

La yupana como estrategia etnomatemática para la construcción del número en educación primaria

The yupana as an ethnomatematic strategy for the construction of the number in primary education

José Carlos Arévalo Quijano¹, José Pardo Gómez¹

¹Universidad Nacional José María Arguedas. jcarevalo@unajma.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0422-1965>, jpardo@unajma.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6589-4103>

Resumen

El artículo tiene como objetivo aplicar la yupana como estrategia etnomatemática en la construcción de números en los niños del primer y segundo grado, para ello se utilizó una investigación de tipo **experimental** y **su diseño es cuasi experimental** de corte transversal con pre y post test. El procedimiento inicia con la aplicación de 53 pre y post test a estudiantes de primer y segundo grado de la Institución Educativa de Primaria 54163. Los resultados fueron analizados con el criterio estadístico puesto que en el post test del grupo experimental el 18% y 64% del total de niños se ubican en la escala de calificación de logro destacado y logro previsto, lo que significa que los niños logran desarrollar las capacidades de clasificación, seriación, ordinalidad, cardinalidad, correspondencia biunívoca y conservación. Finalmente, el nivel de significancia del 5% en el estadístico de la prueba de hipótesis de la t se tiene que $t_0 = 5,6895$ mayor a $t = -2,007$.

Palabras clave: Algoritmo, estrategia metodológica, etnomatemática, rendimiento académico y la yupana.

Abstract

The article aims to apply the yupana as an ethnomathematical strategy in the construction of numbers in children of the first and second grade, for which an experimental type investigation was used and its design is quasi-experimental with a cross-sectional pre and post test.

The procedure begins with the application of 53 pre and post test to first and second grade students of the Elementary Educational Institution 54163. The results were analyzed with statistical criteria since in the post test of the experimental group 18% and 64% of all children are located on the rating scale of outstanding achievement and expected achievement, which means that children manage to develop the capacities of classification, serialization, ordinality, cardinality, one-to-one correspondence and conservation. Finally, the significance level of 5% in the t-hypothesis test statistic shows that $t_0 = 5.6895$ greater than $t = -2.007$.

Keywords: Algorithm, methodological strategy, ethnomatematics, academic performance and the Yupana.

1. Introducción

Los resultados de las evaluaciones de PISA (2015) y de la Evaluación Censal de Estudiantes (2016) dan conocer que los estudiantes no están logrando los aprendizajes esperados, estos resultados dan a conocer que los niños no están desarrollando todas sus competencias y capacidades para enfrentar la vida, es así, que se hace necesario la utilización de estrategias dinámicas para desarrollar las capacidades de los niños. Por ello, es importante iniciar la construcción del concepto del número natural por medio de la yupana como estrategia etnomatemática poniendo en juego diferentes tareas de clasificación, seriación, ordinalidad, cardinalidad, correspondencia biunívoca y conservación, donde el niño use los números naturales desde sus diferentes contextos, se logra así un aprendizaje significativo pues posibilita una

conexión entre las nuevas ideas respecto al número natural y lo que el estudiante ya conoce. Con el uso de yupana se pretende fortalecer las capacidades pedagógicas de los docentes en mejorar el desempeño en cuanto al uso de didácticas en la matemática en las competencias de número y numeración, que los niños y niñas alcancen mayores logros en la construcción de aprendizaje del área.

Tabla 1: Nociones de la construcción de números

Clasificación	Piaget sostiene que es un instrumento intelectual que permite al niño organizar mentalmente el mundo que le rodea, para clasificar es necesario extraer
---------------	---

	de los objetos determinados atributos esenciales que los definen, estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos.
Seriación	Es una operación lógica que a partir de un sistema de referencias, permite establecer relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto, y ordenarlos según sus diferencias, ya sea en forma decreciente o creciente.
Ordinalidad	Según Baroody, se refiere a colocar colecciones en sucesión por orden de magnitud. Mientras que para Piaget, se haya vinculada con la ubicación del todo cardinal en una serie asimétrica en la cual ocupa un lugar determinado en razón de ser mayor que el anterior y menos que el siguiente.
Cardinalidad	Piaget plantea que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que lo forman, independientemente de la naturaleza de éstos y de la disposición espacial en que se encuentran distribuidos.
Correspondencia Biunívoca	Para Piaget, la relación de equivalencia interviene tanto en el concepto de cardinalidad como en el de ordinalidad del número.
Conservación	Piaget plantea que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que lo forman, independientemente de la naturaleza de éstos y de la disposición espacial en que se encuentran distribuidos.

