

Usabilidad, análisis y evaluación de materiales didácticos con código del Perú antiguo para la enseñanza de matemática

Usability, analysis and evaluation of teaching materials of ancient Peru code for teaching mathematics

Ricardo Vilchez Chumacero¹

RESUMEN

Objetivo: Determinar la correlación de usabilidad, análisis y evaluación de los materiales didácticos: yupana, quipu y tokapu, en la enseñanza de matemática, en una muestra de profesores de educación primaria. **Métodos:** El modelo de investigación fue experimental. La muestra de 67 docentes de educación primaria de la ciudad de Huacho. El instrumento utilizado en el estudio de campo fue el Cuestionario para medir la Usabilidad, Análisis, y Evaluación de Materiales Didácticos validado por un juicio de expertos con un coeficiente de validez aceptable (85,7%) y Alfa de Cronbach 0,995. **Resultados:** La mayoría de docentes (98,5%) tuvieron puntuaciones entre 100 y 137 puntos en cuestionario. La media fue de 119,37. La categoría que más se repitió fue de 126 (Totalmente de acuerdo). Cincuenta por ciento de los profesores estuvo por encima de 120 y el restante 50% situado por debajo de este valor (mediana). La prueba estadística paramétrica utilizada es el Coeficiente de correlación de Pearson, se calculó a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra de 67 profesores de primaria, las variables del estudio fueron: usabilidad, análisis y evaluación. **Conclusiones:** En las correlaciones se aceptaron las hipótesis de investigación con probabilidad de error del 1%. Obteniéndose la correlación entre la usabilidad y el análisis de las actividades con el material propuesto fue positiva media ($r=0,58$ significativa). La correlación entre la usabilidad y el puntaje de la evaluación del material propuesto fue positiva media ($r=0,604$ significativa). La correlación entre el análisis de las actividades y el puntaje de la evaluación del material propuesto fue considerable y positiva ($r=0,821$ significativa).

Palabras clave: Yupana, quipu, tokapu, material didáctico, matemática.

ABSTRACT

Objective: To determine the correlation of usability, analysis and evaluation of teaching materials: yupana, quipu and tokapu in the teaching of mathematics, in a sample of primary teachers. **Methods:** The research model was experimental. The sample of 67 primary school teachers from the city of Huacho. The instrument used in the field study was to measure the Usability Questionnaire, Analysis, and Evaluation of Instructional Materials validated by an expert opinion with an acceptable coefficient of validity (85.7%) and Cronbach's alpha 0.995. **Results:** The majority of teachers (98.5%) had scores between 100 and 137 points in the questionnaire. The average was 119.37. The category that was repeated was 126 (strongly agree). Fifty percent of teachers was above of 120 and 50% located below this value (median). Parametric statistical test use dis the Pearson product-moment correlation coefficient was calculated from the scores in a sample of 67 primary teachers, the study variables were: usability, analysis and evaluation. **Conclusions:** correlations research hypotheses were accepted with probability of error of 1%. Correlation was obtained between usability and analysis of activities with the proposed material was positive half ($r=0.58$ significant). The correlation between usability and evaluation score proposed material was positive mean ($r=0.604$ significant). The correlation between activity analysis and evaluation score proposed material was significant and positive ($r=0.821$ significant).

Keywords: Yupana, quipu, tokapu, teaching materials, mathematics.

