UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE HISTORIA
ÁREA DE ANTROPOLOGÍA

Análisis Comparativo de los Conceptos Matemáticos Maya y Kaxlan. El Caso de las Comunidades Santa Isabel y La Unión, Municipio de Chisec, Departamento de Alta Verapaz.

TESIS

Presentada por:

ERWIN EDUARDO SALAZAR DE LEON

Previo a conferírsele el Grado Académico de:

LICENCIADO EN ANTROPOLOGÍA

Nueva Guatemala de la Asunción,
Guatemala, C.A. mayo de 2005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE HISTORIA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:	Dr. Luis Alfonso Leal Monterroso
SECRETARIO:	Dr. Carlos Enrique Mazariegos

AUTORIDADES DE LA ESCUELA DE HISTORIA

DIRECTOR:	Lic. Ricardo Danilo Dardón Flores
SECRETARIO:	Lic. Oscar Adolfo Haeussler Paredes

CONSEJO DIRECTIVO

DIRECTOR:	Lic. Ricardo Danilo Dardón Flores
SECRETARIO:	Lic. Oscar Adolfo Haeussler Paredes
VOCAL I:	Licda. Marlen Judith Garnica Vanegas
VOCAL II:	Lic. Carlos René García Escobar
VOCAL III:	Lic. Julio Galicia Díaz
VOCAL IV:	Est. Luis Domingo Cóbar Sáenz
VOCAL V:	Est. Ingrid Bernabé Serech Pérez

COMITÉ DE TESIS

Lic. Fidel Us Álvarez
Dra. Walda Barrios-Klee
Licda. Alejandra Menegazzo

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Erwin y Marisa, que me han apoyado y aconsejado durante todos estos años.

A mi compañera Bilba (y sus hermanos), que me animó y acompañó en la realización de esta tesis.

A mi hermano Sergio, su esposa Claudia y mis sobrinas Sara y Elisa, que han hecho más completa mi vida.

A toda mi familia, en especial a mis tíos Mario y Carlos, que han estado presentes en todo momento.

A la Escuela de Historia y la Universidad de San Carlos, que me dieron la oportunidad de desarrollarme académicamente.

A las comunidades La Unión y Santa Isabel y en especial las familias Cuc Caal y Cabnal Hernández, quienes me abrieron las puertas de sus hogares y des sus vidas.

Los criterios vertidos en la presente tesis son responsabilidad exclusiva del autor.

Índice

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un acercamiento antropológico al estudio de las matemáticas, en particular a las matemáticas mayas, y estudiar las matemáticas como un fenómeno cultural, presente en todas las culturas conocidas, tanto de la antigüedad como las actuales. El comportamiento matemático es un elemento de la cultura, como tantos otros que la antropología ha estudiado por años, la pregunta central de este estudio es por qué ésta no se ha ocupado de la matemática y la ha dejado olvidada, por una parte como una ciencia propia de occidente de carácter universal y por otro lado deja las prácticas matemáticas de las otras culturas como curiosidades o folclore, que no merecen ser estudiadas y profundizadas.

Es también necesario revisar el carácter y la historia de la matemática occidental, dado que sus orígenes son muy diversos e incorpora elementos matemáticos de culturas orientales, pero en los últimos años se ha ido creando la idea, dado su adelanto y desarrollo en occidente, que responde y describe el universo objetivo de carácter positivo, libre de elementos teológicos y/o metafísicos.

Ante estas afirmaciones se plantean las preguntas: ¿Han podido las ciencias occidentales y el carácter objetivo y positivo de occidente responder a las exigencias de la complejidad de la realidad mundial? ¿Han contribuido a la creación de un mejor mundo, como lo predecía Comte? La realidad nos da la respuesta, las guerras, la hambruna, el desprecio por la vida y la perdida de la esperanza son los resultados más palpables de la búsqueda del progreso a partir de las ciencias occidentales. Es tiempo que las ciencias sociales y en particular, por su perspectiva y potencialidad, la antropología empiecen a hacer una crítica científica y humanística del progreso científico de occidente y de sus ciencias y empiece a tomar en cuenta los conocimientos ancestrales de las otras culturas, las que han quedado en el olvido y excluidas de las ciencias y lo científico. No significa que en las ciencias occidentales no haya adelantos de mucha utilidad, pero hace falta su complemento, que en este caso es el resto del mundo, con sus conocimientos ancestrales y un desarrollo distinto al que se ha dado en occidente.

En América Latina ha habido varios intentos por estudiar las matemáticas no occidentales, con fines principalmente pedagógicos, ya que a partir de la discusión e implementación de políticas de educación bilingüe en contextos multiculturales, se han cuestionado los contenidos de los currículos educativos con enfoques occidentales, y entre ellos la enseñanza de la matemática. Antes estos cuestionamientos surge el interés por lo que es llamada “etnomatemática”, es decir el estudio de la matemática de los grupos étnicos, desde un enfoque muy etnocéntrico, al caracterizarse por estudiar únicamente la matemática de los pueblos indígenas, y enmarcada muchas veces en procesos de asimilación cultural desde la escuela. Por otra parte, algunos otros autores, como Paulo Freire, plantean este estudio como un instrumento de liberación y emancipación de los pueblos indígenas y oprimidos a partir de la toma de consciencia de su historia y sabiduría como pueblo.

Los diversos estudios sobre las matemáticas no occidentales han dado las luces para plantear este primer acercamiento a las matemáticas mayas en la actualidad y su comparación con las matemáticas occidentales. Por lo que se ha propuesto conocer y descubrir los principales conceptos y prácticas matemáticas utilizadas en la actualidad por las poblaciones mayas actuales. Los cuales se investigaron a partir de cinco prácticas concretas que son: contar, localizar, explicar, diseñar y medir.

Estas cinco prácticas matemáticas dan una visión general sobre el estado en que se encuentra el desarrollo y actual práctica de la matemática maya inventada por los mayas prehispánicos desde hace más de dos mil años. Para este estudio se tomo como muestra dos comunidades mayahablantes q'eqchi', Las Unión y Santa Isabel, ubicadas en las tierras bajas mayas a orilla del río La Pasión sobre la franja transversal del norte, municipio de Chisec departamento de Alta Verapaz. Estas comunidades se encuentran ubicadas muy cerca del sitio arqueológico Cancuén y presentan una fuerte identidad cultural maya q'eqchi'.

El proceso metodológico para este acercamiento a las matemáticas mayas, tuvo varias fases, en un primer momento de revisión bibliográfica y documental de los estudios antropológicos de las matemáticas y en particular de la matemática maya. En ambos casos se ha documentado muy poco, a la antropología le ha hecho falta reflexionar sobre las mismas ciencias y en el caso mesoamericano la matemática maya ha quedado únicamente al estudio arqueológico prehispánico, existen algunos intentos por acercarse a las matemáticas mayas en la actualidad, pero se han quedado en afirmar que siguen utilizando el sistema vigesimal y cómo funciona éste.

La segunda fase de la metodología es la realización de dos instrumentos de carácter etnográfico, para recopilar la mayor cantidad de información sobre las prácticas matemáticas mayas, a través de entrevistas y observaciones a prácticas cotidianas comunitarias (por ejemplo la agricultura, la construcción, lo religioso y la comercialización), los cuales se utilizaron durante el trabajo de campo, enfocado principalmente hacia las personas mayores de la comunidad, quienes tienen incorporados la menor cantidad de elementos matemáticos occidentales dentro de su práctica cotidiana.

A partir del análisis de la información recabada se realizó una comparación entre la matemática maya y kaxlan[1] de las cinco prácticas matemáticas descritas anteriormente.

Como conclusiones generales del estudio se menciona que la matemática maya inventada por los mayas prehispánicos sigue presente en las prácticas matemáticas de las poblaciones descendientes actuales, el cual es un sistema completo y complejo que parte del sistema vigesimal, además el cero como elemento innovador y base del sistema y la utilización del cuerpo humano como referencia

[1] El vocablo maya q'eqchi' kaxlan (también utilizado en otros idiomas mayas) significa occidental, hace referencia a lo extranjero, a lo que no pertenece a la cultura propia.

para contar, medir, localizar y hasta diseñar. Existen muchas diferencias entre ambas matemáticas, pero también algunos elementos comunes. Los cuales es necesario seguir profundizando, dado que éste es un acercamiento inicial, pero da pie a que la antropología y otras ciencias sociales sigan investigando la matemática maya y el complejo conocimiento desarrollado en astronomía, física y medicina entro otros, que inventaron las poblaciones mayas desde siglos antes de la invasión y que sigue presente en las prácticas cotidianas de las poblaciones mayas de todo Mesoamérica, que abarca desde el sur de México, todo el territorio guatemalteco y parte de Honduras, el Salvador y Nicaragua.

Este trabajo esta organizado en tres capítulos, el primero en el que aparece el marco teórico, como una reflexión teórica sobre la temática, además una pequeña contextualización sobre la cultura maya y mestiza o ladina en Guatemala. En el segundo capítulo se hace una breve descripción etnográfica de las comunidades en las que se investigó y se describe el proceso metodológico. En el tercer capítulo se inicia con una descripción de la matemática maya, para luego hacer la síntesis de los resultados del trabajo de campo y el análisis comparativo de los mismos. Al final se plantean las conclusiones y recomendaciones generales del trabajo.

Espero que esta investigación pueda servir para el inicio de investigaciones más profundas y de más larga duración, sobre los aportes científicos que la cultura maya puede hacer al mundo y así poder contribuir en la construcción de una mejor sociedad.

1. Cultura y matemática

#

Capítulo Primero

1.1 Definición del objeto de estudio

El presente estudio es una aproximación a las matemáticas desde la perspectiva antropológica y cultural, dado que ha sido muy limitada la participación de la antropología en el estudio de las ciencias y en especial las ciencias llamadas exactas.

Este trabajo es una descripción exploratoria que busca conocer los principales conceptos y prácticas matemáticas maya q´eqchi´, principalmente las formas y conductas matemáticas cotidianas desde el análisis de las prácticas siguientes: contar, localizar, explicar, diseñar y medir.

Se realizó haciendo una revisión bibliográfica, análisis de textos indígenas y trabajo de campo, y a nivel comunitario con especialistas en la temática. Para el trabajo de campo se diseñaron dos instrumentos, que arrojaron la información necesaria para realizar el análisis de la práctica matemática maya en la actualidad.

Luego de tener una aproximación a las prácticas matemáticas q'eqchi', se realizó una comparación para encontrar similitudes y diferencias con la matemática occidental y poder sacar conclusiones sobre esta comparación.

Los objetivos del estudio son:

Objetivo general:

- Realizar un análisis comparativo de los conceptos y prácticas matemáticas de las culturas maya q'eqchi' y occidental.

Objetivos específicos:

- Realizar una aproximación antropológica al fenómeno cultural de las matemáticas y un análisis crítico de la antropología de las matemáticas.

- Conocer los conceptos y prácticas matemáticas generales en las comunidades q´eqchi´de Santa Isabel y La Unión ubicadas en la cuenca del río La Pasión.

- Realizar una comparación entre las concepciones matemáticas de la cultura maya y la occidental escolarizada.

1.2 Marco teórico

a. Estudio antropológico de la matemática

El Rey Rojo está durmiendo ahora -dijo Tweedledee-, ¿y qué es lo que crees que está soñando?
Alicia respondió:
-Nadie puede adivinar semejante cosa.
-¡Pues está soñando contigo! -exclamó Tweedledee, palmoteando con aire de triunfo. Y si deja de soñar contigo, ¿dónde supones que irás a parar?
-Pues por cierto que me quedaría aquí mismo -dijo Alicia.
-¡Tú no! -afirmó Tweedledee desdeñosamente-. No estarías ya en ninguna parte. ¡Porque no eres más que una especie de cosa en su sueño!
-Si este Rey se despierta -añadió Tweedledum-, tú desaparecerás…, pif!... ¡exactamente como una vela que se apaga!
-¡No es cierto! -exclamó Alicia indignada-. Además, si es que no soy más que una especie de cosa en su sueño, ¡me gustaría saber qué es lo que son ustedes!
-Lo mismo -dijo Tweedledum.
-¡Lo mismo, lo mismo! -gritó Tweedledee.
Gritó esto último tan fuertemente que Alicia no pudo evitar el decirle:
-¡Ssssh! Que lo van a despertar. ¡Se despertará si hacen tanto ruido!
-Bueno, es inútil que hables de despertarlo -explicó Tweedledurm-, cuando no eres más que una de las cosas que hay en su sueño. Sabes muy bien que no eres real.
-¡Yo soy real, soy verdadera!… -repuso Alicia, y comenzó a llorar.
-No te harás ni un ápice más real por el hecho de que llores -observó Tweedledee-. No hay razón alguna para que llores.
-Si yo no fuera verdadera -comentó Alicia medio riendo a través de sus lágrimas, ya que todo aquello resultaba tan ridículo-, no sería capaz de llorar.
-Tengo la esperanza de que tú no supongas que ésas son lágrimas verdaderas -interrumpió Tweedledum en un tono de gran desdén.
Lewis Carroll, A través del espejo
Escritor y matemático

Los estudios antropológicos de las matemáticas han sido limitados y escasos, dado que la antropología, como las demás ciencias sociales, no se han ocupado del investigar a las ciencias mismas, y en especial de las ciencias "puras", como son llamadas en occidente.

El principal aporte antropológico es el estudio de Leslie White titulado *El locus de la realidad matemática* (White, 1985), una discusión profunda que parte de la siguiente interrogante: ¿Residen las verdades matemáticas en el mundo externo, para ser descubiertas allí por el hombre, o son invenciones debidas al hombre? ¿Tiene la realidad matemática una existencia y una validez independientes de la especie humana, o es meramente una invención humana?