Fuente: Geoffrin

Laurencich (2007), sostiene que la yupana era la representación de Pachamama la tierra antropizada que permitía ordenar ya sea a la administración del territorio del Tahuantinsuyo ya sea a sus dioses antepasados y fuerzas sagradas (en forma de números sacros) transformándolas en huacas fijas en el territorio. Las yupanas en forma de damero son un instrumento y un sistema de escritura, al mismo tiempo, que con los demás sistemas de escritura andinos (quipu, capacquipu y tocapu). utilizan signos y materiales distintos, pero perfectamente integrados, también en sus reglas de práctica y lógicas que varían entre la lógica lineal y la lógica holística (p.375).

La Yupana es conocida como el Abaco Inca, y servía como el complemento del Quipu: con la yupana los matemáticos incas podían sumar, restar, multiplicar y dividir, antes de poner esta información numérica en los Quipus.

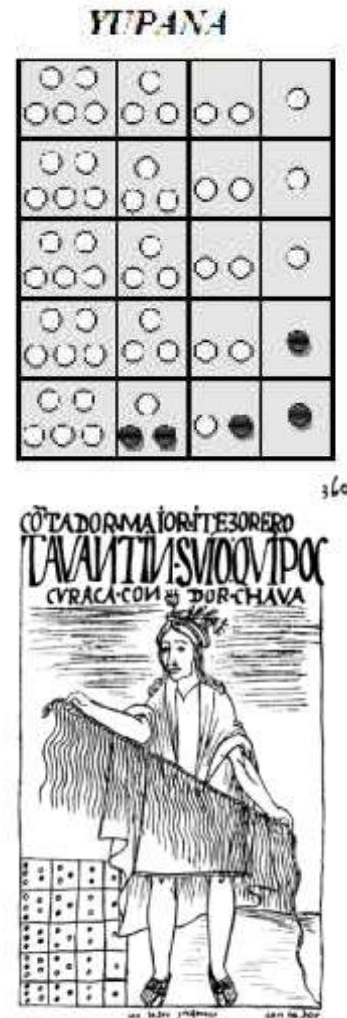


Figura 1: Dibujo de Huaman Poma de Ayala y una Yupana

A. Uso de materiales concretos: La Yupana

Los materiales concretos son aquellos dispositivos que permiten al niño manipular durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya sea para interactuar libremente o para responder a preguntas planteadas.

Los materiales concretos pueden ser estructurados y no estructurados. Los materiales concretos no estructurados son aquellos que se elaboran con recursos naturales propios de la zona (piedrecillas, palillos, tapas, semillas, envases de plástico o cartón, latas, etc.). Se denominan materiales concretos estructurados aquellos que han sido elaborados previamente con propósitos pedagógicos (Yupana, material base diez, regletas cuisenaire, bloques lógicos, geoplano, etc.). En este caso describimos el material

concreto de la Yupana.

La Yupana es un tablero que está constituido por cuatro columnas y cinco filas, las columnas indican los grupos de 1, 2, 3 y 5 de derecha a izquierda, mientras las filas obedecen a niveles o bases, que pueden ser binario, ternario, quinario, decimal, etc.; para el caso del nivel primario se utiliza el orden decimal. Además, se dispone de piedrecillas de colores, con las que se operan las secuencias de números y los cálculos aritméticos. Su estructura se basa en el esquema que se presenta en la obra “Primer nueva crónica y buen gobierno”.