¹Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

INTRODUCCIÓN

Rivas (2010) sostiene que el término yupana es un vocablo quechua que deriva del verbo yupay que significa contar. Por otra parte Espinoza (2011) definió la yupana como un tablero rectangular de cálculo de los matemáticos andinos, quienes se colocaban en la parte más alta de la tabla, al lado de los casilleros con más círculos para evitar movimientos innecesariamente largos. Es por ello que Laurencich y Rossi (2007) mencionan que las yupanas tienen la forma de damero y que son instrumentos y un sistema de escritura al mismo tiempo, con piedrecitas de colores distintos; las unidades (blancas), las decenas (negras), las centenas (rosadas), los miles (verdes), los diez y miles (rojas). Christie (2005) considera que primero la yupana servía como instrumento de calcular la cantidad de cualesquiera objetos, productos o personas y después él era traducido y registrado en el quipu. Guaman (2011) explica que el contador inca hacía cuentas de manera similar como hacen en tablas numerales, pudiendo contar cifras como cien mil, diez mil, ciento y diez hasta llegar a uno. Por otra parte Ruiz (2009), sostuvo que la yupana es una especie de tetractis de valor 11, ($1+2+3+5=11$), es una construcción numérica netamente prima (1, 2, 3, 5 y 11 son números primos). La serie de 1, 2, 3, 5 es también considerada como la serie básica de Fibonacci.

Los quipus fueron estudiados por Pease, Morris, Santillana, Matos, Carcedo, y Arrellano, (1999) mencionan que los quipus son descritos como un recurso de manejo de información que consta de una serie de cuerdas provistas de nudos. En una cuerda principal y horizontal se fijaban varias cuerdas verticales, de las que se podía colgar otras cuerdas auxiliares o secundarias. Su grosor varía también respectivamente. También había cuerdas superiores que podían estar provistas de cuerdas laterales. Estas se podían diferenciar por los colores. Por otra parte, Laurencich y Rossi (2007) señalan que con la yupana la resta y la suma resultaban muy fáciles porque, al levantarla por la base, parece un quipu con muchos cordeles en el cual las casillas de la tabla corresponden a cordeles colgantes y las piedrecillas de variados colores y formas, a los nudos; de hecho, como en el quipu, el cero es un cordel sin nudos, del mismo modo en la casilla queda vacía. Precisamente

lo mismo es con la multiplicación, cuyos expertos eran los quipucamayoc. Por consiguiente Burns (2002) indica que los quipus constan de un cordón o cuerda principal retorcida que termina en nudo sujetador del retorcido, con atados que suelen ser llamados colgantes; los hilos colgantes eran de dos o tres cabos y variaban en longitud y en número de pocos a muchos; la dirección de los colgantes era hacia abajo, hay ejemplares con cuerdas aisladas dispuestas hacia arriba; los hilos y cuerdas colgantes pueden o no tener atadas a ellos subhilos que suelen ser denominados cuerdas subsidiarias, la distribución de las cuerdas colgantes es toda la extensión de la cuerda principal, muy unidas entre sí, a veces separadas por pequeñas distancias. En este sentido se comprende la descripción de los quipus de contabilidad de Laurencich (2009) quien tiene en cuenta la dirección de los nudos convierte el quipu en un registro por partida doble; la torsión de cada una de las cuerdecillas indicaba el estado de las mercancías registradas; el indicador de clase colocado al final de la cuerda maestra, permite asignar al quipu a su clase de pertenencia; la posibilidad de otorgar a los nudos sobre los que se aplican nudos de colores, unos valores que de lo contrario los daría su posición.

Pease *et al.*, (1999) definen la palabra tokapu como rectángulos provistos de figuras geométricas que se resaltan por medio de colores contrastantes y que se hallan también en diversas vasijas y queros. El único tokapu cuyo significado está más o menos identificado, es el que reproduce el unco con el motivo de damero. Este unco era portado por los aliados y era el vestido de los rangos altos del ejército inca, con lo que se podría decir que significaba conquista. Otro tokapu es el de "la llave" por la forma del motivo geométrico que ostenta. Suele aparecer aislado y solamente con su yanantin en la parte superior del unco. La parte inferior del mismo está cubierta con bandas de color marrón. Este tipo de unco está relacionado con la administración y las bandas probablemente representen las terrazas de cultivo. Debe señalarse que Laurencich (2009) indica que los tokapus, eran una clara forma de escritura ideográfica de la que se tenía un recuerdo bien claro, aunque no existiese una versión unificada. Los tokapus resultan una forma de escritura de carácter sagrado con grandes posibilidades: de hecho era una escritura muy flexible, que incluía una amplia gama de valores

de lo sagrado y de sagradas relaciones para el hombre e, incluso más, no estaba estrechamente vinculada a la lengua quechua como los capacquipes con sus respectivos ticcisimis sino que la podían leer quienes no hablaban esa lengua tomando así un carácter interactivo.