Durante la historia de la humanidad y principalmente en occidente estas cuestiones se han discutido por muchos años. Las opiniones han estado muy divididas, a continuación se presentan citas que hacen referencia a las dos principales posturas. Por una parte, el eminente matemático británico G. H. Hardy plantea en su trabajo *A Mathematician's Apology*:

"Creo que la realidad matemática reside por fuera de nosotros, y que nuestra función es descubrirla u observarla, y que los teoremas que demostramos, y que describimos grandilocuentemente como nuestras "creaciones", son sencillamente las notas de nuestras observaciones."

En la posición opuesta se encuentra el distinguido físico P. W. Bridgman, quien afirma que "es por demás trillado, en seguida evidente para la observación no sofisticada, que las matemáticas son una invención humana." Edward Kasner y James Newman declaran que "hemos superado la noción que las verdades matemáticas tienen una existencia independiente y aparte de nuestras propias mentes. Es hasta extraño que alguna vez haya existido una noción así."

Desde un punto vista antropológico, esta última postura es la única científicamente sana y válida. No hay razón para creer que las realidades matemáticas tienen una existencia independiente de la mente humana, como creer que las realidades mitológicas puedan tener su ser aparte del hombre. La raíz cuadrada de menos uno es verdadera y real. Así lo son los dioses y espíritus en quienes creen los pueblos de la actualidad. El asunto en cuestión no es preguntar ¿son estas cosas verdaderas?, sino ¿dónde está la prueba de su realidad? Es un error identificar la realidad con el mundo externo únicamente; no hay nada más real que una alucinación.

Pero aquí no se busca establecer como correcta una opinión sobre la realidad matemática y como ilusoria la otra sino presentar el fenómeno de la conducta matemática de un modo tal como para aclarar, por una parte, por qué la creencia de la existencia independiente de las verdades matemáticas ha parecido tan plausible y convincente durante tantos cientos de años, y, por la otra, demostrar que todas las matemáticas no son más que una clase particular de conducta humana universal.

Muchas son las personas que sin vacilar subscribirían la proposición de que la realidad matemática debe residir ya sea en nosotros, o fuera de nosotros. ¿No son acaso las únicas posibilidades? Sin embargo, con todo lo irresistible que pueda parecer este razonamiento, es, en el presente, un problema, falaz o, al menos, alevosamente engañoso.

Las proposiciones planteadas por White, aunque si en apariencia son diametralmente opuestas, son igualmente válidas; una es tan verdadera como la otra:

1) Las verdades matemáticas tienen una existencia y validez independiente de la mente humana.
2) Las verdades matemáticas no tienen existencia o validez aparte de la mente humana.

Estas proposiciones, tal como están redactadas, son en verdad engañosas, pues el término "la mente humana" es usado en dos sentidos diferentes. En el primer caso, se refiere al organismo individual; en el segundo, a la especie humana. De este modo, ambas proposiciones pueden ser verdaderas, y lo son en realidad. Las verdades matemáticas existen en la tradición cultural dentro de la que ha nacido el individuo, y de esa manera penetran en su mente desde afuera. Pero aparte de la tradición cultural, los conceptos matemáticos no tienen existencia ni significado, y por supuesto, la tradición cultural no tiene existencia aparte de la especie humana. Las realidades matemáticas tienen así una existencia independiente de la mente individual, pero dependen por completo de la mente de la especie. O, para traducirlo a términos antropológicos: las matemáticas en su totalidad, en sus "verdades" y "realidades", son una parte de la cultura humana, nada más. Todo individuo nace en una cultura que ya existía y que es independiente de él; los rasgos culturales tienen una existencia externa a la mente individual e independiente de ella. El individuo adquiere su cultura mediante el aprendizaje de las costumbres, creencias, técnicas de su grupo. Pero la cultura misma no tiene, ni es posible que así sea, existencia aparte de la especie humana. La matemática por lo tanto al igual que el idioma, las instituciones, las herramientas, las artes, etc., es el producto acumulado de los muchos esfuerzos de la especie humana a través de los tiempos.[2]

Las matemáticas son, naturalmente, una parte de la cultura. En la herencia que todo pueblo recibe de sus predecesores, o de sus vecinos contemporáneos, junto con maneras de cocinar, de casarse, de profesar religiones, etc., figuran maneras de contar, calcular, y toda otra cosa propia de las matemáticas. Éstas son en realidad una forma de conducta: las respuestas de una clase particular de primates a un conjunto de estímulos. Aunque un pueblo cuente por unidades o por decenaso veintenas, que tenga o no números cardinales que pasen de cinco o que posea los conceptos más complejos, su conducta matemática es determinada por la cultura matemática que lo posee.

---

[2] Emile Durkheim fue uno de los primeros en aclarar este punto. Lo discutió en las primeras páginas de su obra: *Las formas elementales de la vida religiosa* y en *Las reglas del método sociológico* se empeñó en establecer la naturaleza de la cultura y su relación con la mente humana. Otros también han discutido, por supuesto, la relación entre hombre y cultura, pero las formulaciones de Durkheim son particularmente apropiadas para esta discusión.

Se puede ver ahora cómo pudo surgir y prosperar la creencia de que las verdades y realidades matemáticas residen fuera de la mente humana. Esto es cierto: residen fuera de la mente de cada individuo y, como lo planteara Durkheim penetran en cada mente individual.

Inciden sobre su organismo, recordando otra frase de Durkheim, tal como lo hacen las fuerzas cósmicas. Cualquier matemático, observándose a sí mismo y también a los demás, puede ver que así es. Las matemáticas no son algo que se segregue como la bilis, es algo como el vino, se bebe. Los niños de cualquier cultura crecen y se comportan plenamente, en lo que atañe a las matemáticas como a cualquier otra cosa, de acuerdo con la tradición matemática y otros rasgos de su cultura. No hay prueba anatómica o psicológica capaz de indicar que haya alguna significativa diferencia racial, biológica e innata en lo referente a la conducta matemática o cualquier otra clase de conducta humana. De haber nacido Newton en otra cultura, habría calculado como se calcula en esa cultura.

Es frecuente que la cultura haga tretas y deforme nuestros pensamientos. Tendemos a hallar en la cultura expresiones directas de la "naturaleza humana" por una parte, y del mundo externo por otra. Es así como cada pueblo se muestra dispuesto a admitir que sus propias costumbres y creencias son expresiones fieles y directas de la naturaleza del hombre. Es parte de la "naturaleza humana" practicar la monogamia, celar a la esposa, enterrar a los muertos, beber leche, no aparecer en público desprovisto de ropas, llamar "primo " al hijo de un hermano de la madre, gozar del derecho exclusivo sobre el fruto del trabajo propio, etc., si se tienen dichas costumbres particulares. Pero la etnografía nos enseña que existe la más amplia divergencia de costumbres entre los pueblos del mundo: Hay gente que detesta la leche, practica la poliandria, presta la esposa como prueba de hospitalidad, considera la inhumación con horror, aparece en público sin ropas y sin vergüenza, llama "hijos " a la descendencia de un hermano de su madre, y libremente pone todo el producto de su trabajo o la mayor parte a disposición de sus semejantes. No hay costumbre o creencia de la que pueda decirse que exprese la naturaleza humana más que otra.

De modo análogo se ha pensado que ciertos conceptos del mundo externo son tan simples y fundamentales como para expresar su estructura y naturaleza. Uno está inclinado a pensar que amarillo, azul y verde son características del mundo externo que cualquier persona normal puede distinguir, hasta enterarse que los muscoguis no distinguían el amarillo del verde; tenían un solo nombre para ambos colores. Similarmente, los choctaw, tunica y keresanos y muchos otros pueblos, no tienen distinción terminológica entre el azul y el verde (White,1985).

Durante siglos se creyó que los teoremas de Euclides eran sencillamente fotografías conceptuales, por así decirlo, del mundo externo, que tenían una validez por completo independiente de la mente humana, que había alrededor de ellos algo necesario e inevitable. El invento de la geometría no euclidiana hecho por

Lobatchewsky, Riemann y otros, echó totalmente por tierra esta opinión. Hoy se sabe que conceptos tales como espacio, línea recta, plano, etc., son una consecuencia tan necesaria e inevitable de la estructura del mundo externo como lo son los conceptos de verde y amarillo.

Respecto a esto Einstein plantea: "Llegamos ahora a la pregunta: ¿Qué es a priori cierto o necesario, respectivamente, en la geometría (la doctrina del espacio) o en sus fundamentos? Primero creímos que todo; en la actualidad, nada. El concepto de distancia ya es lógicamente arbitrario; no hace falta que hayan cosas que correspondan con él, ni siquiera aproximadamente."

Afirman Cáncer y Newman que "la geometría no euclidiana es prueba de que las matemáticas... son factura propia del hombre, sujeta sólo a la limitaciones impuestas por las leyes de pensamiento."

Lejos de tener una existencia y una validez aparte de la especie humana, todos los conceptos matemáticos son "invenciones libres del intelecto humano", para usar una frase con la que Einstein caracterizaba los conceptos y principios fundamentales de la física. Pero debido a que los conceptos matemáticos y científicos han entrado siempre en cada mente individual proveniente desde afuera, hasta no hace mucho tiempo se supuso que se originaban en el mundo externo en lugar de provenir de la cultura hecha por el hombre. Pero el concepto de cultura, como concepto científico, también es en sí mismo un invento reciente.

La naturaleza cultural de nuestros conceptos y creencias científicas es claramente reconocida en el siguiente párrafo de Erwin Schrödinger, Premio Nobel de física:
"¿De dónde nace la difundida creencia de que el comportamiento de las moléculas es determinado por una absoluta causalidad, de dónde la convicción que pensar lo contrario es imposible? Sencillamente de la costumbre, heredada a través de millares de años, de pensar en términos de causa y efecto, con lo que la idea de los hechos no determinados, de una causalidad absoluta, primaria, parece carecer de todo sentido, ser un absurdo lógico."

De modo análogo, Henri Poincaré afirma que los axiomas de la geometría son meras "convenciones, "es decir "no son ni juicios sintéticos a priori ni hechos experimentales. Son convenciones…".

Ahora se plantea otro aspecto de las matemáticas que es ilustrado por el concepto de cultura. Heinrich Hertz, descubridor de las ondas inalámbricas, dijo una vez:

"Uno no puede dejar de sentir que estas fórmulas matemáticas tienen una existencia independiente y una inteligencia que les pertenece, que son más sabias que nosotros, más sabias aún que sus mismos descubridores, que extraemos de ellas más de lo que había originalmente dentro de ellas."

Aquí se encuentra otra vez la idea de que las fórmulas matemáticas tienen una existencia "que les pertenece" (es decir, independiente de la especie humana), y que son "descubiertas" antes que hechas por el hombre. El concepto de cultura aclara toda la situación. Las fórmulas matemáticas, al igual que otros aspectos de la cultura, en verdad tienen en un cierto sentido una "existencia independiente y una inteligencia que les pertenece". Cualquier idioma, en un cierto sentido, tiene "una existencia independiente que le pertenece". No independiente de la especie humana, por supuesto, pero independiente de cualquier individuo o grupo de individuos, cultura o nación. Posee, en un cierto sentido una "inteligencia que le pertenece". Es decir, se comporta, crece y cambia de acuerdo con principios que son inherentes al lenguaje mismo, no a la mente humana. A medida que el humano adquiere conciencia del idioma, y a medida que madura la ciencia de la filología, los principios de la conducta lingüística son descubiertos y enunciadas sus leyes. Esta vida es la vida de la cultura, de la tradición cultural. Según lo expresa Durkheim, los modos colectivos de actuar y pensar tienen una realidad que está fuera del individuo, quien, en todo momento, se conforma a ella.

Cualquier herramienta, máquina, creencia, filosofía, costumbre o institución no es más que la consecuencia de rasgos culturales previos. Una comprensión de la naturaleza de la cultura aclara, entonces, porque creyó Hertz que "las fórmulas matemáticas tienen una existencia independiente y una inteligencia que les es propia".

Su creencia de que "extraemos de ellas más que lo que había originalmente en ellas" nace del hecho que en la interacción de rasgos culturales son formadas nuevas síntesis que no fueron anticipadas por "sus descubridores", o que contenían implicaciones que dejaron de ser vistas o apreciadas hasta que una mayor evolución las hizo más explícitas. En ciertos casos las características novedosas de una síntesis recién formada no son vistas ni por la persona en cuyo sistema nervioso tomó lugar dicha síntesis.

La contradicción que hay entre las opiniones sostenidas por Hertz, Hardy y otros, de que las verdades matemáticas son descubiertas antes que debidas a la factura del hombre, es de ese modo resuelta por el concepto de cultura. Con tales verdades ocurren ambas cosas; son descubiertas pero también son hechas por el hombre. Son el producto de la mente de la especie humana; pero son halladas o descubiertas por cada individuo en la cultura matemática dentro de la cual se formó. El proceso de crecimiento matemático es, tal como ya anotamos, un proceso de interacción de elementos matemáticos. Naturalmente, este proceso requiere una base en el cerebro de los hombres, así como una conversación telefónica requiere alambres, auriculares, micrófonos, etc. Pero no necesitamos tomar en cuenta el cerebro de los hombres para una explicación de la invención y crecimiento de las matemáticas así como tampoco necesitamos tomar en consideración los alambres telefónicos cuando deseamos explicar la conversación transmitida a través de ellos. Este aserto es corroborado por el hecho que numerosas invenciones (o "descubrimientos") ocurren simultáneamente en las matemáticas por dos o más personas, trabajando independientemente. Si estos inventos en verdad hubiesen sido causados, o determinadas, por mentes individuales, deberíamos explicarlos como coincidencia. Sobre la base de las leyes del azar, estas numerosas y repetidas coincidencias entrarían ya en el terreno de lo milagroso. Pero la explicación cultural aclara inmediatamente todo el panorama. El total de la población de una región dada es abarcado por un tipo de cultura. Cada individuo nace en una organización preexistente de creencias, herramientas, costumbres e instituciones, rasgos culturales que constituyen y moldean la vida de cada persona, le dan contenido y dirección. Las matemáticas son, por supuesto, una de las corrientes que fluyen por la cultura total. Actúa en grado variado sobre los individuos y éstos responden de acuerdo con sus respectivas constituciones. Las matemáticas son la respuesta psicosomática a la cultura matemática.

