

Instrumentos prehispánicos de cálculo: el quipu y la yupana*

DIEGO PAREJA**

1. INTRODUCCION

La llegada del europeo a América, imponiendo por la fuerza patrones religiosos y culturales ajenos a la idiosincrasia del nativo americano, trajo como consecuencia la desaparición del acervo etnocientífico que nuestros antepasados aborígenes habían decantado en siglos de labor empírica.

América con su propia dinámica, en un total aislamiento, logró crear mediante la experimentación una infraestructura agrícola sin parangón en la historia de la humanidad. Fue el amerindio el responsable de propiciar un balance adecuado de gametos que engendró el maíz primigenio, y fue además él quien perpetuó su cultivo, permitiendo que llegara a ser hoy uno de los principales alimentos del género humano. La papa, el frijol, el tomate, hoy básicos en nuestra dieta alimenticia, tuvieron también su origen en las sementeras americanas.

En estas culturas, esencialmente agrícolas, se generó una ciencia muy propia que recorre todo el espectro del saber humano; desde la hidrología y la hidráulica hasta la astronomía, pasando por la metalurgia, la minería, la arquitectura, la ingeniería, la ecología, la química y las matemáticas. Desafortunadamente los invasores europeos, por medio del saqueo, el sojuzgamiento y la aculturación, destruyeron buena parte de la riqueza artística y cultural de estos pueblos.

* Versión ampliada de la ponencia que con el mismo título fue presentada en el I Congreso Latinoamericano de Historia de la Ciencia y la Tecnología, celebrado en La Habana en julio de 1985.

** Profesor Titular, Universidad del Quindío, Armenia.

Es tiempo de reflexionar en torno al compromiso que los intelectuales latinoamericanos tenemos de rescatar, antes de que sea demasiado tarde, la ciencia implícita, verbigracia, en esas grandes culturas hoy conocidas como maya e inca.

En culturas de estado incipiente los conocimientos técnico-científicos están depositados en una pequeña élite encabezada por los sumos sacerdotes, los jefes, príncipes, etc. Las culturas amerindias no fueron la excepción. Los primeros en sufrir la persecución inmisericorde del europeo, fueron precisamente los sumos sacerdotes y los jefes. Con su desaparición se pierde toda una tradición y el caudal de conocimientos propios de estas culturas. Lo que hoy sabemos sobre las culturas precolombinas, ha llegado a nosotros a través de los cronistas de la conquista y la colonia y por descubrimientos arqueológicos que permiten reconstruir en parte el panorama etnocientífico de nuestros antepasados indígenas.

Hoy, después de casi quinientos años de haberse iniciado un cataclismo cultural en América, donde la peor parte la llevaron las culturas autóctonas, empieza a sentirse en diferentes círculos, un marcado interés por la reconstrucción de la historia de los saberes de que dispuso América antes de la llegada del europeo. Este interés se ha acrecentado en razón a los nuevos vientos que soplan en la filosofía de las ciencias, (Ver [17], [25], [29], [36]).

El europeo, generalmente, a su arribo a América lo que hizo fue encubrir, antes que descubrir, los valores culturales que civilizaciones como la inca y la maya habían decantado en siglos de evolución. En 1532 el fraile español Diego de Landa escribía a propósito de los libros mayas:

«Hallamos un gran número de libros, pero no contenían otra cosa que no fuera superstición y mentiras diabólicas, por lo cual los quemamos todos. Esto produjo en los indios mucha aflicción y gran sentimiento» (citado en [35]).

La misma tónica se observa en el Perú, cuando los misioneros católicos, en su ingenua creencia de que los quipus eran los libros del diablo, ordenaron su destrucción y prohibieron su uso. La destrucción del quipu llevó consigo la desaparición del quipucamayó, aquel individuo conocedor de los secretos interpretativos del quipu.