El estudio trata de la aplicación de material lúdico manipulativo yupana, quipu y tokapu para la enseñanza de matemática bajo tres variables (usabilidad, análisis y evaluación), desarrollando un estudio correlacional para comprobar sus efectos en una muestra de docentes de Educación Primaria. Los materiales aportados representan una innovación en la metodología de la enseñanza de matemática. Con ello se verá incrementada la calidad de la educación.

En función de la revisión bibliográfica, nos preguntamos: ¿es viable la aplicación del material didáctico yupana, quipu y tokapu en el funcionamiento ordinario de las clases de matemáticas?, ¿están abiertos los profesores a entrar en la dinámica de utilización de este material didáctico en sus clases?, ¿se podría generalizar la aplicación del material didáctico a una muestra más amplia de instituciones educativas y de grupos, teniendo en cuenta los resultados de esta investigación?

Al relacionar las variables usabilidad, análisis y evaluación de materiales didácticos se combinan por pares y se formularon las hipótesis.

Usabilidad y análisis

H_0 : La usabilidad no está correlacionado con el análisis de las actividades del material propuesto.

H_1 : La usabilidad está correlacionada con el análisis de las actividades del material propuesto.

Usabilidad y evaluación

H_0 : La usabilidad no está correlacionado con el puntaje en la evaluación del material propuesto.

H_1 : La usabilidad está correlacionada con el puntaje en la evaluación del material propuesto.

Análisis y evaluación

H_0 : El análisis de las actividades realizadas no está correlacionado con el puntaje en la evaluación del material propuesto.

H_1 : El análisis de las actividades realizadas está correlacionado con el puntaje en la evaluación del material propuesto.

El objetivo fue determinar la correlación de usabilidad, análisis y evaluación de los materiales didácticos: yupana, quipu y tokapu, en la enseñanza de matemática, en una muestra de profesores de educación primaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y desarrollo de la investigación

El modelo de investigación es de carácter experimental. Nivel de investigación: correlacional-descriptivo. Los materiales didácticos utilizados se denominan yupana, quipu y tokapu, material de apoyo en la fase intuitivo concreta del proceso de enseñanza aprendizaje de Matemática, que mejora la formación de conceptos relacionados con el valor posicional de la cifras en la escritura de los números, relaciones y operaciones aritméticas.

Se analizó, diseñó, construyó y enseñó el manejo de los materiales didácticos yupana, quipu y tokapu a una muestra de docentes de primaria, correspondientes a tres Instituciones Educativas. Cabe señalar que se realizó la medición de la usabilidad, análisis y evaluación de la yupana, quipu y tokapu a los docentes mediante el instrumento Usabilidad, Análisis, y Evaluación de Materiales Didácticos (UAEMD), de valoración cualitativa, aplicada después de que el docente ha tenido la oportunidad de utilizar los materiales didácticos propuestos.

Población y muestra

La población: constituida por docentes de Instituciones Educativas de nivel primario, del distrito de Huacho, provincia de Huaura, Departamento de Lima. La muestra estuvo formada por 67 docentes de Educación Primaria de Instituciones Educativas. La muestra es no aleatoria, ya que tanto la elección de los profesores fue de tipo voluntario.

Cuestionario UAEMD

Su propósito era proporcionar 28 preguntas que permite establecer correlaciones cruzadas entre las variables: usabilidad del material didáctico (8 preguntas), análisis de las actividades realizadas con el material didáctico (10 preguntas) y evaluación del material didáctico (10 preguntas).

El instrumento fue sometido a un juicio de expertos y se determinó el coeficiente de validez de 85,7% y el valor Alfa de Cronbach de 0,995. El instrumento evaluado tiene una validez aceptable y sumamente confiable.