Pero ya ha señalado que dentro del cuerpo de la cultura matemática ocurren acciones y reacciones entre los varios elementos. Un concepto reacciona sobre otro; las ideas se mezclan, se funden, formando nuevas síntesis. Este proceso continúa a través de todo el campo de la cultura, aunque más rápida e intensamente en algunas regiones (por lo general el centro) que en otras (la periferia). Cuando este proceso de interacción y desarrollo llega a un cierto punto, nuevas síntesis cobran vida por sí solas. Estas síntesis son, por cierto, hechos reales y tienen una situación de tiempo y lugar. Los lugares son por supuesto el cerebro de los hombres. Debido a que el proceso cultural ha transcurrido de manera bastante uniforme a través de grandes extensiones, con poblaciones numerosas, la nueva síntesis tiene lugar simultáneamente en varios cerebros a la vez. Dado que somos habitualmente antropocéntricos en nuestro pensar, tendemos a decir que estos hombres fueron los autores de tales descubrimientos. Y así es, en un sentido, un sentido biológico. Pero si nos proponemos explicar el descubrimiento como un hecho dentro de la evolución de las matemáticas, al individuo lo debemos dejar totalmente de lado. Desde este punto de vista, el individuo no tuvo relación con el descubrimiento, fue algo que le aconteció. Él sólo fue el lugar donde cayó el rayo. Un “descubrimiento” simultáneo realizado por tres hombres que trabajan “independientemente” significa que el rayo cultural-matemático puede caer en más de un lugar a la vez, como lo demuestran los hechos. En el proceso del crecimiento cultural, debido a inventos o descubrimientos, el individuo es meramente el lugar neural donde ocurre el avance. El cerebro del hombre es sencillamente un agente catalizador, por así decirlo, dentro del proceso cultural. Este proceso no puede existir independientemente del tejido neural, pero la única función del sistema nervioso del hombre es hacer posible el proceso interactivo y efectuar síntesis de elementos culturales.

Hay por cierto “algo fuera de uno”, un poder, una fuerza, que se apodera y obliga a proceder de uno u otro modo. Pero es algo que no tiene nada de misterioso o místico, no es una cosa extraña o divina, como sugirió Goethe. Trátase sencillamente de la tradición de cultura que nos abarca a todos en su abrazo poderoso. Cuando, como en un río, somos aprisionados por una rápida corriente de cambio cultural, o arrastrados hacia el remolino de síntesis cultural, nada podemos hacer excepto entregamos totalmente por la voluntad de las aguas. Verdad es que entonces sentimos dentro de nosotros una fuerza y un espíritu, y sabemos muy bien que no son nuestros. Pero no ignoramos de dónde provienen y cuál es su naturaleza. Es la grande y acumulativa corriente de cultura humana, que llega hasta nosotros desde sus fuentes situadas en la antigüedad, arrastrándonos en su seno, proveyéndonos de nutrimento y sostén, haciendo uso de nosotros; sin embargo, preservándonos antes que consumiéndonos, para las culturas y generaciones venideras.

Si las ideas matemáticas penetran en la mente del matemático individual desde afuera, desde la corriente cultural en la que nació y se ha criado, cabe entonces preguntar ¿de dónde provinieron por primera vez la cultura en general y la cultura matemática en particular?, ¿cómo surgió y adquirió su contenido?[3]

Las primeras ideas matemáticas que hubo fueron sin duda traídas a la existencia por los sistemas nerviosos de seres humanos individuales, extraordinariamente simples y rudimentarias. Sin la capacidad humana para dar a estas ideas expresión manifiesta en forma de símbolos, y de comunicarlas de una a otra persona a fin de que se pudieran formar nuevas combinaciones -y estas nuevas síntesis pasarían de una generación a otra, siguiendo un proceso contínuo de interacción y acumulación-, la especie humana no habría hecho ningún progreso más allá de su etapa inicial.

El lenguaje fue muy importante, dado que las ideas son vaciadas en forma de símbolos y reciben expresión abierta y manifiesta. De este modo, la comunicación se torna fácil y flexible, las ideas influyen ahora desde afuera sobre el sistema nervioso y reaccionan entre sí dentro de este sistema. Algunas son eliminadas, otras reforzadas; se forman nuevas combinaciones, nuevas síntesis son elaboradas. Estos progresos son, a su vez, comunicados a otros, transmitidos a la generación siguiente. En un tiempo relativamente corto, la acumulación de ideas matemáticas ha sobrepasado la capacidad creadora del sistema nervioso humano individual no ayudado por la tradición cultural. A partir de este momento, el progreso matemático es debido a la interacción de ideas que ya tienen existencia, antes que a la creación de conceptos nuevos ocurrida en sistemas nerviosos humanos sigçngulares. Muchísimo antes de que se inventara la escritura, los individuos de todas las culturas dependían de las ideas matemáticas presentes en sus respectivas culturas. De esta suerte, la conducta

[3] Leslie White plantea que sería redundante aclarar que las matemáticas no se originaron con Euclides y Pitágoras. Las matemáticas son un desarrollo del pensamiento que tuvo su comienzo con el origen del hombre y la cultura, hace algo así como un millón de años. En verdad, fueron pocos los progresos hechos durante los primeros centenares de millares de años. Sin embargo, encontramos hoy en las matemáticas sistemas y conceptos que fueron desarrollados por pueblos primitivos de la Edad de Piedra, sobrevivientes de los cuales pueden ser encontrados entre las culturas de la actualidad. El sistema de contar por decenas nació del uso de los dedos de ambas manos. El sistema vigesimal de los astrónomos mayas derivó de contar los dedos de la mano y también los de los pies. *Calcular* es contar con *calculi,* pequeños guijarros. Una *línea recta* era un cordel de *lino estirado,* y así sucesivamente.

matemática de un apache es la respuesta que da a los estímulos provistos por las ideas matemáticas reinantes en su cultura. Lo mismo es válido para el hombre de Neandertal y los habitantes del antiguo Egipto, Mesopotamia y Grecia. Tiene también vigencia para los individuos que componen las modernas naciones.

Las ideas matemáticas fueron producidas originalmente por el sistema nervioso humano, cuando el primer hombre se convirtió en tal hace un millón de años. Estos conceptos eran extraordinariamente rudimentarios, y el sistema nervioso humano, sin *ayuda de la cultura,* jamás los habría sobrepasado independientemente de cuántas generaciones hubieran vivido y desaparecido. La formación de una tradición cultural fue lo que permitió el progreso. La comunicación de ideas de persona a persona, la transmisión de conceptos de una generación a otra, puso en la mente de los hombres (es decir, estimuló su sistema nervioso) ideas que por interacción formaron nuevas síntesis, que a su vez fueron pasadas a otros.

Vemos así que la realidad matemática no encierra ningún misterio. No es menester que busquemos las "verdades" matemáticas en la mente divina o en la estructura del universo. Las matemáticas son una clase de conducta de primates, así como los son los idiomas, los sistemas musicales y los juegos de salón. Los conceptos matemáticos son de factura humana, al igual que los valores éticos, las bicicletas y las jaulas para pájaros. Pero ello no invalida la creencia de que las proposiciones matemáticas residen fuera de nosotros y tienen una realidad objetiva: es verdad que residen fuera de nosotros, existían antes de que hubiéramos nacido. A medida que crecemos las hallamos en el mundo que nos rodea. Pero se trata de una objetividad que existe sólo para el individuo. El *locus* o lugar de la realidad matemática es la tradición cultural, es decir, el *continuum* de conducta expresada por símbolos. Esta teoría ilumina también el fenómeno de la novedad y el progreso de las matemáticas.

Las ideas interactúan entre sí en el sistema nervioso de los hombres y de ese modo forman nuevas síntesis. Si los dueños de este sistema nervioso entienden claramente lo que ha tenido lugar lo llaman "invención", tal como hace Hadamard, o "creación", para usar el término de Poincaré. Si no comprenden lo que ha ocurrido, lo denominan un "descubrimiento" y creen haber hallado algo en el mundo exterior. Los conceptos matemáticos son independientes de la mente individual, pero residen plenamente en la mente de la especie, es decir, en la cultura. Los inventos y descubrimientos matemáticos no son más que dos aspectos de un hecho que simultáneamente ha tenido lugar en la tradición cultural y en uno o más sistemas nerviosos humanos. De estos factores, la cultura es el más significativo, allí residen los determinantes de la evolución matemática. El sistema nervioso humano no es más que un catalizador que ha hecho posible el proceso cultural.

b. Antropología y matemática occidental

Como se vio en el apartado anterior, toda cultura creada por el hombre ha manifestado el impulso por concebir sistemas de recuento y de medición vinculados a las necesidades prácticas de los grupos y colectividades humanas. Para la existencia del fenómeno cultural de los números y la matemática es necesaria la existencia de un mundo natural previamente dado y de un cerebro, que al interactuar hace posible esa grandiosa manifestación de la cultura a la que llamamos "matemática". No es la única, fenómenos como el arte, la religión, la filosofía, la ciencia, etc., son a su vez otras tantas formas de expresión de la mente humana en su intento de aprehensión cognitiva de la realidad.

En este apartado se discutirán sobre todo las ideas del antropólogo y sociólogo español Víctor Alarcón (2004), quien plantea la necesidad de estudiar la matemática y los números desde la perspectiva antropológica y filosófica, apoyándose en el libro *Antropología de los números* de Thomas Crump (1993).

En nuestros días, la matemática cumple una función fundamental en todas las ciencias y saberes técnicos, no sólo en las ciencias de la naturaleza sino también en las ciencias sociales (incluida la antropología) con el manejo de la teoría de juegos, la teoría de catástrofes, la estadística y métodos de investigación social, la investigación operativa, la teoría del caos, los sistemas dinámicos, etc. En este sentido merece especial mención la colaboración estrecha entre Lévi-Strauss y el gran matemático francés André Weil, en la obra *Las estructuras elementales del parentesco*. La aplicación de la matemática en el estructuralismo antropológico se centra en la descripción y estudio de las propiedades de los grupos de transformación o la de las matrices, entre otras subramas de la matemática.

En la actualidad la matemática se ha hecho universal desde la concepción occidental de tal forma que los matemáticos chinos, japoneses o hindúes trabajan con las concepciones y métodos de la matemática desarrollada desde siglos atrás en occidente. Sin embargo, las aportaciones históricas de la matemática india, china o del mundo árabe son fundamentales en la misma concepción que occidente tiene. Conceptos como el de "algoritmo" y "álgebra" son deudores de la matemática árabe e india. Otras manifestaciones del hacer matemático se realizan fuera de estas grandes corrientes de la labor de los matemáticos seguidores de las grandes vectores de este conocimiento. El proceso dialéctico entre la naturaleza y la cultura se lleva a cabo por procesos de intercambio entre los sistemas ecológicos y los sistemas culturales.

En el inicio de la matemática y la filosofía, los pitagóricos consideraban el número como el último constitutivo de las cosas, la sustancia de las cosas. No estaba separado de ellas: universo y matemática eran los dos aspectos de una misma realidad cósmica. Con Platón se desarrolla un modo de entendimiento característico del ser de la matemática. Los entes matemáticos están ahora separados de las cosas, viven en un supramundo de las ideas. El acceso a estos entes se realiza por medio de una penetración cognitiva en ese empíreo donde habitan las entidades tales como los números o las figuras perfectas geométricas (ideales) y que sólo se "realizan" imperfectamente en el dibujo, que representa esa idealización absoluta dotada de existencia propia y que no se hace analógica con la Naturaleza más que como copia imperfecta de ésta.

Con Leibniz la razón se instala en el trono. Su intento de construir la lógica como ciencia indubitable que garantiza la idoneidad de los razonamientos humanos; se asocia a la matemática como un paradigma de racionalidad. Sin embargo, la matemática no está fundamentada meramente en los principios de la lógica, necesita el concurso de principios extramatemáticos como los de la metafísica. Es, por un lado, un saber dotado de un principio de necesidad, es decir, dotado de verdad indubitable y, por el otro, un saber sometido a la contingencia de la Historia: la matemática es una verdad, pero inscrita en el transcurrir de lo histórico. Éste es el sustrato donde la matemática se manifiesta. Asociada a la noción de verdad, se encuentra la de certeza; asociada a la de contingencia, la de falibilidad. Pero ésta se da como error pasajero a superar por el despliegue del desarrollo matemático. El carácter necesario de la matemática tiene su mejor prueba en su propio desarrollo matemático. Se parte de este carácter necesario y, en su desenvolvimiento, la matemática va encontrando sus modos característicos de actividad que tienen como cometido ir explicitando a éstos (Alarcón, 2004).

Podemos entender la matemática como *el estudio de las relaciones que forman estructuras a partir de los entes conceptuales de tipo abstracto a los que llamamos números*. Esto incluiría a la propia geometría en tanto que es reducible a números. Tendríamos la serie siguiente: números - relaciones - estructuras. Y la matemática sería el estudio de las estructuras verdaderas. El lenguaje sería una de las propiedades fundamentales. Sin el lenguaje no se puede contar y para contar nos valemos de esos signos/símbolos, tan familiares para nosotros como son los números naturales, ordenados de menos a mayor con una diferencia, la unidad. Así, por ejemplo, un hombre prehistórico sabía que 20 animales son más animales que ocho; no sólo porque se aprecia a golpe de vista sino porque inicia un sistema de recuento que le es muy útil cuando el número de animales a comparar es muy grande. Sin embargo, en la actualidad algunos antropólogos han observado que en culturas llamadas "primitivas" las personas son capaces de calcular a simple vista, con un error mínimo, el número de piedras u otros objetos de pequeño tamaño; mientras el investigador, cuando intenta hacer lo mismo, obtiene un error marcadamente más significativo. Esto hace suponer que nuestro sistema occidental de recuento ha provocado que se pierda un sentido innato de la cantidad cuando el número de objetos es muy grande, aun cuando este sistema sea mucho más preciso si se sigue el método de conteo propio de la base diez.