Las matemáticas, más que herramienta puramente utilitarista, debemos entenderlas como parte de todo un sistema cultural. Las culturas, desde las más primitivas hasta las altamente desarrolladas, han llevado dentro de sí sus propias matemáticas, como nos lo muestra el historiador Dirk J. Struik en su artículo «Las Matemáticas en la Edad de Piedra» [31]. ¿Cómo puede la ciencia desconocer, por ejemplo, los métodos para el cálculo de áreas empleadas por los egipcios, o los procedimientos matemáticos y astronómicos que usaron los babilonios, o la obra monumental de los matemáticos



FIGURA 1.— Representación de un QUIPU-CAMAYO, según Felipe Guamán Poma de Ayala. Esta y las figuras que siguen se tomaron de la «La Nueva Corónica i Buen Gobierno» (ver [12] en la bibliografía). La figura muestra a un contador inca con un quipu entre sus manos. El quipu fue un sustituto de la escritura en el antiguo imperio inca. La YUPANA, o ábaco incaico, aparece a la izquierda.

griegos, o los métodos de cálculo aritmético de los romanos, o las matemáticas que los chinos, hindúes y árabes cultivaron y que hoy se han incorporado a nuestra cultura? Y cómo desconocer los grandes aportes matemáticos cocidos en la caldera de la cultura llamada occidental. A lo anterior debemos agregar un reconocimiento a las matemáticas que florecieron a tenor de las culturas precolombinas y ante las cuales hay que descubrirse, no sólo por formar parte de nuestro ancestro, sino también por su hondo contenido pragmático.

Como dice Spengler ([23], Vol. VI, pág. 253), «el estilo de una matemática naciente depende de la cultura en que arraiga, de los hombres que la construyen». En las culturas precolombinas, este «estilo» se patentiza en los instrumentos de archivo y cálculo de los incas, en los calendarios de los mayas y en la numeración simple de los muiscas, por ejemplo. Mientras en lo social, los incas tenían todo decimalmente calculado, los mayas, con su cultura apegada a la tradición religiosa y mitológica, centran sus matemáticas en la elaboración de calendarios y en cálculos astronómicos. Así mismo, las matemáticas de los muiscas llegaron hasta donde su comercio, los tributos al Zaque y la medición del tiempo lo exigieron.

Las matemáticas y las ciencias humanas han venido históricamente sujetas a un proceso cíclico de períodos de acercamiento y distanciamiento. Por fortuna empieza a sentirse hoy un retorno hacia la integración en áreas científicas y humanísticas. Esto se confirma al observar el reconocimiento de estatus a nivel internacional a la historia de las matemáticas, a la historia social de las ciencias, a la sociología de las matemáticas, a la etnociencia y a todas las ramas interdisciplinarias que conjugan ciencia, sociedad e historia. Oswald Spengler, Leslie A. White, Dirk J. Struik, Raymond L. Wilder y recientemente Imre Lakatos, Douglas Hofstadter, Carl Sagan y Jacob Bronowski, para no citar sino algunos, han puesto de relieve el carácter profundamente cultural de las matemáticas.

Al estudiar las matemáticas precolombinas y en general los saberes del indígena americano, uno descubre que las concepciones filosóficas racionalistas no son de mucha ayuda. Porque, como dice Lakatos [17a, pág. 17], de acuerdo con la concepción formalista las matemáticas no tienen historia. El formalismo negaría la condición de matemáticas a lo que estamos llamando ahora *matemáticas precolombinas*. Pues las técnicas y el enfoque pragmático que usaron los cultores precolombinos del cálculo numérico, no conocieron la axiomatización ni los sistemas deductivos. Sus matemáticas obedecieron a necesidades de tipo social y de tipo técnico.



FIGURA 2.— El CHASQUI fue figura central en el transporte de información en el inmenso imperio inca. Un mensaje entre Quito y Cuzco (aproximadamente 2.000 Km), por el correo de los chasquis, tardaba sólo 5 días. Esto da un promedio de velocidad de 400 Km diarios. La información viajaba codificada en la complejidad de los nudos del quipu.

2. LOS INCAS Y SU SISTEMA DECIMAL

El imperio inca fue la culminación de un proceso histórico que involucró luchas, conquistas, colonizaciones y asimilación de varias culturas preexistentes. El imperio se extendía desde Chile y Argentina, a lo largo de la costa del Pacífico y la región andina, hasta el río Mayo, hoy departamento de Nariño, en el sur de Colombia. El imperio, de casi un millón de kilómetros cuadrados, estuvo habitado por alrededor de diez millones de personas. Empezó a gestarse en el siglo XIV y a la llegada de los españoles sufría una gran crisis política originada en la lucha por el poder entre dos hijos del difunto inca Huayna Cápac, Huáscar y Atahualpa.