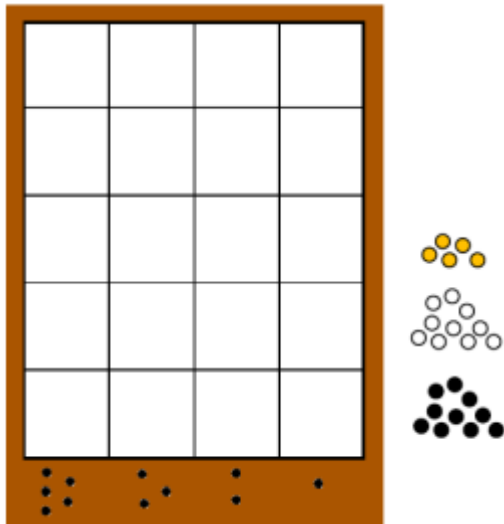


Figura 2: Adaptación pedagógica de la Yupana multibase

B. Representación de numerales con la yupana.

Los niños proceden a llenar una piedrecilla en la columna de las unidades.

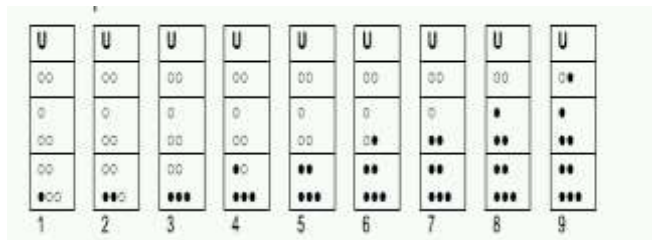


Figura 3: Columna de unidades

El profesor en la pizarra hace la representación gráfica

y cifrada correspondiente a cada número. Cuando llegan a diez las unidades se procede a canjear por otra orden (D) “nunca diez”.

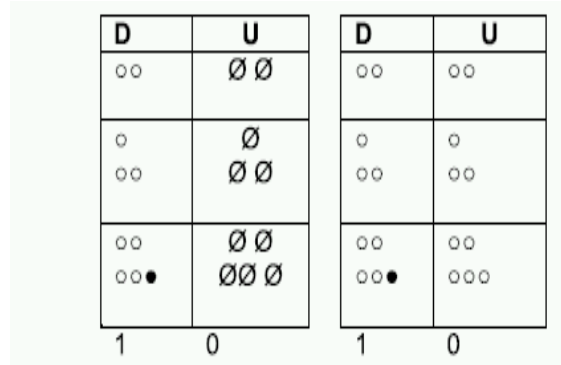
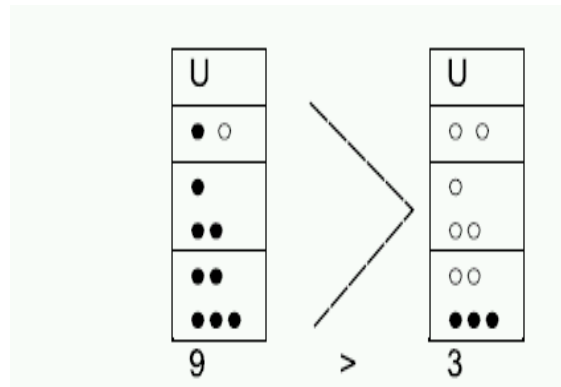


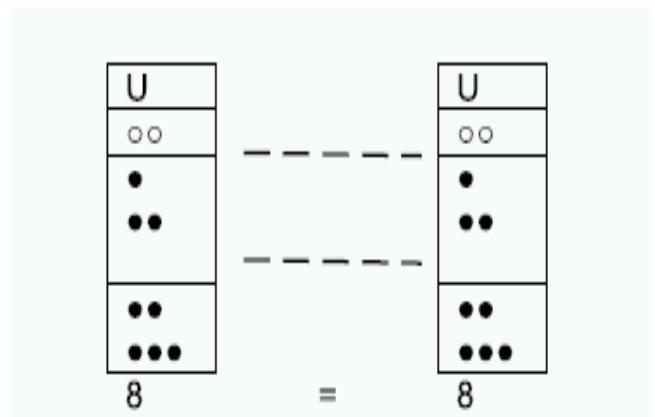
Figura 4: Del 0 al 9 comparación de números.

Se pide a los niños que “por pareja” uno de ellos representa en la yupana el número 9 y el otro el número 3. El profesor representa en la pizarra.