La matemática se constituye en la *lógica* de la realidad. Primero referida a la realidad natural: mundo–universo, luego también a la realidad cultural. Es un esquema de la estructura de la realidad con su propia lógica. Lo real es "lo que es". El matemático también pertenece a la realidad. Lo real se "auto conoce" en la matemática a través de la mente del matemático. Todo pertenece a la realidad, inclusive los pensamientos del matemático. En el sistema nervioso del matemático se produce una gran síntesis cultural de carácter matemático. Pero esa lógica, conviene no olvidarlo, es específica, estrechamente relacionada en un sistema cultural y social concreto que está sometido a procesos de cambio en el tiempo social.

Los objetos matemáticos (p. ej. los números) son construidos (factor de creación) por la mente. Suponen una cierta idealización. Estos objetos matemáticos son conceptos que son fijados, "descritos" por un simbolismo convencional (Poincaré). La matemática es la ciencia de las relaciones verdaderas entre determinados conceptos. Cuando se ha realizado esta construcción idealizada se posibilita el descubrimiento: las relaciones que se van conociendo se imponen como proposiciones a demostrar. No es propiamente un juego. Si fuese un juego podríamos crear el axioma: $a + (b \times c) = (a+b) \times (a+c)$ —que como sabemos, es falso— y no lo hacemos. ¿Por qué $a \times (b+c) = (a \times b) + (a \times c)$? Esto, los matemáticos lo toman por un axioma, es decir, como una verdad indubitable que no requiere de demostración alguna. Los axiomas constituyen el ápice invertido de una pirámide que crece en complejidad y contenido. ¿Dónde reside la verdad de esto? Nosotros no podemos realizar cálculos de ingeniería con la primera fórmula. Esto nos lleva a pensar en una base empírica para la matemática que, en un proceso temporal, va destilando una síntesis que es recogida y almacenada como conocimiento específicamente matemático.

La pregunta es ¿por qué la mente crea los entes matemáticos?, por ejemplo el tiempo y el espacio. Según Brouwer (creador de la escuela instuicionista en matemática), al igual que algunas corrientes interpretativas del conocimiento, considera que no es posible ir más allá de la intuición en lo que respecta al saber. La certeza máxima está garantizada por una intuición primera (el tiempo). En este sentido, los fenomenólogos han incorporado su concepción de la epojé o suspensión de la tradición del conocimiento como "reducción fundamental" -fenomenológica- para la captación no deformada del objeto por un sujeto puro de conocimiento. Lo que se nos da es el "fenómeno".

Al menos en un punto la creación o experiencia matemática tiene una conexión con lo empírico, en la medida que el aporte que hace posible esa "única intuición primordial" viene dado por la existencia del mundo real, es decir, por los datos sensibles. La percepción del tiempo es posible gracias a la existencia de un mundo empírico y de las sensaciones internas de la conciencia, a través del aporte sensorial y de los ritmos interiores del organismo. Con relación a la concepción trascendental de la lógica, el "tercer reino", los pensamientos u objetos, están "fuera" en un reino platónico. La mente capta estos objetos.

Podemos concebir un espacio independientemente de una percepción (del percibidor). Pero ¿podemos concebir el tiempo independientemente de un contemplador? El tiempo no existe objetivamente: el tiempo es función de la topología del espacio (Einstein). A un nivel más cercano, el tiempo es creado por la mente, es una percepción interna que resulta de la conciencia y del pensamiento. El contenido de la conciencia es ella misma y ésta es memoria, que es resultado del tiempo a su vez. El espacio puede ser objetivo en un sentido mucho más fuerte que el tiempo. Aquí el tiempo existe interiormente: es percibido, medido, etc., interiormente. El tiempo es un acto mental; una intuición a priori. Supongamos que el universo se "congelara"; en un universo quieto existiría el espacio pero no el tiempo. El tiempo es transformación, cambio. Para el concepto de durabilidad (Bergson: "duración") ya tenemos que emplear el concepto de tiempo. Un universo quieto ¿sería infinito o finito? "Lo que requiere el tiempo es el sentido del "carácter intrínseco de un acontecimiento" (Whitehead citado por Crump, 1993).

El aspecto *pragmático* de lo numérico está vinculado a la vida cotidiana y a sus exigencias. Se relaciona con el cómputo de los días con una base cíclica que se repite indefinidamente: "En la práctica, el simple cómputo de los días, sin hacer referencia a ningún otro período, sólo puede tener lugar sobre una base cíclica, como la que se encuentra en los siete días de la semana."[4]

Gottlob Frege es uno de los lógico-matemáticos que no sitúa la matemática fuera del campo de lo absoluto irrefutable; es decir, no le concede un estatuto de relativismo. Sitúa la matemática dentro de lo que los sociólogos y antropólogos describen como ciencias "nomotéticas", esto es, aquellas que se producen y desarrollan a partir de leyes, en este caso las "leyes del pensamiento" (Boole), que prescriben regularidades insoslayables, necesarias y universales. Situada la matemática en un mundo propio, lo que hace el matemático es descubrir sus leyes, descubriendo "pensamientos verdaderos" (el matemático como investigador-descubridor).

La física, por ejemplo, también trabaja con la noción de ley científica, pero no necesita, en principio, concebir conceptualmente una realidad metafísica para dar

---

[4] Lo que la matemática pretendería en occidente, en última instancia, es el descubrimiento del misterio de lo real, del "mundo" en definitiva (como las otras ciencias) a través de la matemática "pura". Todo se encamina a la comprensión de lo que es llamada "la estructura oculta": la ciencia le va "comiendo terreno" al misterio y, en este sentido, estamos principiando. A ello le impele la propia mente del matemático. Ésta, en su origen, es ingenua, desconoce el mundo, pero está dotada de una capacidad neoténica que le posibilita su propia reestructuración contínua por medio de un aprendizaje que jamás finaliza. Lo que hace la *mente* matemática es desenvolverse, como producto de su actividad interior, en íntima correspondencia con la estructura oculta del mundo, revelándola. La matemática se adecua tan exactamente a la realidad porque la mente -que construye, en parte, ella misma esa realidad- es producto de esa realidad natural que es realidad cósmica, universal; y dado esto, no le cabe otra posibilidad que intentar explicar lo más fielmente posible el mundo a través de las herramientas conceptuales, las que se va fabricando conforme requieren nuevos conceptos y utilidades matemáticas.

cuenta de los fenómenos de la naturaleza. Otra cosa es que las visiones de muchos físicos se encuentren teñidas de concepciones no necesaria ni meramente "fisicalistas"; así acontece, p. ej., con determinadas concepciones metafísicas de Einstein y otros autores con éste basamento, o deberíamos decir: "pre-físico". La pregunta es si son necesarias, tanto para las ciencias naturales como para la matemática, estas conceptualizaciones "previas" con respecto a su particular ciencia.

Dos aspectos en Frege son fundamentales para una interpretación antropológica de los números y la matemática: el sentido y la referencia. Si el símbolo matemático ha de tener sentido y referencia, ¿cuáles son estos? *El sentido* supone una semiótica del signo/símbolo matemático lo que pertenece a una "filosofía del lenguaje" matemático. En cuanto a la *referencia*, los entes matemáticos ¿se refieren a algo objetivo o sustancial, algo que está en el mundo de lo sensible y de la experiencia?, ¿o son meros entes de razón? Y en este último caso, ¿no está también la razón sujeta al plano de lo sensorial/empírico?

Lo importante, según esta postura, es que el conocimiento matemático es el resultado de la interacción entre el cerebro humano y el mundo, lo que produce la experiencia de cada sujeto. En efecto, el número no es una propiedad que pertenezca a una cosa sea individual o colectiva, como sostendrá Frege. Ahora bien, el punto que niega la subjetividad del número y que éste no es un concepto mental ya es más problemático. Se necesita el mundo y la mente para crear el concepto de número. Y en esta relación, el número también está presente en la subjetividad de una conciencia humana, como lo demuestra el hecho de la limitación numérica que existe entre determinadas colectividades.

Este concepto ha aparecido de forma gradual desde hace miles de años. Se necesita la existencia del espacio-tiempo y de la mente. *El número aparece como resultado de la invarianza de las relaciones cuantitativas respecto al tipo de "objetos"*. Es decir, se puede usar el mismo signo/símbolo "7" para designar cuantitativamente a siete manzanas o a siete piedras; pero del mismo modo ese número puede indicar el ciclo de los días de la semana para constituir, a su vez, los ciclos de más amplitud como son los meses y los años.

En la relación espacio/tiempo-mente debe existir este aspecto: la existencia de "objetos" diferenciados, susceptibles de ser contados. Esta operación es la que realizan los primeros miembros de la especie Homo o la que se encuentra en algunos grupos culturales que cuentan de la forma "uno, dos, tres... muchos", al no tener desarrollado un sistema posicional complejo como el occidental, fundamentado en la base diez, el que parece ser resultado de un antropomorfismo vinculado a la cantidad de dedos de las manos, en el caso de los mayas que cuentan utilizando la base 20 como resultado de la unión de manos y pies para esta labor.

Podemos esquematizar este proceso de la forma siguiente: mente - espacio - tiempo - objeto - número.

Estos "objetos" son de variado tipo. Naturales primero, artificiales después. Entonces, un signo/símbolo matemático como el número constituye un "esquema", un "resumen", un "código" reducido a un grafismo que denota o designa una proposición cuantitativa existencial. Es decir, el signo-símbolo "7" designa la proposición cuantitativa existencial "existen siete objetos". Esto supone una forma de relación entre la mente humana y el mundo. Como sabemos, no es la única. Otras son el lenguaje natural, el arte, la música, la tradición, las creencias, la religión, lo sagrado, etc. También en los animales ha de haber algún sentido de "número", por ejemplo, cuando una presa es atacada por varios depredadores al mismo tiempo o cuando la defensa se realiza a partir del número de miembros de una manada.

El modelo teórico de la matemática ha sido creado por el matemático: axiomas, etc. Y luego pasa a desarrollarse con las definiciones y teoremas. La estructura va creciendo como una construcción que se va montando con un sentido sistémico. Hay dos aspectos claves: la "verdad" de los axiomas y cómo se crean las definiciones. En este sentido es muy relevante la capacidad de la misma demostración matemática para generar posibles definiciones o para producir la apertura necesaria para una heurística del descubrimiento matemático, que se va enlazando a partir de la experiencia acumulada por los matemáticos en un entorno cultural singular concreto que es resultado, a su vez, de un desarrollo de las formas de la cultura.[5]

Si la matemática es el producto de la "intuición fundamental", el tiempo, y si es un a priori (kantiano), resulta que está instalada en la mente. La intuición fundamental del tiempo sería previa a la intuición de la matemática, ya que aquélla hace posible a ésta.

El modelo de conocimiento, en el sentido kantiano, permite observar cómo éste tiene una estructura de tipo recursivo conformada por subestructuras encajadas. De este modo, el conocimiento matemático es posible interpretarlo a la luz de la estructura del conocimiento general. El modelo sería propio de la cultura de occidente y su sentido ha de ser entendido desde esta perspectiva. Un análisis de las formas del conocimiento en otras culturas específicas ha de ser singular y concretamente referido a cada forma cultural estudiada. En este sentido, la noción de tiempo del

---

[5] La "auténtica matemática" no es un ejercicio puro de formalismo. Para que sea "auténtica" ha de tener referente. Se pueden crear infinitos sistemas formales ¿pero tienen todos ellos referente? Esto supone un gran problema para la matemática. El formalismo no se plantea esta cuestión de la referencia, ni siquiera tiene en cuenta la propia historia de la matemática y sus reconstrucciones racionales asociadas a conjeturas, a la especulación y la crítica, y a la propia "lógica" de las pruebas y refutaciones, en una matemática que es hasta el siglo XIX , "informal" y cuasiempírica.

mundo chino estaría asociada a un movimiento lineal, de larga duración frente a la visión más cíclica propia de la cultura occidental.

El caso de Georg Cantor es muy interesante desde la óptica antropológica ya que es uno de los pocos matemáticos que, a finales del siglo XIX, incorpora un préstamo cultural del mundo hebreo en la notación que utiliza para significar los números transfinitos que entran en juego en toda la teoría de conjuntos no ingenua.

Los elementos históricos, epistemológicos y de fundamentación de la ciencia matemática nos permiten un acercamiento y estudio de los componentes, más o menos ocultos, de este saber. La matemática se revela como un conocimiento extraordinariamente apasionante por sí mismo, y como la herramienta más poderosa que el ser humano ha utilizado para la comprensión del universo —la matemática se emplea en todas las ciencias y en especial en la física más avanzada, donde esta ciencia está más matematizada—, del que formamos parte interesada.

La historia de la matemática se inserta en el acervo de conocimientos de la humanidad en estrecha imbricación con otros elementos y componentes de la cultura (y con ello, del resto de los sistemas de la ciencia), de tal forma que esta historia ocupa un lugar preeminente en el conjunto de los conocimientos del ser, no sólo un conocimiento plausiblemente válido en sí mismo, sino uno que es apoyo y guía de las otras ciencias.

De los aspectos antropológicos de la matemática es posible aprender mucho acerca de características "internas" de esta ciencia; pero también sobre el nexo entre creación matemática y sistema social o condiciones de aprendizaje ambiental y cultural. Una cuestión fundamental para la humanidad es que las capacidades del individuo estén en armonía con las necesidades inteligentes de la sociedad. Se trata de una nueva educación para el autoconocimiento del sujeto libre.