Lo que hace particularmente interesante a las matemáticas incaicas, es el hecho de ser en cierto sentido, el reflejo de la estructura social y administrativa del imperio. Veamos por qué. En la base de la pirámide económico-social del imperio estaba el puric o trabajador raso. Diez de estos purics (una cancha) estaban bajo el mando de un cancha-camayo. Por cada diez cancha-camayos había un pachaca-curaca o capataz. Cada decena de capataces obedecía órdenes de un supervisor. Continuaba la jerarquía con el hono-curaca o jefe principal de tribu, seguía el gobernador de la provincia y más arriba el mandatario de uno de los cuatro cuarteles en que se dividía el imperio. En la cúspide de la pirámide aparecía la figura omnipotente del Sapa Inca o emperador.

La anterior jerarquía, decimalmente establecida, sirvió sin duda como arquetipo en el origen del sistema numérico empleado por los incas. En este punto, la definición dada en 1942 por Struik de sociología de las matemáticas, cobra patente significado. «La sociología de las matemáticas trata de la influencia de las formas de organización social en el origen y desarrollo de las concepciones y métodos matemáticos. Y del rol de las matemáticas como parte de la estructura social y económica de un período» [20, pág. 257].

Para el caso de los incas, la organización social con sus correspondientes niveles jerárquicos originó un modelo numérico estrictamente decimal y posicional, que esencialmente coincide con el sistema hindú-arábigo de numeración.

Refiriéndose al tipo de dominación empleado por los incas, el jesuita español José de Acosta, dice:

«...es de saber que la distribución que hacían los incas de sus vasallos, era tan particular, que con facilidad los podían gobernar a todos, siendo un reino de mil leguas de distrito. Porque en conquistando cada provincia, luego reducían los indios a pueblo y comunidad y contábanlos por parcialidades, y a cada diez indios ponían uno que tuviese cuenta con ellos y a cada ciento otro, y a cada mil otro y a cada diez mil otro, y a este último llamaban huno-curaca, que era cargo principal» [1, pág. 296].



FIGURA 3.— Dibujo de un muchacho inca llevando un mensaje codificado en un pequeño quipu. Los quipucamayos eran los encargados de codificar y decodificar la información en el quipu. El autor del dibujo quiso resaltar que el mensaje registrado en el quipu es una carta.

Felipe Guamán Poma de Ayala, cronista del siglo XVI, al referirse a los quipu-camayos (contadores), afirma:

«...Numeran de cien mil, de diez mil, [de mil], de ciento y diez hasta llegar a uno» [12].

Con esto el autor describe las escalas u órdenes de magnitud que pueden representarse en el quipu. A renglón seguido Poma de Ayala presenta las palabras usadas en quechua para designar los números.

Huc, uno	Canchis, siete	Pachaka, cien
Iskay, dos	Puzaq, ocho	Waranka, mil
Quimsa, tres	Iscon, nueve	Chunka waranka, diez mil
Taua, cuatro	Chunka, diez	Pachaka waranka, cien mil
Pichica, cinco	Iskay chunka, veinte	Pantacac huno, innumerable
Zopta, seis	Quimsa Chunka, treinta	

El quipu fue el instrumento central de archivo y control de información, tanto numérica como estadística, en el imperio inca. Formado por una cuerda horizontal de la cual pendían otras de diverso grosor y coloración, el quipu se usó, no sólo como registro y procesador de información numérica, sino también como archivo de información histórica. Como dice José de Acosta [Op. cit. pág. 290],

«Es increíble lo que en este modo alcanzaron, porque cuanto los libros pueden decir de historias, y leyes y ceremonias, y cuentas de negocios, todo esto suplen los quipus tan puntualmente que admira. Había para tener estos quipus o memoriales, oficiales diputados, que se llaman hoy día quipucamayos, los cuales eran obligados a dar cuenta de cada cosa, como los escribanos públicos acá [España], y así se les debía dar entero crédito».

Y más adelante afirma:

«...cuando van a tomar residencia a un corregidor, salir los indios con sus cuentas menudas y averiguadas, pidiendo que en tal pueblo le dieron seis huevos y no los pagó, y en tal casa una gallina, y acullá dos haces de hierba para sus caballos, y no pagó sino tantos tomines, queda debiendo tantos...».