Procesamiento de datos

Para realizar el análisis de las opiniones de los docentes de las tres instituciones educativas, previamente se presentó los materiales didácticos propuestos con el objeto de aprender su funcionamiento, se dejó cinco minutos para que lo practiquen. A continuación se les tomó el cuestionario UAEMD.

Los datos se analizaron de acuerdo con los siguientes procedimientos: ordenar y revisar el

material recogido con el instrumento UAEMD; recoger y analizar los datos codificándolos con el programa informático SPSS 20 y Microsoft Excel; explicar las pruebas estadísticas que correspondan: análisis de fiabilidad y coeficiente de correlación de Pearson e interpretar los datos en función de las hipótesis de investigación.

Material didáctico yupana

La yupana elegida como material didáctico, fue un modelo para realizar sumas de hasta 5 cifras, fácil de implementar y adaptar a los contenidos curriculares de matemática de primaria. Se construyó un tablero rectangular de 0,25 m de largo, 0,20 m de ancho y 0,007 m de espesor, de diferentes colores, con 20 casillas (0,05 x 0,05 m), cada casilla con agujeros circulares (0,0127 m de diámetro). El número de agujeros y distribución se muestran en la Figura 1. Se utilizó una yupana por alumno. Se construyó de Etileno Vinil Acetato (microporoso), un polímero tipo termoplástico.

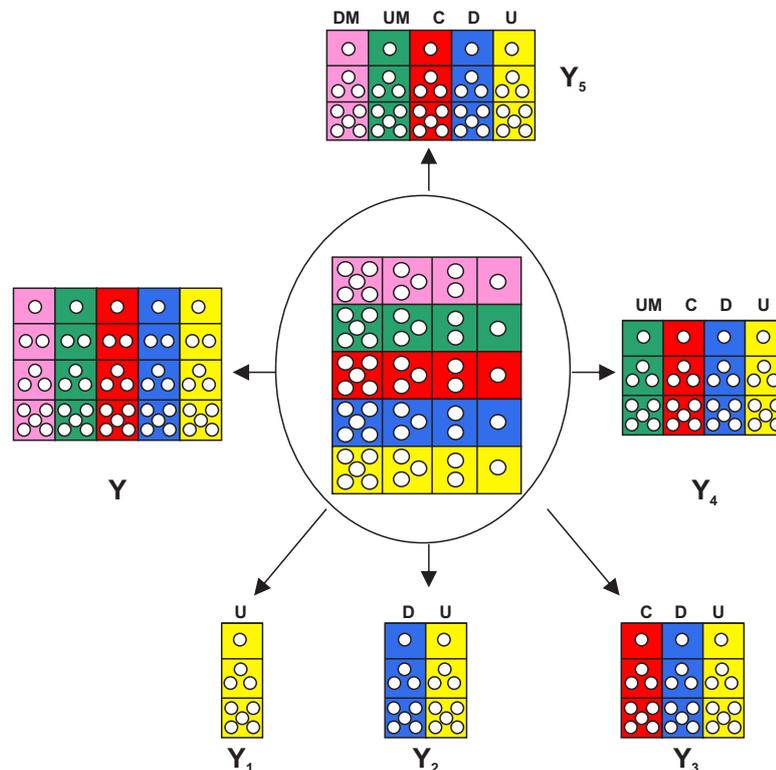


Figura 1. Modelos del material didáctico yupana

Material didáctico quipu

El modelo de quipu elegido como material didáctico, es el quipu de contabilidad, adaptándose a los contenidos curriculares de matemática de educación primaria.

El quipu es un material de apoyo para interpretar, codificar y representar números naturales de dos, tres y cuatro dígitos. En su confección se utilizó Driza de 0,0374 m de diámetro (cordón escolar) de Polipropileno Multifilamento 1,10 m a 2,0 m de largo de diferentes colores, con nudos simples, dobles (unidades) y compuestos (decenas, centenas y millares).