Una de las cuestiones de mayor interés para el antropólogo cognitivo y para el sociólogo del conocimiento matemático, es la de ser capaz de entender los elementos de causalidad histórica y de estructuras sociales y culturales que hacen posible la creación matemática en entornos culturales singulares; su génesis, desarrollo, mantenimiento y las eventuales crisis que hubiesen podido surgir como consecuencia de determinados problemas en la práctica y fundamentos de esta ciencia. Desde la antropología cognitiva y simbólica, y desde la misma sociología del conocimiento y la ciencia, ésta ha sido una cuestión espinosa. Prueba de ello es que los sociólogos de la ciencia y los mismos antropólogos que estudian las representaciones simbólicas -al igual que los epistemólogos- se han ocupado, en general, de las ciencias fácticas, y muy poco de las ciencias formales.

Así, Bloor ha desarrollado determinadas visiones en relación con lo que para él es el caso más complicado: el estudio y análisis de las matemáticas. Para este autor, que se ha mantenido en la línea de los análisis de Wittgenstein en sus *Investigaciones* *lógicas*, sobre el llamado "seguimientos de las reglas", la matemática y la lógica son modos particulares de instituciones sociales, o lo que es lo mismo, agregados de normas y formas de proceder particulares que son sostenidos por la estructura basamental de las sociedades y por procesos determinados de tipo sociocultural, donde la actividad de los matemáticos se desarrolla. En este sentido, cabría hablar de la determinación social y cultural de las ideas acerca de los números y de la matemática que de ellos deriva (entre la que se encuentra la teoría analítica de números con variable compleja).

En muchos de los estudios de Bloor no se han encontrado más que factores derivados de la estructura de profesión y de comunidad matemática, característicos de las situaciones de ubicación reglada profesionalmente de los matemáticos, y no de otros factores sociales de mayor calado o amplitud.

Lo interesante es saber, por otra parte, quién habría podido ser un potencial matemático en el caso de que las condiciones personales se lo hubiesen posibilitado. En este sentido, la estructura social está "desajustada" cuando no están los individuos ocupando el lugar para el que un talento potencial les capacita. En el caso guatemalteco hay circunstancias históricas, culturales, económicas, etc., que han estado y están, infortunadamente, operativas. Matemáticos como Gauss en la Alemania del siglo XIX, se hubiesen podido malograr de no mediar determinadas circunstancias que colocaron, al entonces potencial matemático, en el camino correcto que le permitiría, pocos años después, llegar a la cumbre de la matemática de su tiempo y alcanzar logros creadores de gran importancia. Un estudio más amplio y fecundo sobre esta problemática intelectual está todavía por desarrollarse. La dificultad inherente a estos planteamientos ha hecho que los antropólogos no se hayan puesto (en un sentido intensivo) a la labor de estudio y explicación de los posibles fenómenos de tipo social, cultural e histórico que han hecho posible la realidad de las matemáticas. Oculta entre la maraña de la labor de los matemáticos debe encontrarse una realidad social subyacente que fecunda esa labor, y que hace posible tanto su creación y desarrollo como la practicidad de la matemática al volcarse sobre la sociedad que ha alimentado esa misma praxis.

Si fuéramos capaces de explicar los posibles vínculos entre historia, cultura, sociedad y creación matemática, habríamos penetrado en una de las realidades más misteriosas que existen desde el punto de vista cognitivo e intelectual. Para ello se requiere el concurso de la historia de la matemática y la ciencia, la antropología de la matemática incardinada en la etnociencia (que contemple a la matemática como un saber prioritario en las formas de organización de la vida comunal a través de un mundo simbólico dotado de especificidades propias), la sociología del conocimiento y la ciencia y los aspectos más importantes de la epistemología, manejados en íntimo maridaje con las teorías estructurales y simbólicas de la antropología en sus aspectos más apropiados y más estrechamente asociados a aquellas escuelas de la teoría antropológica que más y mejor sean capaz de explicar -a través de su herramienta conceptual- la formación y mantenimiento de la ciencia matemática; sea a través del estructuralismo, el materialismo cultural, el difusionismo, la antropología simbólica y cognitiva.

La controversia entre el innatismo y el ambientalismo es aun un aspecto oscuro de las ciencias sociales. Los casos de Gauss, Ramanujan, Abel o Galois quizás sean, en este sentido, paradigmáticos. En este punto, resultan de especial significación los estudios en antropología social y cultural acerca de la controversia entre cultura y personalidad, así como la distinción emic/etic con relación a los patrones culturales o al difusionismo cultural (Mead, 1982).

En occidente la matemática pertenece a una sociedad, a una cultura y a una comunidad matemática que conservan una "concepción heredada" del pasado: conceptual, procedimental, epistemológica, ontológica, lingüística, simbólica, técnica, modular...

La matemática siempre ha sido considerada como el paradigma de la exactitud y la certeza. Los matemáticos habrían desarrollado su ciencia en íntimo maridaje con las otras ciencias, y en especial con la física, hasta tal punto que las ciencias naturales proveyeron de ideas y problemas a la matemática con el fin de solucionar cuestiones que se presentaban a los científicos en el proceso de descubrimiento, es decir, en la propia actividad de estos científicos con respecto a sus investigaciones sobre la naturaleza.

No se cuestionó la certeza matemática ni su capacidad de aplicación a la resolución de problemas. La matemática consistía en una ciencia que era, además, herramienta heurística para las otras ciencias. Su consistencia interna estaba asegurada por la demostración y sobre todo por la aplicabilidad.

Su eficacia se garantizaba a través de lo empírico; si una solución científica se corroboraba en los hechos, ello significaba que la teoría era plausible y que los fundamentos matemáticos que la sostenían eran verdaderos, ya que los hechos de la naturaleza, revelados por medio de la experimentación, eran la gran autoridad y el juez supremo que aseguraba que los nuevos descubrimiento suponían una correspondencia, más o menos absoluta, con respecto a los dictados de la naturaleza. De este modo, el gran libro abierto de esta naturaleza dejaba entrever sus líneas maestras gracias al aparato de la ciencia y a la capacidad por parte de la matemática de ser capaz de leer esas líneas de forma bastante certera. La matemática era, por tanto, la gran herramienta conceptual y de investigación que poseían los científicos para comprender el cosmos.

Históricamente la matemática se había sometido a una reformulación continua en lo que atañe a su propio arsenal conceptual, con el fin de cubrir las necesidades íntimas de las ciencias. El pragmatismo inherente al quehacer matemático le aseguraba su prestigio en la comunidad científica y en la propia sociedad.

Las matemáticas eran contempladas como la certeza máxima de la que era capaz el ser humano para enfrentarse a los misterios del universo. Su labor conceptual y heurística reflejaba, de algún modo, la estructura interna de ese universo que había de ser comprendido a través de la racionalidad humana. El impulso al descubrimiento, espoleado por la curiosidad de los científicos y por el afán de éstos de comprensión de las verdades ocultas a una mirada superficial, tenía en la matemática el instrumento que permitía el análisis, y también la síntesis, de los grandes conceptos y teorías que se aplicaban al mundo real, al mundo de los datos sensibles, de los que habían hablado los grandes filósofos del pasado.

Se suponía que este mundo existía en la realidad -lo cual supone un materialismo consustancial en la mente del científico frente a visiones idealistas que se dejaban a la especulación filosófica- y que era labor de la ciencia revelar sus leyes a través de las regularidades descubiertas.

Determinados acontecimientos en la historia de la matemática supusieron un fin para esta certeza. Su importancia para la historia de la matemática ha sido, y sigue siendo, crucial, al mismo tiempo que aporta una intelección de esta ciencia sometida a contradicciones y paradojas que, por una parte, la ha sumido en una profunda crisis, y por la otra, ha aportado sustanciales investigaciones y resultados enriqueciéndola allí donde más lo necesita, en sus propios fundamentos y en las condiciones "previas" que la hacen posible.

No pensemos, sin embargo, que los grandes problemas epistemológicos de las ciencias formales están resueltos definitivamente. Lo que ha sucedido es que se han aportado soluciones parciales en forma de acercamientos a una posible e hipotética "solución última". Nada más lejos de la realidad que esta "solución última" esté garantizada por la racionalidad humana; es muy posible que ella no exista como tal.

Lo que es claro es el intento encaminado al logro de la certeza apodíctica que reclaman específicamente las ciencias deductivas en cuanto modelo de certeza y confiabilidad, en un orden de razón proyectado ante el espejo de una naturaleza de la que quiere ser reflejo y garantía de su conocimiento.

La propia "lógica" del discurso racional es inmanente a esta tentativa al estar encerrada en la arquitectura interior de la mente humana, potenciada por la estructura del subsistema de investigación científica y por el orden subyacente caracterizado por la necesidad de conocimiento fiable, el único conocimiento digno de tal nombre, y de su aplicación a una tecnología eficaz, necesaria a todo sistema social para el mantenimiento del mismo.

No obstante, la cuestión del problema de la fundamentación es soslayada por algunos autores que sostienen la no necesidad de fundamentos para la matemática. Esta ciencia/arte "es lo que es" y su fundamento consiste en su hacer histórico.

Una de las características de la ciencia, desde el punto de vista de su carácter etnológico y etnográfico -que se da en el contexto cultural y social- es precisamente la falta de certidumbre absoluta -ni siquiera relativa- sobre los hechos acontecidos. Prueba de ello son las diversas interpretaciones que los distintos autores, inscritos en determinadas escuelas, ofrecen de concretos "hechos" histórico-científicos.

Los mismos hechos, lo sabemos gracias a la epistemología, son en sí mismo algo muy refractario y resbaladizo. No podemos decir que la ciencia histórica que estudia aspectos externos culturales de la matemática -y el argumento es totalmente válido para la historia de la ciencia y de la técnica- sea un dechado de rigor (dado sus propias características intrínsecas) en el sentido en que la teoría del conocimiento, o la misma epistemología, entiende el término. Siempre pueden quedar elementos nucleares de los hechos, o hechos mismos, de corte diferente a los manifestados por la interpretación histórica, que pueden ocultar -o por el contrario, arrojar luz- determinadas interpretaciones que pudieran ser parciales, incompletas o incluso completamente erróneas.

Siempre estas interpretaciones están sujetas a un plano de contingencia y, por lo mismo, a una dimensión de subjetividad. Lo que cabe realizar, no obstante, es un incremento de los datos documentales que posibilite un mayor acercamiento a la certidumbre y, por lo tanto, a la descripción de los fenómenos tal y como llegaron a acontecer. De todos modos, se trabaja con los materiales que tenemos a disposición. El problema del conocimiento en las ciencias sociales consiste precisamente en esto: en la selección de la información de la que se dispone y en caracterizar a ésta como relevante o no. En demasiados casos se tiene el hecho de la "información oculta" que ha quedado desconocida por el investigador.

Toda ciencia –y también las llamadas "ciencias duras"- está, a su vez, sujeta, a un componente de indeterminación. La misma concepción del termino filosófico e intelectual de "ciencia" también lo está: ¿cómo podemos saber que la ciencia actual, que está prácticamente globalizada en el "sistema mundial", es la única ciencia posible? o ¿sí las diversas interpretaciones cristalizadas en las teorías científicas no son a la postre meras indicaciones de un trasfondo enormemente más complejo que el que nuestros limitados aparatos de conocimiento y de control experimental y formal nos permite detectar?

El mismo sistema social, dependiendo de que refuerce o no la ciencia como valor social, propiciará no sólo la práctica de ésta a través de los planes de investigación y del aporte económico necesario para llevarla a cabo, sino también que la misma concepción de la ciencia como un valor en sí haga que prolifere o no el saber de dicha ciencia.

La cultura occidental racionalista, iniciada en el pensamiento griego, ha construido una civilización cuyo componente esencial, cuya vertebración primera, estriba en considerar los conceptos de ciencia y filosofía como absolutamente válidos para los intereses y finalidad de esta civilización. En la historia de la humanidad el aporte cultural, en una especie de sincretismo de civilizaciones, no es algo que podamos obviar. Leibniz (citado por Crump) estaba interesado en la ciencia china, y muchos de los científicos actuales han encontrado vínculos interesantes entre formas tradicionales de pensamiento no occidental con las más recientes teorías, como la mecánica cuántica, o la misma teoría cosmológica de la creación del universo, manifestada a través de la hipótesis del *Big Bang*.

Tampoco la aportación de matemáticos hindúes al acervo cultural de occidente no es de poca importancia; tenemos los ejemplos de Ramanujan o de Chandrasekhar en física lo mismo que las la aportaciones de físicos y demás científicos japoneses que se han incorporado a la corriente de investigación de la ciencia contemporánea.

Las cosmovisiones que han impactado en la filosofía de fondo que opera en la conciencia de los más grande físicos de este siglo, y que ha supuesto modelos interpretativos de los hechos y las teorías de la ciencia, han tomado en las últimas décadas verdadera fuerza. Heisenberg y Schrödinger; Einstein y Jeans; Planck, Pauli o Eddigton, son algunos de los grandes científicos cuyas cosmovisiones se han visto afectadas por corrientes de pensamiento de tipo místico (orientales) o no meramente racionalista.

La misma historia de la ciencia y de la técnica en diálogo fecundo con la etnociencia de la matemática puede servir de vehículo para una nueva comprensión de la realidad.

El estudio de los aconteceres propios de la labor de investigación, de la creación científica y de los modos de transmisión de los conocimientos, tanto internos como externos a los "circuitos" donde se realiza la ciencia, el estudio de los grandes hacedores de ciencia, etc., constituye un saber en y sobre la propia ciencia que no es más que un tipo de conocimiento concreto instalado en los lugares ocultos de unas culturas y civilizaciones que lo han hecho posible.

No obstante, a veces se puede llegar a la totalidad a través de una intuición de lo parcial, cuando esta intuición es lo suficientemente amplia y cuando las concepciones del sabio dan un salto sobre lo concreto para entrever grandes teorías o agregados, o bien una gran cosmovisión del mundo.

