- Locia, E., Mederos, O., Sigarreta, J. y Villarraga, B. (2018). Aproximación teórico-metodológica a la formación de conceptos matemáticos. *Premisa*, (79), 24-38. <http://funes.uniandes.edu.co/22893/1/Locia2018Aproximacion.pdf>
- López-Roldán, P. y Fachelli, S. (2017). El diseño de la muestra. En P. López-Roldán y S. Fachelli, *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/185163>
- Martínez, R. y Esquivel, J. (2017). Estrategias didácticas basadas en ideogramas cuaternarios para mejorar la conceptualización matemática en estudiantes universitarios. *Revista Ciencia y Tecnología*, 13(1), 123-134. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/pgm/article/view/1851>
- Meza, A. y Lazarte, C. (2007). *Manual de estrategias para el aprendizaje autónomo y eficaz*. Fondo Editorial Universidad Ricardo Palma.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca.
- Oficina de la Calidad de la Medición de los Aprendizajes –UMC– Ministerio de Educación. (2019). *Evaluación Pisa 2018*. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/PISA-2018-Resultados.pdf>

- Organization for Economic Co-operation and Development - OECD (2016). *PISA 2015. Results (Volume I): Excellence, and Equity in Education*. OECD Publishing.
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (19), 93-110. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cueva, M. C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A. y Vélez, U. (2011). *Mapas conceptuales: Una técnica para aprender*. Narcea.
- Peña, J. (2013). El esquema. Una estrategia de estudio y aprendizaje. *Educere*, 17 (57), 245-252. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35630152011.pdf>
- Pérez, P. (2008). *Psicología Educativa* (3ª ed.). San Marcos.
- Pérez de Paz, A. (2019). Conocimientos previos e intervención docente. *Revista acta educativa*, 2(1), 1-30. <https://revista.universidadabierta.edu.mx/2019/06/28/conocimientos-previos-e-intervencion-docente/>
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Siglo XXI.
- Ramos, Y. y Carbonell, Y. (2021). ¿Por qué no estudiar Matemáticas? *EduSol*, 21(74), 218-229. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912021000100218
- Ramos Serpa, G. y López Falcón, A. (2021). La formación de conceptos desde las perspectivas cognitivista e histórico-cultural. *Revista Conrado*, 17(S1), 193-202. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1766/1739>
- Ríos-Cuesta, W. (mayo-agosto, 2021). Aplicación de las representaciones gráficas y la visualización a la resolución de problemas con fracciones: una transición hacia el algoritmo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (63), 196-222. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n63a8>
- Romero, J. A., Granados, I. N., López, S. L. y González, G. M. (2021). Habilidades blandas en el contexto universitario y laboral: revisión documental. *Inclusión y Desarrollo*, 8(2), 113-127. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/IYD/article/view/2749>
- Romero-Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, 6(3), 105-114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>
- Rosas Rivera, Y. (2021). Formación de conceptos matemáticos desde la teoría de la actividad aplicada a la enseñanza: aportaciones de Galperin y Talizina. En A. Maturano Longaresi y R. Valdez Puentes (organizadores), *Ensino desenvolvimental, Sistema Galperin -Talizina* (pp. 232-248). Editora Científica. <https://www.institutoluria.com.br/wp-content/uploads/2021/09/Ensino-Desenvolvimental.-Sistema-Galperin-Talizina.pdf>
- Saharrea, J. M. y Viale, C. M. (2021). Pragmatismo, método y educación: Dewey y Rorty acerca de How We Think. *Análisis Filosófico*, 41(2), 197-229. <https:// analisisfilosofico.org/index.php/af/article/view/435/297>
- Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma.
- Solís, C. (2007). *Inicios en Epistemología. Filosofía y teoría de la ciencia*. San Marcos.
- Talizina, F. N. (2019). *La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Tigse Parreño, C. M. (2019). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*, 2(1), 25-28. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>
- Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (3ª ed.). Ecoe Ediciones.
- Torres Carceller, A. (2020). La cocreación como medio de aprendizaje cooperativo. Un modelo de debate y creatividad en la formación de futuros maestros. *Tercio creciente*, (extra5), 129-141. <https://doi.org/10.17561/rtc.extra5.5751>
- Trigueros, M. (2005). La noción de esquema en la investigación en matemática educativa a nivel superior. *Educación Matemática*, 17(1), 5-31. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40517101>
- Triola, M. (2009). *Estadística* (10ma ed.). Pearson Educación.
- Tünnermann Bernheim, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, (48), 21-32. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37319199005.pdf>

- Vidal Raméntol, S. y Fuertes Camacho, M. T. (2013). La dinámica de grupos para el trabajo cooperativo facilita la comunicación. *Vivat Academia*, (123), 1-12. <https://www.redalyc.org/pdf/5257/525752942001.pdf>
- Villasís-Keever, M. Á., Márquez-González, H., Zurita-Cruz, J. N., Miranda-Navales, G. y Escamilla-Núñez A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alergia México*, 65(4), 414-421. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v65n4/2448-9190-ram-65-04-414.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Científico-Técnica.
- White, H. y S. Sabarwal (2014). *Diseño y métodos cuasiexperimentales*. Síntesis metodológicas: evaluación de impacto N.º 8. Centro de Investigaciones de UNICEF. <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>