La cita anterior sirve de testimonio para afianzar la tesis de que el quipu fue un instrumento de una gran versatilidad, como archivo y registro de información. Y continúa el cronista:

«Yo vi un manajo de estos hilos, donde una india traía escrita una confesión general de toda su vida, y por ellos se confesaba, como yo lo hiciera por papel escrito. Y aún pregunté de algunos hilillos que me parecieron algo diferentes, y eran ciertas circunstancias que requeriría el pecado para confesarlas enteramente».

Según lo atestigua José de Acosta, el quipu desempeñó las funciones de la escritura. Pero a diferencia de ésta, el registro de nudos no tuvo un valor interpretativo general. La forma de «escribir» en el quipu dependía de quien



FIGURA 4.— Los depósitos del inca estaban a cargo de un administrador, quien debía responder por el contenido de los mismos. En el quipu estaba inventariado todo: desde el chuño (papa deshidratada) hasta la coca. Los depósitos del inca se abrían al indio en caso de alguna calamidad o en tiempos de malas cosechas.

hiciera uso de él. Esta es la razón porque, al desaparecer los quipu-camayos, se pierde también el mensaje informativo codificado en la complejidad de las cuerdas del quipu. Al parecer, únicamente en la información numérica había consenso entre los usuarios del quipu. Siguiendo a Acosta, la forma de registrar la información era de arriba hacia abajo. Para el caso numérico, las unidades de mayor orden se situaban en la parte superior del quipu y se iba descendiendo hasta llegar a las unidades en el extremo opuesto.

Aunque el quipu ya se usaba como instrumento nemotécnico en épocas pre-incaicas, fue Inca-Roca, el VI inca, a mediados del siglo XIV, quien por primera vez estableció escuelas para los príncipes, en donde ellos aprendieron el manejo y las técnicas del quipu [9, pág. 130]. En una sociedad tan organizada como lo fue la inca, el recurso del quipu se hizo indispensable. Además de servir como vehículo transmisor de información, como archivo de datos y estadísticas, se usó en ciertas ocasiones como procesador de información numérica [21, pág. 254]. Casi todos los quipus que hoy se conservan proceden de tumbas de la zona costera del Perú y casi todos ellos corresponden al período incaico. Para Nordenskiöld (citado en [19]), estos quipus podrían ser de tipo calendárico o astronómico y utilizados en la magia o la adivinación. El observó, por ejemplo, que el número siete aparece con bastante frecuencia y sugiere que dicho número podría haber tenido un significado cabalístico o sagrado.

El quipu, de haberse conocido las convenciones usadas por los quipucamayos, nos habría contado gran parte de la historia de los incas, de sus leyes, de sus conquistas, de su forma de gobierno y hasta de sus conocimientos en ciencia, arte y literatura. De aquella literatura que floreció al abrigo de un idioma tan rico como es el quechua. O como dice el padra Acosta, «...porque cuanto los libros pueden decir de historias, y leyes, y ceremonias, y cuentas de negocios, todo eso suplen los quipus, tan puntualmente que admira».

La información registrada en el quipu fluía entre los ayllus (la unidad social, política y económica básica) y el señor inca, y de éste, como en un sistema nervioso, el quipu llevaba los mensajes por todas las ramificaciones conducentes a puntos administrativos del imperio. En la cabeza de este sistema estaba el emperador inca y en los cuatro cuarteles, gobernaciones, pueblos o marcas, había nodos de recepción informativa. Un sistema como este resultó ser demasiado vulnerable, por cuanto al golpear su cabeza todo el imperio se vino abajo. Así ocurrió cuando Francisco Pizarro ordenó la muerte de Atahualpa, uno de los últimos incas.

Los quipus se convirtieron en ayuda indispensable en la administración económica del imperio. «Con los cordeles gobernaban todo el reino», afirma el cronista peruano Poma de Ayala [12]. Porque mantener control estricto en la recaudación y posterior distribución de recursos necesarios para la subsistencia de varios millones de habitantes, presupone un conocimiento matemá-

ADMINISTRADOR DE PROVINCIAS
 SVTMOGVALACPOMA



FIGURA 5.— Los administradores de provincias se escogían entre los hijos de los grandes señores del imperio. Tenían la responsabilidad de los recaudos de las comunidades en toda actividad productiva: agricultura, ganadería, artesanía, minería, etc. Desde niños eran entrenados para la administración y el manejo del quipu.

tico no del todo elemental. Este conocimiento debió llegar al menos al dominio de las cuatro operaciones aritméticas. Por ejemplo, el reparto de tierras cultivables no se hacía por partes iguales, sino teniendo en cuenta varios factores, entre ellos, productividad de la tierra, la topografía y las necesidades del adjudicatario. En los repartos de tierras, el personaje infaltable era el quipu-camayo, a cargo del cual estaba la parte aritmética del asunto.