La ciencia occidental se encuentra también, y con derecho propio, en este mundo que se quiere sin fronteras y que forma una totalidad de manifestaciones; totalidad que unifica en un conjunto las diversas características de las variadas culturas, tanto en los aspectos filosóficos como en los científicos y en el conjunto de los modos del saber. No hay ninguna razón para pensar que la ciencia occidental sea la depositaria de un saber absoluto, ni para que no podamos suponer que las aportaciones de otros modos de entendimiento de la realidad no pudieran ser sumamente significativas para el encuentro con el conocimiento de la realidad y, por ende, de la verdad. Las

obras de David Bohm, *Ciencia, orden y creatividad* y *La totalidad y el orden implicado,* caminan en la dirección de producir un puente entre formas de pensamiento ajenas a occidente y la racionalidad propia de éste.
Desde el punto de vista de la antropología y la matemática, también van en este sentido las conexiones entre el mundo no occidental y la matemática occidental. Muchos son los vínculos, trayectos, relaciones y vías de acercamiento entre diferentes manifestaciones culturales del ser humano. Quizás esté por realizar un verdadero estudio global del mapa entero de la ciencia del hombre entendida como totalidad, pero manteniendo las particularidades y peculiaridades propias de cada cultura; enriqueciendo el cúmulo del saber pero entretejiendo los lazos de una nueva interpretación de la cultura y la historia. El conocimiento generado a partir de la antropología de la ciencia se puede convertir, de esta manera, en un elemento esencial que haga posible el acercamiento de posturas en un mundo demasiado fragmentado por elementos ideológicos, religiosos, dogmáticos y autoritarios.

Una ciencia libre de valores (avalorativa) ha sido uno de los componentes de las ciencias sociales en general, y de la antropología en particular, que más ha repercutido en la intelección de los criterios de validación de la ciencia y de sus teorías. Ha sido importante, en este aspecto, la distinción metodológica entre lo emic y lo etic al permitir acotar el campo y discernir categorías de apreciación cognitiva proyectables al conocimiento de las culturas. Para penetrar y conocer el comportamiento numérico de una cultura determinada es necesario la "no-ingerencia conceptual" en los modos de intelección o emocionales de la realidad que resultan en cosmovisiones culturales. De aquí que, por ejemplo, antropólogos del siglo XIX encontrasen gran dificultad en explicar la Biblia a miembros de culturas que no son capaces de concebir determinados términos y símbolos ajenos a esa cultura. Conceptos relacionados con la capacidad cognitiva de los individuos como es el de "genio" (intelectual) parecen pertenecer a la cosmología occidental (Weltanschauung). Así el distinguido antropólogo A. L. Kroeber define a los genios como "los indicadores de la realización de patrones coherentes de valor cultural" (White, 1985).

Todo esto toma forma a través del lenguaje natural o de los lenguajes "artificiales" de la lógica, de la matemática, etc. Por lo tanto, todo conocimiento no nos habla tanto del mundo exterior como de las relaciones operacionales intelectivo-gnoseológicas "interiores"; es decir, resulta, en las postrimerías, un juego formal de combinaciones encerradas en los límites de la conciencia. Hans Hahn, al respecto, comenta que nuestro pensamiento formal afecta al modo en que hablamos acerca del mundo, y que este pensamiento formal sólo puede transformar tautológicamente lo dado.

Se trata de saber si el pensamiento no formal, el pensamiento fáctico-empírico, propio de las ciencias naturales, aporta un conocimiento fiel de la realidad o, si por el contrario, es un pensamiento también encerrado en los límites de posibilidad de la conciencia. Parece ser que es así, ya que las conceptualizaciones técnico-simbólicas de las proposiciones científicas formuladas, por ejemplo, en forma de leyes, actúan también en forma interna. Es decir, resulta una "interpretación" del mundo.

La distinción fundamental de las ciencias de Carnap es la que realiza entre ciencias formales (*Formalwissenschaften*) y ciencias reales (*Realwissenschaften*) o de contenido empírico. En relación con este punto, y a su consiguiente distinción entre juicios analíticos y juicios sintéticos y entre los conceptos de a priori y a posteriori, y en conexión con la etnociencia, hay que hacer una distinción, dentro de la metodología interpretativa de la historia, para el abordaje de las manifestaciones entre los dos grandes grupos de ciencia.

De esta forma, en los análisis interpretativos de la matemática o de la física por parte del antropólogo cultural, habrá que considerar el modus interior de cada una de las específicas "esencialidades" de cada ciencia en particular. Así, por ejemplo, la interpretación histórico-social de la matemática en cuanto a una explicación en conexión con los elementos sociales, culturales e históricos de su quehacer, se ha visto empañada por una falta de conocimientos amplios de las condiciones ambientales que hubieran podido propiciar su desencadenamiento como ciencia y su misma manifestación, desarrollo y evolución.

El "hermetismo" propio de esta ciencia, su encerrarse en los parámetros endógenos de su labor, no ha propiciado una intelección multirrelacional de las posibles conexiones y vínculos ocultos de la matemática con el resto de los sistemas o subsistemas sociales. Esto no ha sucedido con la misma intensidad en lo que respecta a las ciencias fácticas, donde los vínculos posibles siempre han estado, quizás, más documentados.

El Homo Sapiens Sapiens es un tipo de organismo cuya característica principal consiste en ser un hacedor de cultura (el "animal cultural" según C. Paris). Es asombroso el caudal de conceptos y realizaciones culturales que el hombre ha creado para sí mismo: todo lo cultural es una creación de y para el hombre. ¿De dónde le viene esta necesidad de crearse una realidad para sí mismo? La realidad social, las ideas, la cultura, etc., son un constructo específicamente humano. ¿Por qué el hombre crea la cultura y se construye todo un universo artificial a su alrededor donde se instala cómodamente?

Lo cultural es una convención tácita y una construcción. Si esto es así, ¿en qué sentido podemos hablar de una verdad física o matemática? ¿En qué sentido podemos decir que una obra de arte es "verdadera"? La cultura, la civilización, es una inmensa obra de arte; ¿podemos hablar entonces de verdades objetivas? Es un universo autocreado por el hombre (autopoiesis antropomórfica): la ciencia, la filosofía, el arte..., el mismo cerebro -llegado cierto nivel- es una construcción de la cultura. Pero el cerebro humano, en su sentido biofísico, es también algo que estaba ahí con anterioridad, es el producto de una larga y azarosa evolución de millones de años.

Todo, entonces, se constituye en un inmenso "armazón conceptual". La cultura es en realidad algo muy similar a un sistema formal, donde los dogmas o creencias inamovibles (en un tiempo dado) son los axiomas, y donde se crean proposiciones que son los diversos asertos sobre el mundo, las cosmovisiones de una época y de un tiempo concreto, válidas únicamente para ese tiempo y lugar de la historia humana. ¿Y las deducciones? Son los sistemas de razonamiento: filosóficos, científicos..., que apuntalan y sostienen el edificio conceptual de cada época, y que están en la conciencia de los individuos que la viven. Las mismas definiciones son también dogmas o pseudodogmas que "flotan" en una sociedad determinada.

La cultura como sistema formal estaría compuesta de muchos subsistemas formales, cada uno con una arquitectura propia, con un conjunto de relaciones específicas entre sus componentes: la ciencia, el lenguaje, la economía, la filosofía, el arte, la técnica, la ética, la política son sistemas formales de comunicación, grandes *signos* en sí mismos (entendidos como totalidades) que comportan una semiótica de la comunicación y que mantiene vínculos estrechos entre ellos, agregándose para realizar o constituir una cultura concreta. Podemos, luego, analizar cada uno de estos subsistemas y hacernos especialistas en ellos. Al hacerlo, lo que hacemos es incrementar el conocimiento que tenemos de nosotros mismos: hombre - creación cultural - estudio de cada creación cultural - vuelta al hombre.

Toda la cultura humana emergería de la complejidad neuronal del cerebro humano. Al estudiar esas manifestaciones, realizamos, como hemos dicho, un autoconocimiento. Supone el descubrimiento de una "arqueología de la mente".

Pero el hombre es también naturaleza, luego ésta se manifiesta en la creación cultural humana: naturaleza - hombre - creación cultural - vuelta al hombre.

La relación constructiva entre lo social y la identidad personal ha sido analizada por Berger y Luckmann en su obra *La construcción social de la realidad*. Ello es significativo en el contexto de la matemática y en el de la ciencia en general. En este sentido, cabe subrayar la concepción que tiene Condillac sobre la construcción del "yo" que se realiza en las formas culturales. Lavoisier era un creador, y como tal tuvo que romper con aquellos elementos transmitidos por la tradición histórica de la ciencia (en su caso, la química) para ser capaz de producir una revolución científica. Todo creador tiene que hacerlo.

Todos los estados de conciencia de la mente, emociones, juicios, categorizaciones, sentimientos, intelecciones, etc., son manifestaciones elaboradas por el cerebro a partir de los datos de los sentidos: sin ellos es imposible toda intelección del mundo. Es más, desde un punto de vista de idealismo extremo, el mismo mundo no existe sin un individuo cognoscente. Este estudio no se adscribe a esos extremos, pero sí plantea, es que es evidente, a la luz de muchas investigaciones actuales, que la mente se articula en un constructo del mundo exterior en la medida que lo simboliza.

Hay que considerar que la formalización no sólo se da en estadios avanzados de abstracción científica o filosófica, sino que la misma interpretación del mundo exterior supone selección y una forma inmediata de formalización. Este punto ha sido muy estudiado en la actualidad por las escuelas de psicología cognitiva, donde los modelos matemáticos y físicos referidos a la forma en que el cerebro recibe e interpreta la realidad han revelado patrones estructurales recurrentes, a su vez susceptibles de formalización por medio del aparato de la matemática o de la lógica.[6]

Hay una especie de convicción de que las ciencias sociales -que encuadra a la antropología como una de las disciplinas esenciales- junto con las ciencias duras es un elemento vertebrador de la cultura de nuestro tiempo. El conocimiento de tipo positivo, heredado de la concepción científica de A. Comte y con epígono en este siglo sustentado por las concepciones filosóficas del Círculo de Viena, el llamado positivismo lógico, se entreteje con el campo vivo, social, de la humanidad (en un aspecto histórico: la ciencia como aventura humana) en una especie de nuevo humanismo renacentista el cual intenta superar un racionalismo exagerado moderándolo con visiones e interpretaciones más propiamente "humanas". De aquí el concepto de "tercera cultura" y la importancia de las ciencias ideográficas o interpretativas en la propia interpretación de las culturas y de los comportamientos humanos.

La incorporación de las propias teorías de la ciencia, y de su historia, al conocimiento de lo específicamente humano ha ido creciendo cada vez más, hasta el punto que hoy en día las escuelas de las ciencias sociales de éxito y predicación tienen vínculos muy estrechos con muchos conceptos de la matemática, la física, la cosmología, la biología, la paleoantropología, entre otras ramas del saber humano. Basta echar una mirada a escuelas de pensamiento como el ya citado positivismo lógico, el análisis filosófico, la teoría de sistemas, las diversas corrientes de epistemología actual, etc., para darse cuenta de este estrecho lazo que une quehacer científico y antropología.

[6] La importancia y conexión entre ciencia y sociedad, en todos sus aspectos, se hace manifiesta en nuestra civilización tecnológica (Mumford, 1998), construida sobre los pilares de las ciencias inductivas y deductivas. La deuda de la tecnología con la ciencia de base, de tipo más teórico, es indudable. Al mismo tiempo, la técnica es el vínculo que enlaza la manifestación dinámica del hacer social en todas sus realizaciones, al conectar el saber filosófico-científico con la praxis realizadora de una cultura deudora, a su vez, del conocimiento del mundo natural.

c. Estudio de la matemática en América Latina

En América Latina los estudios antropológicos contemporáneos relacionados con la matemática no occidental han estado vinculados al concepto de etnomatemática, la cual es una categoría con una connotación etnocéntrica, pero ampliamente utilizada en estos estudios. Este concepto se analizará teniendo en cuenta las diversas definiciones que respecto a su naturaleza, implicaciones y límites, han sido formuladas por distintos académicos desde la educación, la psicología, la antropología, la epistemología y desde luego desde las matemáticas. Se comenzará revisando el trabajo de Aldo Parra (2003) *Acercamiento a la etnomatemáticas* en el que plantea los antecedentes, que inician en el año de 1978. Luego se hará una descripción de la evolución del concepto y de las características comunes encontradas en los distintos trabajos realizados en América Latina principalmente con poblaciones indígenas.

En el siglo XX sucedieron varios hechos que permiten explicar el nacimiento del concepto de etnomatemática. Después de la segunda guerra mundial, se generó un especial interés por promulgar y defender los derechos civiles y políticos de grupos étnicos y minoritarios, y se abrió el debate sobre la equidad de género. La posguerra también propició una revisión del modelo de desarrollo, que hasta ese momento permanecía libre de cuestionamientos. Esto motivó la discusión de modelos alternativos provenientes de culturas distintas a la occidental. Las críticas sobre el papel de la ciencia y las instituciones en el bienestar de los seres humanos y la conservación del medio ambiente requerían indagaciones sobre los conocimientos propios de culturas "alternativas" o "re-descubiertas", y esto dio origen a nuevas disciplinas como la etno-botánica, etno-filosofía, etno-musicología, etno-medicina, etc., que requieren la convergencia de campos como la antropología, la etnografía, la historia, y las mismas disciplinas clásicas, configurándose en esta forma una aproximación interdisciplinaria. Este tipo de estudios no permeó a disciplinas como la matemática, ya que ésta se asumía como "universal" y se aceptaba implícitamente una única manera de desarrollarla, por lo que los estudios etnográficos que documentaban aspectos relacionados con la matemática propia de una cultura determinada (p.e. la numeración maya, el quipu, los dibujos africanos en arena) eran reducidos a simple curiosidad, por suponerse la falta de un respaldo teórico.