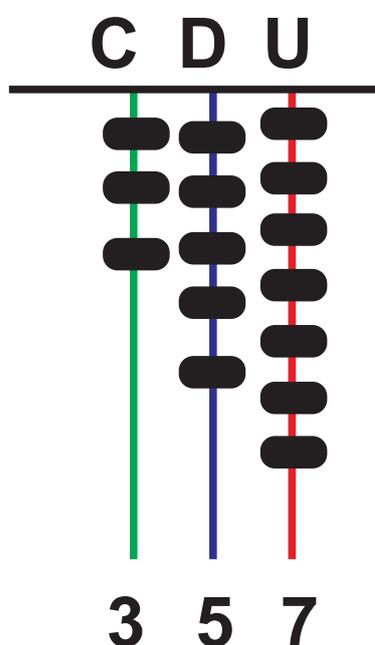


Figura 2. Modelo del material didáctico quipu

Material didáctico tokapu

El modelo de tokapu elegido como material didáctico, fue el unco con diseños geométricos (Panizao, 2005). El tokapu como un material de apoyo del proceso de enseñanza aprendizaje de Matemática, que facilitó percibir las variaciones de forma en figuras obtenidas a través de combinaciones de figuras simples y construir y transformar figuras con mosaicos de formas diversas. Se diseñó un tablero cuadrado de 0,20 m de lado y 0,007 m de espesor, de diferentes colores, cada figura geométrica

depende del tipo de tokapu. Fue construido en Etileno Vinil Acetato (EVA).

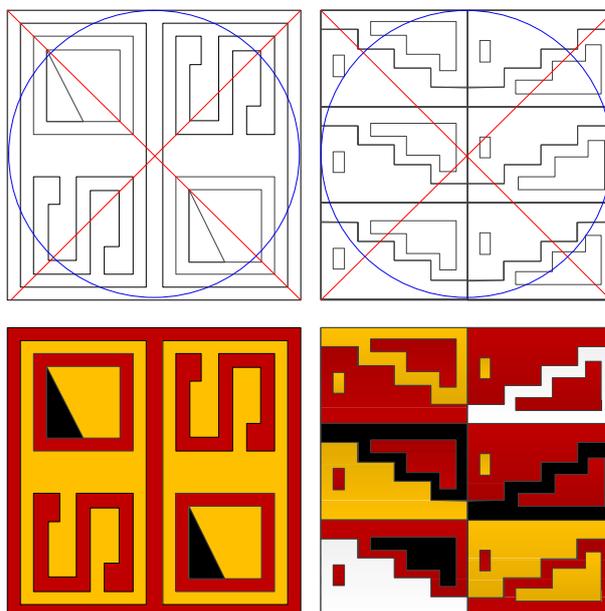


Figura 3. Modelo del material didáctico tokapu

RESULTADOS

Se realizó un análisis cualitativo de la usabilidad de los materiales didácticos propuestos, y de opiniones de los profesores de aula, utilizando el instrumento UAEMD.

Los profesores tienen una actitud favorable en la usabilidad, análisis y evaluación de los materiales didácticos para la enseñanza de matemática con código de Perú antiguo. La categoría que más se repitió es 126 (Totalmente de acuerdo). Cincuenta por ciento de los profesores está por encima del valor 120 y el restante 50% se sitúa por debajo de este valor (mediana). Asimismo, la desviación típica es 11,49. Es importante destacar la actitud favorable de los docentes en la usabilidad, análisis y evaluación de los materiales didácticos propuestos. Se aceptaron las hipótesis de investigación con probabilidad de error es del 1%. Obteniéndose la correlación entre la usabilidad y el análisis de las actividades con el material propuesto es positiva media ($r = 0,58$ y es significativa). La correlación entre la usabilidad y el puntaje de la evaluación del material propuesto es positiva media ($r = 0,604$ y es significativa). La correlación entre el análisis de las actividades y el puntaje de la evaluación del material propuesto es considerable y positiva ($r = 0,821$ y es significativa).