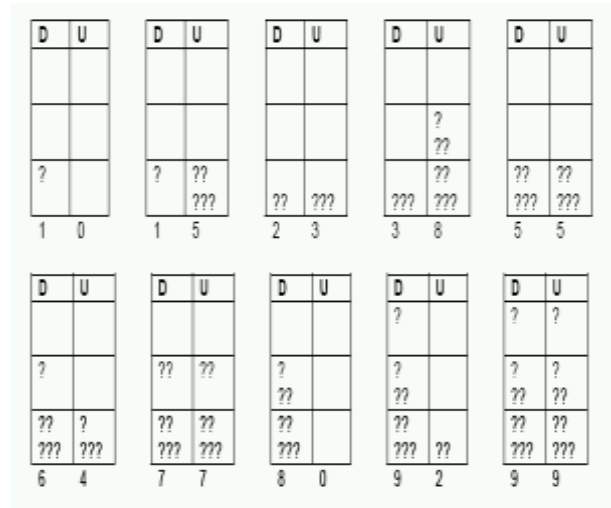
Nueve es mayor que tres.

Figura 5: Se pide a los niños que represente 8 en cada tablero



Ocho es igual a ocho.

Figura 6: Representación de números del 10 al 99.



2. Métodos

El estudio es de tipo experimental y su diseño es cuasi experimental, se realizó durante el año 2018, con 53 niños que estudian en dos instituciones educativas de educación intercultural bilingüe de Andahuaylas.

Dentro de los instrumentos utilizado se encuentra pre test grupo experimental, pre test grupo control, post test grupo experimental, post test grupo control.

2.1 Diagrama del diseño cuasi experimental:

Grupo experimental
 GE: O1.....X.....O2
 GC: O1.....O2

Donde:

GE: Grupo experimental
 GC: Grupo control
 X: Aplicación de la yupana como estrategia etnomatemática
 O1: Pre test
 O2: Post test

La hipótesis planteada en el estudio es que si existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes promedios de las capacidades de la construcción del número entre el grupo experimental y el grupo control de los niños.

La variable independiente considerada en el estudio es: la yupana como estrategia etnomatemática y la dependiente: construcción del número.

2.2 Estadística para la prueba de hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se aplicó una prueba de t de student de comparación de dos medias con relación a una variable de eficacia cuantitativa, para la cual se

determinó dos muestras independientes e intactas en la yupana como estrategia etnomatemática en la construcción de números en educación primaria; mientras que para el análisis y procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 24.

3. Resultados y discusión

El proceso de recolección y análisis de la información se realizó de la siguiente manera: a) Aplicar el pre test y post test, b) Procesar la información mediante el SPSS y otros programas estadísticos, c) Organizar los datos en cuadros para poder probar las hipótesis y d) Interpretar y fundamentar las principales evidencias y resultados encontrados.

De acuerdo a los objetivos planteados y está organizado de la siguiente manera: Primero, se considera los resultados del pre test para ambos grupos cuya finalidad es determinar cómo se encuentran los niños del primer y segundo grado en la construcción de números. Segundo se da conocer los resultados de la post test del grupo experimental que se da luego de la aplicación del tratamiento experimental (aplicación de la yupana como estrategia etnomatemática) para identificar la influencia de éste en el desarrollo de las capacidades de la construcción números; en el grupo control se utilizó otros materiales y recursos propios del salón de clase para desarrollar dichas capacidades, luego de las pruebas se realiza el diseño estadístico de la prueba de τ para dos muestras dependientes o apareadas puesto que se compara los estadísticos de dos conjuntos de puntuaciones de los mismos sujetos. Las mediciones se hacen sobre la muestra de sujetos tanto antes como después de la introducción de algún fenómeno. Finalmente se considera la comparación de los resultados del pre test y post test en ambos grupos.

3.1 Resultado del pre test

Resultados según capacidades del grupo experimental

Los resultados alcanzados en el pre test de acuerdo a las capacidades de la construcción de números se observan que; el 50% de los niños no logran extraer de los objetos determinados atributos esenciales que los definen, estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos, el 57% no establecen relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto, y ordenarlos según sus diferencias, ya sea en forma decreciente o creciente, el 64% no colocan colecciones en sucesión por orden de magnitud, el 61% no plantea que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que lo forman, 46% con relaciona la equivalencia tanto de la cardinalidad como en el de ordinalidad del número y el 64% no percibe que una cantidad no varía cualesquiera que sean las modificaciones.