Por otra parte, es importante mencionar que en las últimas décadas del siglo XX se planteó una reconceptualización de la educación desde corrientes constructivistas, que empiezan a resaltar la importancia del ambiente sociocultural en el que se desenvuelven los estudiantes para el aprendizaje, reconociendo a su vez la importancia e influencia que tiene la educación para la configuración de dichos ambientes sociales. Las propuestas de Paulo Freire por ejemplo, ubican a la escuela como un instrumento emancipatorio. Particularmente desde la educación matemática, en la discusión sobre el problema de la naturaleza y transmisión del conocimiento matemático en la escuela, se cuestiona la existencia de un único conocimiento y de una única forma de aprehenderlo.

La misma matemática aporta al surgimiento de la etnomatemática, pues la crisis de los fundamentos a principios del siglo XX conlleva una cierta relativización del conocimiento matemático, por lo que hay una búsqueda de nuevos y más generales marcos epistemológicos que den explicaciones acerca de la naturaleza del conocimiento matemático.

La primera definición de etnomatemática la da Ubiratan D'Ambrosio como "el estudio de los procesos matemáticos, símbolos, jergas, mitologías, modelos de razonamiento, practicados por grupos culturales identificados". Él mismo intenta también dar una aproximación etimológica al término, la cual es "el arte o técnica (tica) de explicar, entender y desempeñarse en una realidad (materna), dentro de un contexto cultural propio (etno). Esto implica una conceptualización más amplia de la matemática, que incluye no solo contar, hacer aritmética y medir, sino también clasificar, ordenar, inferir y modelar."(D'Ambrosio, 1985)

Aunque acerca del concepto no existe un claro acuerdo en la comunidad, ésta es la definición más ampliamente difundida, estudiada y criticada, también se analizarán algunas otras.

D'Ambrosio aclara que "etno" involucra "grupos culturales identificables, como sociedades nacionales-indígenas, grupos sindicales, niños de ciertos rangos de edades, sectores profesionales, etc". Esto implica "considerar la etnomatemática de los albañiles, la de los ingenieros, la de los niños vendedores callejeros, incluso la de los matemáticos profesionales" (Mtetwa, 1992). Es decir, la matemática construida por Hilbert, Godel, Poincaré y muchos más, no sería sino otra de las múltiples etnomatemáticas, planteadas por D'Ambrosio.

Para Borba la etnomatemática puede ser vista como un campo de conocimiento intrínsecamente ligado a los grupos culturales y a sus intereses, siendo expresado por un lenguaje también ligado a la cultura del grupo, lenguaje que es usualmente diferente al usado por la matemática como ciencia.

D'Ambrosio generaliza su propuesta, definiendo la etnomatemática como un programa de investigación en epistemología e historia, enfocado en las ciencias y las matemáticas, con naturales implicaciones para la educación. Entre los fines de ese programa, está la investigación sobre generación, transmisión y difusión del conocimiento en diversos grupos culturales.[7]

En esta definición están presentes dos de los intereses fundamentales de la etnomatemática, la epistemología y la historia de las matemáticas, que deben enriquecerse para responder a preguntas como: ¿Qué actividades pueden

---

[7] El conocimiento entendido como las maneras en que los seres humanos perciben y se ocupan de sus necesidades básicas de supervivencia y trascendencia en su propio ambiente.

considerarse como matemáticas? ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento matemático? ¿Cómo se da su desarrollo? ¿Cuáles son las matemáticas de una cultura? ¿Dónde se manifiestan? Desde perspectivas culturales, estos interrogantes no podrían ser resueltos exclusivamente dentro del campo de trabajo de la disciplina matemática, sino desde la etnomatemática, ya que en ella, como en toda etnociencia, confluyen múltiples disciplinas que permiten un estudio de la tradición oral, el arte, y de cuanta expresión nos brinde evidencias o indicios de pensamiento matemático. Naturalmente la historia de la matemática "gana gran amplitud porque el concepto original tiene que ser cambiado y amplificado, y la cronología tiene que ser enteramente revisada, para dar cuenta de desarrollos que siguen diferentes, y en muchos casos inconexos, caminos" (D'Ambrosio, 1997).

El panorama de la etnomatemática es amplio, ya que como en toda disciplina del conocimiento, cada estudioso tiene su propia definición y actúa según ella, generando trabajos con distintos objetivos y perspectivas, que responden a la misma motivación, las matemáticas no occidentales.

En América Latina algunas características comunes se pueden identificar en las variadas concepciones de etnomatemática y en los trabajos de investigación en este campo, una de ellas es el reconocer que la matemática es una actividad humana que pertenece a la cultura, y que así como diferentes culturas tienen distintas estructuras sociales y lenguajes, tienen distintas matemáticas, y como enfrentan distintos problemas en sus particulares entornos, generan distintas soluciones a los mismos. Cada matemática se desarrolla en unas condiciones económicas, sociales y culturales específicas, por lo que no podemos considerar una evolución unilineal de las matemáticas. Esto parece ir en contra de la creencia general, ampliamente difundida entre la sociedad occidental de que la matemática se ocupa de realidades universales, independientemente del tiempo, de los valores y de la cultura. La matemática es vista por muchos como el paradigma de lo formal, de lo estructural, de la abstracción y si se contrasta con la cultura (lo histórico, dinámico, relativo, intuitivo, etc.), parecería que son antagónicas. La etnomatemática emerge en contra de esta percepción de antagonismo, intentando develar las conexiones profundas entre matemática y cultura, haciendo ver lo particular y específico de las manifestaciones matemáticas (incluidas las profesionales) así como los aspectos invariantes en las culturas. Es de resaltar que en dichas conexiones "no se trata de hacer un énfasis en curiosidades o anécdotas sobre números y figuras de otras culturas. Salvo que esté situada en un amplio escenario cultural, esta aproximación a la etnomatemática es propensa a reforzar el euro-centrismo" (ibid).

Otra de las características comunes en los trabajos etnomatemáticos, en la región es el énfasis y análisis de la influencia de los factores socioculturales en la enseñanza, aprendizaje y desarrollo de las matemáticas, es por esto que frecuentemente la etnomatemática se liga a corrientes constructivistas o de investigación-acción en educación.

Gran parte de las investigaciones etnomatemáticas contribuyen además al conocimiento de las matemáticas de culturas (africanas y latinoamericanas) que no se habían considerado en el desarrollo de la matemática occidental. Se buscan elementos culturales que hayan sobrevivido al colonialismo y que revelen pensamiento matemático o científico. En los países de América Latina hay actualmente un interés por explorar maneras de incorporar al currículo educativoo investigaciones de este tipo, y de realizar una búsqueda de prácticas y formas de pensamiento matemático en grupos sociales identificados dentro de una sociedad, p. e. pueblos indígenas, campesinos, niños vendedores callejeros, pescadores, albañiles; estos últimos estudios son de carácter urbano, por lo que el componente étnico y lingüístico no es tan relevante como en el primeo mencionado.

Una de las posturas más definidas (y criticadas) en las investigaciones de la etnomatemática, es la que reconoce y reasigna una función social y política a la matemática. Al procurar relacionar el entorno sociocultural del estudiante con el aprendizaje, la etnomatemática entra a considerar aspectos sociológicos de la matemática, encontrándose con dos escenarios, por una parte se hace visible el proceso de dominación cultural al que han sido sometidos los países del tercer mundo y que conlleva la imposición de ideologías y modelos de desarrollo en los que las matemáticas han y siguen jugando un papel importante. Por otra parte, las matemáticas pueden contribuir a develar y explicar fenómenos sociales y políticos, por lo cual, al escoger los contenidos en contextos y situaciones problemáticas para la enseñanza escolar, (según el enfoque etnomatemático) se deben privilegiar aquellos que se ocupen de problemas "reales", por ejemplo las jornadas electorales y la teoría de la votación, el estudio del mercado inmobiliario de la ciudad, estado de las instituciones de un pueblo. En los dos escenarios mencionados existe la idea de asignarle a la matemática (y por extensión a la educación matemática) responsabilidades sociales. Por esta postura la etnomatemática ha alcanzado gran importancia, adquiriendo muchos adeptos y muchos críticos. En resumen, se considera que la matemática no es políticamente neutral, ya que históricamente ha servido a la cultura occidental como instrumento para dominar (política, económica, social, psicológica, etc.) y de alienar culturalmente, pero que la matemática también puede ser utilizada en la lucha contra esa misma dominación (cosa que vuelve a negar la neutralidad), al reconocerse que las matemáticas no son exclusivas de una élite, sino que pertenecen a todos los seres humanos. Esto ubica a la etnomatemática cerca de las corrientes de la investigación-acción participativa, y en especial de las ya mencionadas concepciones de Paulo Freire, sobre una escuela emancipatoria, anti-opresiva, que reconozca la actividad intelectual de aquellos que no poseen poder político. Por ejemplo, el estudio del algoritmo usado por los Mayas para la adición puede ser usado por el profesor para "propender por actitudes multiculturales y fortalecer la identidad cultural Maya, y sentir orgullo por su propia cultura".

Las criticas a la negación de la neutralidad política de la matemática no se han hecho esperar, principalmente por una razón, el hecho de que las matemáticas sean y hayan sido utilizadas por distintos imperios para prolongar su dominación, no implica que las matemáticas en sí mismas sean opresoras. La responsabilidad de los funestos resultados sociales y ambientales (por mencionar sólo dos) de la humanidad no puede ser achacada a la matemática, sino a quienes hacen uso de ella con unos fines e intereses específicos. De cualquier manera la intención social de la etnomatemática es claramente definida, citamos a D'Ambrosio "el final y más amplio objetivo de nuestra acción debe ser aportar para lograr una conducta ética y alcanzar la paz en sus distintas dimensiones, paz interior, paz social, paz ambiental y paz militar. Creo que la etnomatemática contribuye a eso" (1997).

Otra de las tensiones principales de la etnomatemática es la relación entre lo universal y lo particular, si bien las manifestaciones matemáticas de grupos identificados son bastante específicas, irrepetibles y desarrolladas por un espacio tiempo concreto. Son manifestaciones que responden a unas necesidades que sí son invariantes y se consideran universales.

Tomando como ejemplo una situación salida un poco de las matemáticas, todos los grupos humanos han visto el sol, la noche, la luna, etc., y han generado sus propias y especificas explicaciones sobre ellos, ver la luna es un invariante, es universal para los seres humanos. Existen muchas actividades y prácticas que responden al mismo principio: contar, medir, localizar, explicar, diseñar, representar, jugar, preparar alimentos, comunicarse. Algunas de ellas han sido identificadas en diversos trabajos como generadoras del pensamiento matemático siendo el trabajo de Alan Bishop (1988) el que más importancia ha adquirido dentro del campo de estudios sobre matemática y cultura, constituyéndose en una de las piedras angulares de la etnomatemática. En dicho trabajo se hace un estudio de seis prácticas (jugar, contar, explicar, diseñar, localizar y medir), a partir de la cuales se articula una propuesta de enculturación. Una de las principales líneas de trabajo de la etnomatemática es el estudio de las maneras en que distintos grupos étnicos, culturales o sociales realizan las prácticas mencionadas.

Aunque hemos identificado algunas características y líneas de trabajo comunes dentro de la etnomatemática, podemos ver que es un campo de estudio bastante amplio y que abarca trabajos de muy diversa índole y procedencia, que comparten el interés por estudiar múltiples relaciones entre matemática y cultura. Ron Eglash (1997), considera a la etnomatemática como parte de la antropología de las matemáticas, esta última puede entenderse como el conjunto de estudios hechos desde la antropología sobre aspectos matemáticos en alguna cultura específica, y sobre la matemática misma.

d. Conceptos y Prácticas Universales Matemáticas

A continuación se revisarán y analizarán algunas de las actividades señaladas como universales, encontradas en el estudio de Alan Bishop (1988), quien plantea que no suponen un criterio absoluto, sino que describen un conjunto muy amplio de similitudes. En cierto sentido se entiende aquí por universal, lo presente en todas las culturas humanas conocidas o documentadas hasta el momento, sin perjuicio de que existan culturas en donde no se realice alguna de las actividades señaladas.

Contar

Las nociones de número y conteo pertenecen a la prehistoria, y todas las culturas y sociedades, sin importar su desarrollo, poseen sistemas de conteo. Con la invención de la escritura, en cada cultura se asignaron símbolos específicos para representar los números. Las investigaciones consultadas relatan parte de esta diversidad de formas de conteo, en la práctica del contar se encuentran cinco principios invariantes de esta actividad:

Inyectividad: Este principio enfatiza la importancia de una correspondencia 1-1 entre objeto contado y etiqueta de conteo (palabra, letra o signo). En este principio se aplican dos procesos: particionar y etiquetar. El primero se refiere a que cuando un objeto va a ser contado es necesario transferirlo de la categoría "por contar" a la categoría "ya contado" obteniendo dos partes disyuntas y complementarias del conjunto a contar. Etiquetar se refiere a que cuando se usa una etiqueta, esta ya no puede volver a ser usada para contar los elementos restantes. Por eso nadie cuenta "uno, dos, dos,.."

Orden estable: Las etiquetas de conteo tienen un orden que no se altera. No se permite: "dos, cuatro, uno". Y este orden no cambia en ninguna circunstancia.

Cardinalidad: La ultima etiqueta usada en el conteo de un conjunto, representa al conjunto como un todo y a su numerosidad; esto presupone la existencia de los dos principios anteriores.

Irrelevancia del orden: El mismo conjunto puede ser contado de diversas maneras, cambiando el orden en que a los objetos se les asignan a las etiquetas.

Abstracción: El conteo se puede realizar a objetos de diversas categorías (se cuentan perros, gatos, árboles, etc) Gay y Cole (1967) encuentran que este último principio no está presente de la misma forma en todas las culturas, ya que los kpelle (Liberia) no pueden decir simplemente cinco, sino cinco pollos o cinco personas, cuentan objetos heterogéneos pero no tienen manejo del cardinal cinco ni realizan operaciones aritméticas sin objetos visibles.