Estadística descriptiva

El 98,5% de los docentes participantes tienen valores entre 100 y 137 puntos en el Cuestionario UAEMD. La media fue 119,37; mediana 120; moda 126; desviación típica:

11,49; puntuación más alta observada 137; puntuación más baja observada 55 y rango = 82. Fue una distribución asimétrica negativa, la media fue el menor valor de los tres y la mediana inferior a la moda pero mayor que la media.

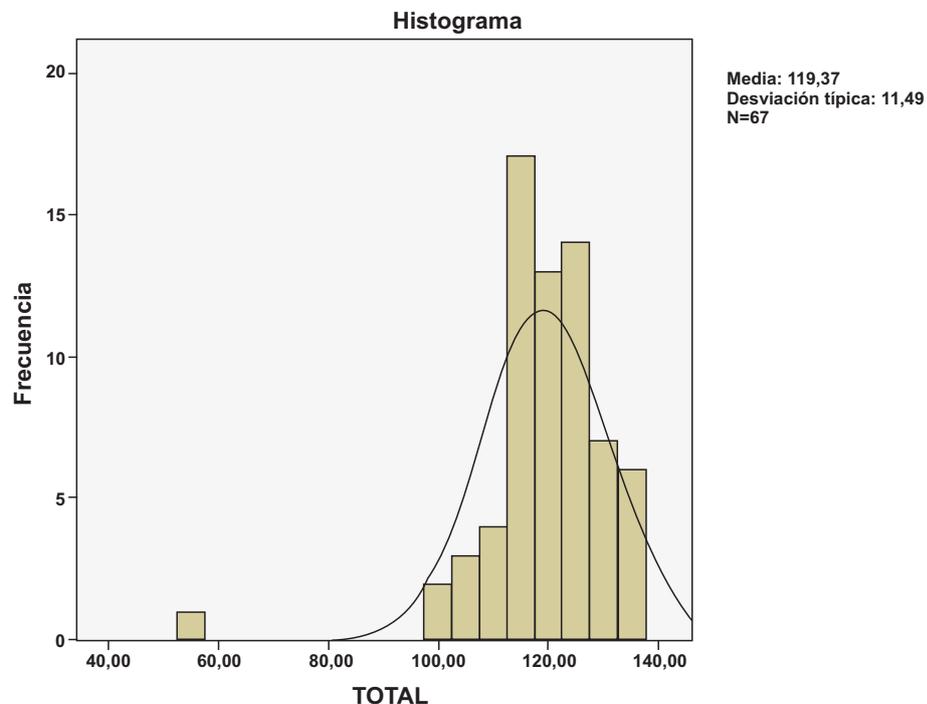


Figura 4. Descripción del grupo de docentes por puntuación del Test UAEMD

La mayoría de profesores estuvieron de acuerdo con el uso de materiales didácticos para la enseñanza de matemática con código de Perú antiguo. La categoría que más se repitió fue de 126 (Totalmente de acuerdo). Cincuenta por ciento de los profesores estuvieron por encima del valor 120 y el restante 50% se situaron por debajo de este valor (mediana). Asimismo, se desvían de 119,37, en promedio 11,49 unidades de la escala. Ningún profesor estuvo en completo desacuerdo en el uso de los materiales didácticos. Las puntuaciones se ubicaron en valores medios o elevados.

Análisis paramétrico

La prueba estadística paramétrica utilizada fue el Coeficiente de Correlación de Pearson (r) y significancia (s).

Usabilidad y análisis

Según los resultados se determinó: $r = 0,585$ y

$s = 0,0001$. Se acepta la hipótesis de investigación en el nivel del 0,01 (probabilidad de error es del 1%). La correlación entre la usabilidad y el análisis de las actividades con el material propuesto fue positiva media.

Usabilidad y evaluación

Según resultados se calculó: $r = 0,604$ y $s = 0,0001$; se acepta la hipótesis de investigación en el nivel del 0,01 (probabilidad de error es del 1%). La correlación entre la usabilidad y el puntaje de la evaluación del material propuesto fue positiva media.