A quien iba a tomar la responsabilidad de ser quipu-camayo, debía educarse especialmente desde la infancia. Al igual que los escribas del antiguo Egipto, el quipu-camayo ocupaba una alta posición en la pirámide social del estado. Con cada gobernante o funcionario estatal había al menos un quipu-camayo, cuyo deber se centraba en la elaboración de registros oficiales en el quipu, para luego ser enviados por el correo de los chasquis a la autoridad superior o al inca. Al ocurrir la destrucción de los quipus, motivada por la imposición de una cultura advenediza, el quipu-camayo se extinguió y con él las técnicas interpretativas del cordel de nudos pasaron al olvido.

Cieza de León [8] afirma haber interrogado a un quipu-camayo sobre las técnicas de interpretación del quipu. Sin embargo, no dejó constancia alguna a ese respecto. Probablemente, para el cronista la interpretación del quipu no tenía suficiente interés que ameritase su registro con destino a la posteridad. Así refiere Cieza de León su encuentro con un quipu-camayo.

«Yo no quería creer lo que me decían de este modo de contar, y me inclinaba a pensar que eran puros cuentos; pero cuando estuve en Marca-Vilca, provincia de Jauja, en el Perú Central, le pregunté a uno de ellos, que me explicara el quipu de modo que mi curiosidad quedara satisfecha... y el quipu-camayo procedió a aclararme todo... El sabía sobre todo lo que se le entregó a Pizarro, sin falla ni omisión desde que éste arribó al Perú. Fue así como vi la cuenta del oro, la plata, ropas, maíz, llamas y otras cosas, hasta el punto de quedarme estupefacto».

En cuanto a lo numérico, la interpretación del quipu no deja la menor duda. El sistema de numeración empleado era decimal y posicional. Las cifras 1, 2, 3, ..., 9 y 0 se representaron haciendo igual número de nudos en las cuerdas verticales del quipu o dejando un espacio desocupado en el nivel que se requería expresar al cero. Los números mayores se registraban de arriba hacia abajo. Por ejemplo, el número 4.625 corresponde a cuatro nudos en el nivel de las unidades de mil, seis nudos en el nivel de las centenas, dos más en las decenas y cinco nudos al final de la cuerda.

Menninger [21] sostiene que el quipu fue también instrumento de cálculo, al menos en cuanto a la adición se refiere. Se colocaban los sumandos en cuerdas aleadañas y la suma se obtenía adicionando en su respectivo orden, unidades, decenas, centenas, etc., teniendo presente que cuando la suma en determinado nivel sobrepasa a diez sólo se anudan las unidades y el resto se lleva al nivel inmediatamente superior; exactamente como lo hacemos en nuestro sistema hindú-arábigo.



FIGURA 6.— «Con los quipus gobernaban todo el reino», dice Guamán Poma. Los secretarios del Inca, como todo aquel que perteneciera al gobierno, debía manejar hábilmente el cordel de nudos. Los secretarios se desempeñaban como escribanos, con la diferencia de que en lugar de papel y tinta usaban el quipu.

La aritmética de los incas no se circunscribió solamente al quipu. En razón a la dificultad que se deriva de hacer y deshacer nudos, los quipucamayos se idearon otros procedimientos más simples de efectuar las operaciones aritméticas. Estos procedimientos están referidos a aquello que llama José de Acosta «quipu de granos de maíz» y que hoy se conoce con el nombre de «yupana». El término yupana se origina en la palabra quechua «yupay» que significa contar.