Tabla 2. Desarrollo de capacidades para la construcción de números en niños del primer y segundo grado del grupo

experimental.

Construcción N	si logro		no logro		Total	
	f	%	F	%	f	%
Clasificación	14	50%	1	50	2	100
Seriación	12	43%	1	57	2	100
Ordinalidad	10	36%	1	64	2	100
Cardinalidad	11	39%	1	61	2	100
Correspondencia	15	54%	1	46	2	100
Conservación	10	36%	1	64	2	100
	12	43%	1	57	2	100

Fuente: Matriz de resultados del pre test del grupo experimental

Los resultados generales en el pre test del grupo experimental demuestran que el 57% de los niños no desarrollan las capacidades de la construcción de números que implica una serie de operaciones lógicas que realiza la mente al considerarlo como una colección de unidades denotadas en las tareas asignadas de clasificación, seriación, ordinalidad, cardinalidad, correspondencia biunívoca y conservación.

3.2 Resultados según capacidades del grupo control

Los resultados alcanzados en el pre test de acuerdo a las capacidades de la construcción de números se observa que; el 52% de los niños no logran extraer de los objetos determinados atributos esenciales que los definen, estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos, el 60% no establecen relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto, y ordenarlos según sus diferencias, ya sea en forma decreciente o creciente, el 64% no colocan colecciones en sucesión por orden de magnitud, el 60% no plantea que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que lo forman, 60% con relaciona la equivalencia tanto de la cardinalidad como en el de ordinalidad del número y el 64% no percibe que una cantidad no varía cualesquiera que sean las modificaciones.

Tabla 3. Desarrollo de capacidades para la construcción de números en niños del primer y segundo grado del grupo control.

Construcción N	si logro		no logro		Total	
	Fi	%	fi	%	fi	%
Clasificación	12	48%	13	52%	25	100%
Seriación	10	40%	15	60%	25	100%
Ordinalidad	9	36%	16	64%	25	100%
Cardinalidad	10	40%	15	60%	25	100%
Correspondencia	10	40%	15	60%	25	100%
Conservación	9	36%	16	64%	25	100%

Total – promedio 10 40% 15 60% 25 100%

Fuente: Matriz de resultados de pre test del grupo control

Los resultados generales en el pre test del grupo control demuestran que el 60% de los niños no desarrollan las capacidades de la construcción de números que implica una serie de operaciones lógicas que realiza la mente al considerarlo como una colección de unidades denotadas en las tareas asignadas de clasificación, seriación, ordinalidad, cardinalidad, correspondencia biunívoca y conservación

En la investigación al analizar la yupana como estrategia etnomatemática en la construcción de números en educación primaria se tuvieron en cuenta las siguientes dimensiones, indicadores y escala.

Tabla 4. Dimensiones, indicadores y escala de valoración (si logro, no logro) para el estudio la yupana como estrategia etnomatemática en la construcción de números post test grupo experimental.

Dimensiones	Indicadores
Clasificación	Agrupar las figuras geométricas por tamaño Agrupar las figuras geométricas por color Agrupar las figuras geométricas por forma Agrupar las figuras geométricas por color y forma
Seriación	Completar los valores que hacen falta para completar la serie numérica. Ordenar figuras de diferente tamaño de mayor a menor, de izquierda a derecha. Ordenar objetos de diferente tamaño del más grande al más pequeño de izquierda a derecha. Ordenar el valor de las casillas del menor al mayor puntaje
Ordinalidad	Identificar el lugar que ocupa el objeto de color contando de izquierda a derecha. Señalar con una x el quinto lugar del objeto, contando de izquierda a derecha. Reconocer el número que hace falta teniendo en cuenta el número anterior y el siguiente.
Cardinalidad	Escribir el símbolo numérico que indica una colección. Escribir y diferenciar el símbolo numérico correspondiente a cada

	cantidad. Cuenta elementos y asigna el símbolo numérico correspondiente
Correspondencia Biunivoca	Representa la misma cantidad de elementos en los dos conjuntos paralelos. Asocia la correspondencia de los elementos de un conjunto con el número del otro conjunto. Realiza la correspondencia de cantidades (doble).
Correspondencia	Percibe que una cantidad no varía cualesquiera que sean las modificaciones. Diferencia la cantidad con la posición. Reconoce el cambio de posición sin la modificación de la cantidad.