Análisis y evaluación

Según resultados se estimó: $r = 0,821$ y $s = 0,0001$; se acepta la hipótesis de investigación en el nivel del 0,01 (probabilidad de error del 1%). La correlación entre el análisis de las actividades realizadas con el material didáctico y el puntaje de la evaluación del material propuesto fue considerable y positiva.

DISCUSIÓN

La actitud favorable por parte de los profesores en la usabilidad, análisis y evaluación de los materiales didácticos en la enseñanza de matemática con código del Perú antiguo, demostrando con la correlación entre usabilidad y el análisis de las actividades y el puntaje de la evaluación del material propuesto y la correlación entre el análisis de las actividades y el puntaje de la evaluación del material propuesto, concuerda con los resultados obtenidos por Chirinos (2010), quien afirma que la yupana tiene un valor pedagógico demostrado en los talleres de capacitación de los años 2008 y 2009 donde participaron más de mil profesores indígenas y mestizos el Perú.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo obtenido por Chirinos (2010) concluyó que la yupana tiene un valor pedagógico demostrado en los talleres de capacitación de los años 2008 y 2009 donde participaron más de mil profesores indígenas y mestizos. Asimismo en Bolivia en regiones aymaras el quipu y la yupana subsisten como sistemas para llevar contabilidad, se utilizan para los cálculos matemáticos, como auxiliares operativos (Chambi, 2003).

Se recomienda que el uso del material didáctico propuesto ha de ser consensuado por el equipo docente de profesores para definir cuál ha de ser la forma óptima de aplicación: grupo flexible o individualizado. Se pueden usar el modelo Pereyra (1990) para grados superiores de primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burns, W. (2002). *Decodificación de Quipus*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú: Universidad Alas Peruanas.

Chambi, O. (2003). Sistemas contables en kipu y Yupana. En M. N. Folklore, Reunión Anual de Etnología (págs. 241-249). La Paz: Museo Nacional de Etnografía y Folklore.

Chirinos, A. (2010). *Quipus del Tahuantinsuyo. Curacas, Incas y su saber matemático en el siglo XVI*. Lima: Comentarios SAC.

Christie, J. (2005). Piedras talladas Inka y yupanas: Una posible esencia compartida. Andes. *Boletín del Centro de Estudios Precolombinos de la Universidad de Varsovia*, 7, 527.

Laurencich, L., & Rossi, E. (2007). *La yupana de la Nueva Corónica y las Yupanas de Exsul Immeritus Blas Valera Populo Suo ¿Ábaco y escritura inca o sincretismo jesuita?* En L. Laurencich Minelli, *Sublevando el Virreinato* (pp.464) Quito: Abya-Yala.

Laurencich, L., & Rossi, E. (2007). *La yupana de la Nueva Crónica y las Yupanas de Exsul Immeritus Blas Valera Populo Suo ¿Ábaco y escritura inca o sincretismo jesuita?* En L. Laurencich Minelli, *Sublevando el Virreinato*(375 - 422) Quito: Ediciones Abya-Yala.

Laurencich, L. (2009). *Exsul Inmeritus Bla Valera Populo Suo e Historia et Rudimenta Linguae Piruanorum*. Chachapoyas: CLUEB.

Panizao, M. (2005). *Tejidos y Cerámicas de las Culturas Prehispánicas del Perú*. Lima: MNAHP.

Pease, F., Morris, C., Santillana, J., Matos, R., Carcedo, P., & Arrellano, C. (1999). *Los Incas. Arte y Símbolos*. Lima: Banco de Crédito del Perú.

Pereyra, H. (1990). La Yupana, complemento operacional del quipu. En C. Mackey, *Quipu y Yupana* (pp. 235-255). Lima: Concytec.

Rivas, R. (2010). Yupana: Ábaco Inca. *Boletín de Lima VolXXXII*, 160, 98-104.

Ruiz, J. (2009). *La delusión dialéctica*. New York: Pan Books.

Correo electrónico: rivich@hotmail.com

Revisión de pares:

Recibido: 24-04-2014

Aceptado: 17-12-2014