La yupana la representa Felipe Guamán Poma de Ayala [12] como un arreglo rectangular de veinte casillas dispuestas en cinco filas de cuatro casillas cada una. En la Figura 1 se aprecia la yupana tal como la concibe Poma de Ayala. En torno a este instrumento de cálculo prehispánico, han aparecido varias teorías que buscan explicar su funcionamiento y la forma en que se representaban los números en ella. Se acepta que los números en la yupana figuraban como arreglos de granos de maíz, semillas u objetos pequeños. J.A. Mason [19, pág. 216] sostiene que las cifras de un número se representaban con a lo más cinco granos de maíz o piedrecillas de dos coloraciones distintas.

Burns Glynn [7] propone una interpretación basada en la mesa de cálculo que se usó en la edad media y en la aparición de la secuencia 1, 2, 3, 5 que se observa en cada fila de la yupana; Wassen [35] llama a este instrumento ábaco peruano; Acosta [1] lo designa como quipu de granos de maíz, y hasta donde sabemos es Burns Glynn quien usa el término yupana.

Entre las culturas antiguas fue común el uso de un reducido número de símbolos para representar gráficamente los números. Por ejemplo, los babilonios recurrieron a ∇ , \blacktriangleright (cuñas vertical y horizontal), los chinos emplearon /, —, los mayas •, —, e. Es posible que en la yupana se representaran las cifras de un número con los símbolos «o» y «●» identificables en la figura del ábaco incaico de Poma de Ayala. Según esta interpretación, «o» equivaldría a 1 y «●» tendría un valor de 5. El cero queda sobreentendido al dejar un espacio desocupado en el numeral. Los números debieron escribirse de arriba hacia abajo, siguiendo el patrón acogido en el quipu y si nos atenemos a lo que dice Acosta [1, pág. 292],

«...Su modo no era escribir a renglón seguido, sino de alto abajo o a la redonda...».

La tesis de quien escribe estas notas se centra en aceptar la yupana como una sección del quipu, donde los nudos se sustituyen por objetos o semillas de distinta coloración, siguiendo la convención mencionada arriba. Los números en la yupana se escriben entonces en la misma forma que en el quipu. La adición hasta de tres sumandos se efectúa de modo simple siguiendo el método ya descrito de sumar en su orden, unidades, decenas, centenas, unidades de mil, etc.



FIGURA 7.— Después de la llegada de los españoles, los regidores del imperio inca muestran los primeros signos de aculturación europea. El personaje de esta figura exhibe, además del quípu, el libro de cuentas en que se anotaban los impuestos y multas con que penaban al pobre indio.

Para la multiplicación se sigue un proceso análogo al empleado en el sorobán o ábaco japonés, efectuando productos parciales, y adicionando éstos mientras el proceso está en curso. La sustracción y la división se realizan en el ábaco incaico de modo análogo a como se hace en el sorobán o el suan phan chino. Como en todo proceso abacista, en la yupana se manipulan objetos, y por lo tanto la economía de pensamiento es indudablemente máxima. Todo se reduce a unas pocas reglas y por supuesto, como en el caso de los algoristas (los que manipulan símbolos) aquí también hay que aprenderse las tablas de multiplicar [22].

José de Acosta en su libro *Historia Natural y Moral de las Indias*, al referirse a la yupana dice:

«...y tenían otras suerte de quipus que usan de granos de maíz, cosa que encanta...»;

y más adelante, en relación con la división en la yupana, dice jocosamente:

«...tomarán estos indios sus granos y pondrán uno aquí, tres acullá, ocho no sé donde. Pasarán un grano de aquí, trocarán tres de acullá, y en efecto ellos salen con su cuenta hecha puntualísimamente, sin errar una tilde»;

y termina diciendo:

«...Si todo ésto no es ingenio y si estos hombres son bestias, júzguelo quien quisiere, que lo que yo juzgo de cierto, es que en aquello a que se aplican nos hacen grandes ventajas».

El esquema de la yupana es sólo una ayuda u orientación para el principiante. Se busca con esto familiarizar al operario con la representación de los números en las columnas y el valor posicional de las filas. Al cabo de corto tiempo el esquema de la yupana se hace innecesario y las operaciones se efectúan sin otro recurso que no sea los granos de maíz u objetos pequeños. Así se llega a la idea primigenia de calcular, verbo que tiene su origen precisamente en la palabra latina *calculus* (piedrecilla).