Tabla 5. Dimensiones, indicadores y escala de valoración (si logro, no logro) para el estudio la yupana como estrategia etnomatemática en la construcción de números post test grupo control.

Dimensiones	Indicadores
Clasificación	Agrupar las figuras geométricas por tamaño Agrupar las figuras geométricas por color Agrupar las figuras geométricas por forma Agrupar las figuras geométricas por color y forma
Seriación	Completar los valores que hacen falta para completar la serie numérica. Ordenar figuras de diferente tamaño de mayor a menor, de izquierda a derecha. Ordenar objetos de diferente tamaño del más grande al más pequeño de izquierda a derecha. Ordenar el valor de las casillas del menor al mayor puntaje
Ordinalidad	Identificar el lugar que ocupa el objeto de color contando de izquierda a derecha. Señalar con una x el quinto lugar del objeto, contando de izquierda a derecha. Reconocer el número que hace falta teniendo en cuenta el número anterior y el siguiente.

Cardinalidad	Escribir el símbolo numérico que indica una colección. Escribir y diferenciar el símbolo numérico correspondiente a cada cantidad. Cuenta elementos y asigna el símbolo numérico correspondiente
Correspondencia Biunivoca	Representa la misma cantidad de elementos en los dos conjuntos paralelos. Asocia la correspondencia de los elementos de un conjunto con el número del otro conjunto. Realiza la correspondencia de cantidades (doble).
Correspondencia	Percibe que una cantidad no varía cualesquiera que sean las modificaciones. Diferencia la cantidad con la posición. Reconoce el cambio de posición sin la modificación de la cantidad.

Seguidamente se realiza un trabajo de campo en los meses de setiembre y octubre 2018; en el que se desarrollaron de manera general las siguientes actividades.

Elaboración de una propuesta para el desarrollo del estudio.
Diseño de los instrumentos, Administración de los instrumentos de recolección de datos a los docentes que forman parte de la muestra (una vez obtenida la autorización de los docentes de las instituciones educativas), Creación de la base de datos en el paquete estadístico SPSS-24 para luego analizar la información.

Del valor obtenido de $|0,5436| < |2,007|$, es decir $|t_0| < |t_{\alpha}|$ (t_0 calculada es menor que la t_{α} tabulada), entonces se rechaza hipótesis alterna, con lo que se afirma que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes obtenidos de las capacidades de construcción de números entre los niños del grupo experimental y control. Se concluye:

H1: Si existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes promedios de las capacidades de la construcción del número entre el grupo experimental y el grupo control de los niños.

H0: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes promedios de las capacidades de la construcción del número entre el grupo experimental y el grupo control de los niños.

Los resultados del pre test denotan que la mayoría de los niños se encuentran ubicados en la escala de calificación en

inicio, tanto en el grupo experimental como en el grupo control con un 68% y 72% respectivamente, puesto que no logran desarrollar las capacidades de la construcción números, por lo que se aplica el tratamiento experimental (Yupana como estrategia etnomatemática).

En los resultados de la post test del grupo experimental la mayoría de los niños se ubican en la escala de calificación de logro destacado con un 18% y en logro previsto con un 64% del total de niños evaluados, con lo que se afirma que la aplicación de la yupana influye en logro de las capacidades de extraer de los objetos determinados atributos esenciales que los definen, estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos, establecer relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto, y ordenarlos según sus diferencias, ya sea en forma decreciente o creciente, colocar colecciones en sucesión por orden de magnitud, plantea que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que forman, relaciona la equivalencia tanto de la cardinalidad como en el de ordinalidad del número y percibe

que una cantidad no varía cualesquiera sean las modificaciones en los niños del primer y segundo grado sin embargo en el grupo control la mayoría de niños se ubican en la escala de calificación en proceso con un 36% y un solo 12% en logro previsto estos resultados demuestran que los niños están en proceso de lograr las capacidades evaluadas para lo cual necesitaran más tiempo y mayor atención del docente.