El cálculo numérico no ha sido ajeno a ninguna cultura. El origen de los procesos de contar y calcular usando guijarros, se pierde en la antigüedad de los tiempos. Como dice L. A. White, «las matemáticas fueron un desarrollo del pensamiento humano, que tuvo su principio con el del hombre primitivo y su cultura hace un millón de años aproximadamente» [37]. Por lo tanto no es de extrañar que en culturas tan avanzadas como las que existieron en América se dieran métodos de cálculo numérico como los que aquí estamos describiendo.

3. CONCLUSION

Pasados cinco siglos del descubrimiento de América, cuya conmemoración esperamos para 1992, es preciso reflexionar en torno a nuestro pasado histórico-científico, teniendo en cuenta las raíces etno-culturales, que a causa de la expoliación colonial estuvieron al borde de la desaparición. Las razones para la pérdida de esta identidad cultural amerindia hay que buscarlas en el no reconocimiento, por parte del conquistador, de las ciencias que las culturas precolombinas poseían.

Cuando se logró la emancipación americana, quienes tomaron las riendas del poder no cambiaron demasiado su actitud hacia lo poco que quedaba de las antiguas culturas autóctonas. Es decir, con la libertad de los pueblos americanos, no se cambiaron los juicios de valor en relación con las culturas precolombinas. Probablemente ocurrió lo contrario. El criollo siguió dependiendo más del europeo en cuanto al desarrollo científico. El reconocimiento de los saberes nativos de América empieza a darse apenas el siglo pasado, con los trabajos de Humboldt y con el estímulo creado en torno a los Congresos Internacionales de Americanistas, que periódicamente vienen celebrándose desde el siglo pasado. El primero de ellos se llevó a cabo en Nancy en 1875. El más reciente hasta la fecha, el celebrado en Bogotá, en julio de 1985.

La cultura precolombiana en sus diferentes contextos fue vapuleada por e invasor y llevada como un estigma por el nativo americano, quien, en completa indefensión, tuvo que claudicar a favor de la hoy llamada cultura occidental. Esta es la causa esencial de que latinoamérica no posea una ciencia identificable en el contexto universal. En el plano científico somos países sin tradición y sin historia. Allí está, creo yo, el meollo de nuestra dependencia y subdesarrollo.

Pero aún no es tarde para que América Latina vuelva por sus fueros. Hay que crear entre los pueblos de América una conciencia etnocientífica que rescate las tradiciones culturales de nuestros antepasados indígenas. Hay que entender que la admonición hecha por Cristóbal Colón en su famosa carta [28] que América «...dará oro cuanto hubiese menester... y esclavos cuantos mandaran cargar», ya se cumplió. Hoy nos queda mostrar que América en lo cultural está apenas por descubrir. Si en la literatura el «boom» latinoamericano es universalmente reconocido, se debe, no a que nuestros escritores se hayan dedicado a copiar a los escritores europeos, sino a que han querido mostrar una identidad auténticamente americana.

En el campo científico también debemos buscar una identidad. Una identidad que tenga en sus fibras más íntimas los valores culturales en los que estaba inmersa la gran riqueza etnocientífica de nuestros antepasados. Conocer nuestras raíces culturales es sentar sobre bases firmes el futuro de la ciencia latinoamericana.