Tabla 6. Comparación entre la pre test y post test del grupo experimental y control

Escala de calificación		Pre test				Post test			
		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control	
		fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
Logro destacado	[18 - 20]	1	4%	0	0%	5	18%	2	8%
Logro previsto	[14 - 17]	3	11%	2	8%	18	64%	3	12%
En proceso	[11 - 13]	5	18%	5	20%	4	14%	9	36%
En inicio	[00 - 10]	19	68%	18	72%	1	4%	11	44%
TOTAL		28	100%	25	100%	28	100%	25	100%

Fuente: Base de datos de la pre y post test

4. Conclusiones

La aplicación de la yupana como estrategia etnomatemática influye en el desarrollo de las capacidades de la construcción de números en los niños del primer y segundo grado en educación primaria. Puesto que en el post test del

grupo experimental el 18% y 64% de del total de niños se ubican en la escala de calificación de logro destacado y logro previsto, lo que significa que los niños logran desarrollar las capacidades de clasificación, seriación, ordinalidad, cardinalidad, correspondencia biunívoca y conservación; asimismo a un nivel de significancia del 5% en el

estadístico de la prueba de hipótesis de la t se tiene que $t_0 = 5,6895$ mayor a $t_{\alpha} = -2,007$ entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo que significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes obtenidos de los niños del grupo experimental y control.

La yupana logra desarrollar la capacidad de clasificar, puesto que en el post test del grupo experimental el 76% de los niños logran extraer de los objetos determinados atributos esenciales que los definen, estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos.

La utilización de la yupana logra mejorar la capacidad de seriar, ya que el 79% de los niños establecen relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto, y ordenarlos según sus diferencias, ya sea en forma decreciente o creciente.

El uso de la yupana logra incrementar el desarrollo de la capacidad ordinalidad de números, puesto que el 75% de los niños colocan colecciones en sucesión por orden de magnitud.

La yupana logra desarrollar la capacidad de cardinalidad, puesto que en el post test del grupo experimental el 79% de los niños logran plantear que es la propiedad que tiene un conjunto con respecto a la totalidad de los elementos que lo forman.

La utilización de la yupana logra mejorar la capacidad de correspondencia biunívoca seriar, ya que el 79% de los niños relacionan la equivalencia tanto de la cardinalidad como en el de ordinalidad del número.

El uso de la yupana logra incrementar el desarrollo de la capacidad conservación de números, puesto que el 61% de los niños perciben que una cantidad no varía cualesquiera que sean las modificaciones.

Referencias

- Apaza, H. (2017). La yupana, material manipulativo para la educación matemática. *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Apaza, H. S. (2016). Las cantidades en la yupana desde una perspectiva cultural andina. *Educación matemática en la infancia*, 36-49.
- Bernedo, G. (2018). Efecto del programa yupanamat en las operaciones aritméticas en estudiantes de primaria. *Maestra en problemas de aprendizaje*. Universidad César Vallejo, Lima.
- Cabrera, B. (2018). La yupana: un instrumento histórico como alternativa didáctica para el desarrollo de competencias matemáticas en el aprendizaje de las cuatro operaciones básicas. *Acta latinoamericana de matemática educativa*, 392-396.
- Carrillo, L. (2020). Técnicas etnomatemáticas para el desarrollo del cálculo mental de los estudiantes de segundo año de EGB de la Unidad Educativa Carlos María de la Condamine

Pallatanga Chimborazo. *Mestría en pedagogía*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.

- Hernandez, R. &. (2018). *Metodología de la investigación*. México: MC GRAW HILL.
- Malpartida, J. &. (2017). La yupana y el aprendizaje de la multiplicación de números enteros en los alumnos del primer grado de educación secundaria de la I.E Illathupa. *Licenciado en Educación*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huanuco.
- Paucar, A. &. (2017). La etnomatemática y la enseñanza aprendizaje de matemática en los estudiantes del tercer grado de primaria de la I.E 31769 Carlos Eduardo Zavaleta del anexo de Huayllabamba distrito de Cosme Huancavelica. *Título de segunda especialidad*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Rojas, M. &. (2015). Sistema de numeración inka en la yupana y el khipu. *Revista Latinoamericana de etnomatemática*, 46-68.
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistemológicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 102-122.