REFERENCIAS

- [1] ACOSTA, J. de. Historia Natural y Moral de las Indias. Fondo de Cultura Económica, México, 1940.
- [2] AGURTO, S. Medidas de Longitud en el Incario. Revista de Matemáticas, Lima, 1978.
- [3] ASCHER, M. et. al. Code of the Quipu. The University of Michigan Press. Ann Arbor, 1981.
- [4] BARON, M. El sino trágico de Antonio Nariño. Ediciones Fondo Cultural Cafetero. Medellín, 1979.
- [5] BELTRAN, F. Los Muisca. Pensamiento y realizaciones. Editorial Nueva América. Bogotá, 1983.
- [6] BRICKER, H. M. et. al. Classic Maya Prediction of Solar Eclipses. Current Anthropology. Vol. 24, No. 1, 1983.
- [7] BURNS, W. La Tabla de cálculo de los Incas. Boletín de Lima. Lima.
- [8] CIEZA, DE LEON, P. Parte Primera de la Crónica del Perú. Sevilla, 1553.
- [9] COLETI, G. Diccionario Histórico-Geográfico de la América Meridional. Publ. del Banco de la República, Bogotá, 1974.
- [10] D'AMBROSIO, U. Ethnomathematics and its Place in History and Pedagogy of Mathematics. Preprint, 1985.
- [11] GONZALEZ, A. Apuntes sobre la Matemática Chibcha. Matemática -Enseñanza Universitaria. Febrero, 1978.
- [12] GUAMAN POMA DE A, F. El Primer Nueva Corónica i Buen Gobierno. París, 1936.
- [13] HAMMOND, N. Unhearing the Oldest Known Maya. National Geographic. Vol. 162, No. 1, July, 1982.
- [14] HERSH, R. Introducing Imre Lakatos. The Mathematical Intelligencer. Vol. 1 No. 3, 1978.
- [15] HOFSTADTER, D.R. Gödel, Escher and Bach. An Eternal Golden Braid. Vintage Books. New York, 1980.
- [16] JUAN, J. et. al. Noticias Secretas de América. Dos Vols. Biblioteca Banco Popular. Bogotá, 1983.
- [17] LAKATOS, I. a) Matemáticas, Ciencia y Epistemología. Alianza Editorial. Madrid, 1981.
b) Pruebas y Refutaciones. La lógica del Descubrimiento Matemático. Alianza Editorial. Madrid, 1978.
- [18] LOCKE, L.L. The Ancient Quipu. A Peruvian Knot Record. American Anthropologist. Vol. XIV, 1912.

- [19] MASON, J.A. *Las Antiguas Culturas del Perú*. Fondo de Cultura Económica. México, 1961.
- [20] MEHRTENS, H. et.al. *Social History of Mathematics*. Birkhauser. Boston, 1981.
- [21] MENNINGER, K. *Number Works and Number Symbols. A Cultural History of Numbers*. The MIT Press. Cambridge, Mass. 1970.
- [22] MIKAMI, Y. *The Development of Mathematics in China and Japan*. 2nd. Edition. Chelsea. New York, 1979.
- [23] NEWMAN, J.R. Edit. *Sigma. El Mundo de las Matemáticas*. Vol. VI Ediciones Grijalbo, S.A. Barcelona, 1968.
- [24] NORDENSKIOLD, F. *The Secret of Peruvian Quipus*. Ethnographical Studies. Vol. VI. Gotemburgo, 1925.
- [25] POPPER, K.R. *Conjeturas y Refutaciones. El Desarrollo del Conocimiento Científico*. Ediciones Paidós. Barcelona, 1983.
- [26] RIVET, P. *Los orígenes del Hombre Americano*. Fondo de Cultura Económica. México, 1960.
- [27] ROSTWOROSKI, M. *Pesos y Medidas en el Perú Prehispánico*. Imprenta Minerva. Miraflores, 1978.
- [28] SANZ, C. *La Carta de Colón anunciando el descubrimiento del Nuevo Mundo*. Boletín de la Real Academia de la Historia. Tomo CXXXIX, Cuad. II. Madrid, 1956.
- [29] SMORYNSKI, C. *Mathematics as a Cultural System*. The Mathematical Intelligencer. Vol. 5, No. 1, 1983.
- [30] SPENGLER, O. *La Decandencia de Occidente*. Espasa-Calpe. Madrid, 1965.
- [31] STRUIK, D.J. *Stone Age Mathematics*. Scientific American, Vol. 179, 1948.
- [32] VON HAGEN, V.W. *Culturas Preincaicas. Civilizaciones Mochica y Chimú*. Ediciones Guadarrama. Madrid, 1966.
- [33] VON HAGEN, V.W. *El Imperio de los Incas*. Editorial Diana. México, 1982.
- [34] VON HAGEN, V.W. *El Mundo de los Mayas*. Editorial Diana. México, 1960.
- [35] WASSEN, H. *The Ancient Peruvian Abacus*. Comparative Ethnographical Studies. Vol.IX. Gotemburgo, 1931.
- [36] WILDER, R.L. *Mathematics as a Cultural System*. Pergamon Press. Oxford, 1981.
- [37] WHITE, L.A. *El lugar de la realidad Matemática. Una Referencia Antropológica*. Incluido en [23].
- [38] YARANGA, A. *La Concepción del Mundo o Cosmovisión en la Civilización Andina*. Preprint, Universidad de París VIII.
- [39] ZERDA, L. *El Dorado*. Tomos I y II. Biblioteca Banco Popular. Bogotá, 1972.