Nunes (1992) analiza estos principios a la luz de la antropología, encontrando que el principio de orden estable implica el conocimiento de las etiquetas de conteo, que varían según la cultura, por ejemplo, ciertas culturas no poseen un sistema organizado de numeración que genere etiquetas, y entonces tienen un número finito de ellas: Algunos pueblos numeran hasta cinco, otros hasta 20, otros siguen el esquema "uno, dos, tres, cuatro, muchos" porque en su vida cotidiana como cultura no se manejan conjuntos de tanta cardinalidad. Existe un sistema de conteo usado por la comunidad Oksapmin de Papua Nueva Guinea, que vincula las partes del cuerpo para generar etiquetas hasta el número 27, con sus propias leyes aritméticas para calcular.

Un sistema organizado de numeración se hace necesario cuando el uso de cantidades grandes es frecuente, llevando al uso de una base, que sirve como un esquema de agrupación para reorganizar el conteo. Una base está soportada por la previa definición de unidades de conteo que sirven de convención. Existen intentos de clasificación de las distintas bases, que permiten describir un sistema de numeración.

Tanto la medición como el conteo precisan de unidades convencionales, que son usadas en la vida diaria, como por ejemplo las cucharadas al momento de cocinar que miden volumen, pero de un modo distinto al que lo hacen los litros o los centímetros cúbicos.

Cada cultura define sus unidades de acuerdo a sus necesidades y características, por ejemplo la distancia se mide por el tiempo ("mi casa queda a dos días de camino"), o con partes del cuerpo. En la ciudad, los distintos oficios generan una reinvención de las unidades de conteo (cajas de gaseosa, pacas de ropa).

El uso de distintas unidades para medir las mismas cosas, permite realizar inferencias sobre las unidades. En Nunhes (1992) se describen estas acciones en cuatro tipos. Siendo A, B y C diferentes unidades de medición de la misma variable:

1. Si $A=B$ y $B<C$, entonces $A<C$ (inferencia transitiva)
2. Si $A>B$, entonces para todo x (número positivo) $xA>xB$
3. Si $A=xB$, entonces $A>(x-1)B$, sin importar que tan grande sea x
4. Si $A=xB$, entonces cualquier cantidad medida en términos de A puede ser expresada en términos de B, y cualquier cantidad medida en términos de B y que sea mayor que A, puede ser expresada en términos de A.

Se han considerado tópicos relativos al conteo de carácter oral. Cuando la cultura desarrolla una escritura, aparecen otros elementos a considerar, como el valor posicional y la variación en la forma.

Las formas inventadas varían a través del tiempo y del espacio, y facilitan u obstaculizan el desarrollo del entendimiento del conteo para los niños pertenecientes a cada cultura. En el lenguaje chino los nombres de los números están organizados de manera tal que son compatibles con el sistema de numeración en base diez, así los números hablados corresponden a los números escritos, por ejemplo 15 se dice "diez cinco" 57 es "cinco diez siete". En español los nombres usados para los números entre 11 y 15 no tienen un patrón claro, como lo tienen los posteriores, que incluso cambian con el lenguaje, en francés 92 no es "noventa y dos" sino "ochenta y doce" y a su vez 80 es "cuatro veinte".

En el caso del sistema indo-arábigo utilizado en la cultura occidental se tienen diez dígitos, cada uno con un significado único. Estas variaciones en la forma son algo más que curiosidades, influencian el entendimiento de la estructura de base, del valor posicional, de las operaciones aritméticas relacionadas. Como vemos, los factores lingüísticos generan parte de estas variaciones.

Como es ampliamente conocido, el valor posicional del número brinda una gran facilidad para los cálculos aritméticos. Y las culturas que carecen de él deben desarrollar otras estrategias para enfrentar los cálculos.

Se encuentran estudios que evidencian la diferencia entre los cálculos orales y los escritos, se observa que en lo oral se preserva el significado y se respetan las unidades, generando problemas cuando el rango numérico crece. Los cálculos escritos se basan en reglas que trabajan con las etiquetas y aunque se gana rapidez en su realización, se pierde significado, generando varios de los típicos problemas operatorios que se dan en la escuela.

Los cálculos escritos están bastante difundidos en la escuela, que adiestra y posibilita la capacidad de inversión en problemas escritos, pero en la vida diaria se pierde esa habilidad.

Se ve entonces que no sólo los elementos invariantes, sino además las maneras de abordarlos, nos dan información sobre el sistema de conteo de una cultura.

Localizar

Al plantear la localización, Bishop pretende resaltar la importancia del entorno espacial en el desarrollo de las ideas matemáticas. La exploración de la tierra y el mar, generada por la necesidad de "conocer" el terreno que se habita y por la necesidad de buscar alimento, es tan esencial que no se puede dudar de la universalidad de esta actividad.

Como es de esperarse, todas las sociedades desarrollan métodos para codificar y simbolizar su entorno espacial. En sociedades distintas en sitios geográficos diferentes dan importancia a aspectos diferentes.

Se toman como ejemplo algunos lenguajes de las tierras altas de Papúa Nueva Guinea, en los que existen palabras para denotar distintos grados de pendiente o inclinación, pero no existe una forma fácil de describir la idea de "horizontal". Naturalmente, los pueblos de las islas no tienen este problema.

Es sorprendente que, en los estudios culturales de las ideas matemáticas, localizar haya recibido relativamente menos atención que contar y que, en consecuencia, esté menos documentada.

El trabajo de Pinxten con los pueblos navajo de Norteamérica (Pinxten, van Dooren y Harvey, 1983) examina detalladamente la forma de conceptualizar el espacio de una cultura determinada y brinda una base para el análisis. En ese estudio se intenta exponer la filosofía y la fenomenología del espacio de los navajo usando el UFOR (Universal Frame of Reference, marco de la referencia universal), que es un "instrumento analítico" desarrollado por Pinxten para estudiar las nociones espaciales en contextos culturales distintos. El UFOR es un diccionario de nociones espaciales que ofrece una lista de comprobación, a través de la cual se explican conceptos espaciales de cualquier cultura, haciendo referencia a tres "niveles" de espacio:

1. Espacio físico o espacio de objetos.
2. Espacio socio-geográfico.
3. Espacio cosmológico.

Pinxten argumenta la universalidad de los referentes espaciales como sigue: "Todas las culturas tienen sus maneras específicas de representar el mundo. Sin embargo, todas ellas se refieren al mismo Sol, la misma Luna o la misma Tierra 'que están ahí' y todas lo hacen mediante los mismo 'instrumentos' básicos para obtener conocimiento y comprensión, es decir, manipulando la materia con las manos, mirando el mundo a través de unos ojos idénticos, moviéndose alrededor de un cuerpo uniformemente estructurado de una manera idéntica (por ejemplo, caminando hacia delante y hacia atrás, girando en un plano horizontal), etc."

Para Bishop el segundo de estos niveles parece ser el más pertinente en el análisis que realiza, ya que en él se estudian nociones geométricas naturales y nociones de dirección, orden y finitud, que están relacionadas con el conteo y la numeración.

Algunos de los conceptos descritos por Bishop son:

Interno/externo	Abierto/cerrado	Enfrente de/ delante de	Sobre/bajo; encima/debajo	Izquierdo/ derecho
Vertical (como dimensión)	Recto, lineal	Reposo/ movimiento	Continuo/ discontinuo	Absoluto/ relativo
Convergente/ divergente	Dirección (del movimiento)	Estar en camino	Profundo	Lejano/cercano

No sólo Pinxten ha investigado de manera croscultural la localización. Existe un trabajo sobre nociones espaciales de niños de la calle en Sao Paulo, Brasil. Allí se estudia la orientación y la idea de "estar perdido". Este término era asociado por los niños como "tener problemas" y no como la ausencia de indicios conocidos de lugar. Para los niños esto no era concebible. La autora del trabajo cita los trabajos de Lewis, en los que se habla de un sentido de orientación inherente al ser humano, prácticamente biológico, que le permite ubicarse en distintos sitios, como por ejemplo el mar. Esta autora se ocupa también de la codificación del espacio y menciona los mapas que usaban los polinesios, para describir no sólo la ubicación de islas, sino la representación de oleajes y el comportamiento de las olas. Dentro de la cultura china, el estudio de la geomancia era considerado como una forma muy importante de conocimiento, con la brújula geomántica se daba información sobre los puntos cardinales, direcciones de estrellas y resultados astrológicos. Si bien la geomancia no alcanzó el desarrollo de una ciencia propiamente dicha, fue el germen de nuestro conocimiento sobre magnetismo.

Tal como en la geomancia, la localización se ha ligado a aspectos místicos y/o religiosos, sin los cuales muchas veces no es posible comprender las similitudes y diferencias en los sistemas de localización de distintas culturas.

Naturalmente, el Sol ha tenido una importancia especial para la localización, tanto de una manera formal como informal. Al tratar de comprender las matemáticas como un fenómeno cultural, se debe tener la precaución de no sacar de contexto las ideas con demasiada rapidez. Estos estudios hacen recordar los profundos valores humanos de la existencia y el significado de la vida que nutren la construcción del conocimiento, que en la cultura occidental se olvidan fácilmente.

Explicar

Para desarrollar este concepto tomaremos tanto el análisis que hace Bishop, como los aportes teóricos de Klein y Toulmin. Esta actividad, a diferencia de las demás, que pretendían resolver el cómo, cuánto, dónde, pretende resolver el por qué.

Explicar supone exponer las relaciones existentes entre unos fenómenos, buscar la unidad que subyace a la aparente diversidad; la simplicidad en lo complejo. La explicación es un discurso construido según reglas propias y comunes de validación, mediante el cual se intenta que los demás asignen veracidad a una afirmación.

Esta exposición de relaciones (discurso construido) presenta diversas formas, usa maneras distintas que varían en cada cultura, por ejemplo con el uso de relatos; cada pueblo tiene mitos que le dan base a su estructura social, interpretaciones de su origen como pueblo y del origen del mundo como tal; esos relatos cumplen poderosas funciones sociales, como la de traspaso de conocimientos de una generación a otra y el carácter aleccionador y moralizante de la narración. Un aspecto fundamental de los relatos, que está relacionado con el desarrollo de las ideas matemáticas, es la capacidad de conectar el discurso de distintas maneras, la existencia y el uso de conectores lógicos que permiten combinar proposiciones y oponerlas, extenderlas, restringirlas, etc.

Los conectores lógicos pueden obedecer a unas reglas de inferencia propias, que no necesariamente coinciden con las de la lógica formal. Bishop menciona que Strevens identificó y clasificó para el idioma inglés muchas clases de conectores lógicos:

1. De vinculación (por lo tanto, así como),
2. Paráfrasis (igual, de manera similar),
3. Causalidad (siempre que, entonces, con el fin de, dado que),
4. De oposición (sin embargo, aunque, mientras que),
5. De restricción, y
6. De hipótesis.

Tanto en castellano como en inglés, no existen términos que diferencien la conjunción inclusiva de la exclusiva, pero en otros idiomas (por ejemplo el de los kpelle) si existen términos que permiten hacer la distinción. No es válido plantear la inexistencia de conectores (en otras culturas) que carezcan de equivalencia en nuestros sistemas de explicación, o que todo conector nuestro encuentre siempre su "dual".

Otra manera de explicar es mediante el uso de símbolos y figuras. Por ejemplo, en la cultura occidental usamos ecuaciones, desigualdades, gráficas, diagramas, matrices y dibujos. El uso de símbolos está ligado desde su origen a la actividad de explicar. No hay que hacer grandes estudios semióticos para entender que el significante condensa lo fundamental, descarta lo innecesario y nos da información sobre el significado.

La evidencia hallada en las Cuevas de Altamira, nos asegura que esta manera de explicar es inherente a la aparición del hombre, la simbolización prácticamente define al ser humano.

La relación explicativa más natural es la de buscar similitudes y clasificar, haciendo uso de metáforas, analogías y convenciones. Aunque todos estos son actos universales, las clasificaciones obtenidas no lo son. Los múltiples lenguajes conllevan a una diversidad de clasificaciones, por ejemplo, en un estudio hecho en Papua, Nueva Guinea sobre sistemas de clasificación, se encontraron poblaciones que no manejaban el concepto de jerarquía, ni usaban un equivalente de la taxonomía, tan usada en la matemática, que trata de encontrar estructuras cada vez más generales para clasificar objetos (funciones derivables $<$ funciones continuas $<$ funciones $<$ relaciones).

Se han hecho otros estudios sobre la clasificación que realizan distintas culturas y se puede llegar a la conclusión de que de las cinco actividades ligadas al desarrollo del pensamiento matemático en una cultura, la explicación, con sus sistemas de clasificación es la más resistente a cambios. Se puede aprender un nuevo juego, se pueden tomar nuevos diseños, nuevas palabras, conocer nuevos objetos, pero cambiar la mentalidad, la manera de explicar es más difícil, las maneras de conectar y relacionar ideas, de clasificar fenómenos, hacen parte estructural de la cultura, es lo más básico. Tal vez por eso se presentan dos situaciones importantes:

i) Bajos desempeños escolares de inmigrantes y de poblaciones indígenas, al ser puestos en ambientes culturales distintos al de crianza.
ii) Cuando la cosmovisión ha cambiado es prácticamente imposible regresar a la original, entonces es natural ofrecer alguna resistencia a los desarraigamientos generados por una trasculturización subordinante.

Es por ello que se estudia el impacto de la escuela en los cambios de cosmovisión de los pueblos indígenas. Las explicaciones también son evaluadas, generando un rechazo o una aceptación, esto es evidentemente universal. Lo que se considera particular son los esquemas de validación.

Es de recordar una experiencia con un indígena kpelle, que podía aceptar como verdaderas afirmaciones que se contradecían, ya que todas fueron emitidas por autoridades. Cada cultura tiene su manera propia de explicar fenómenos, de conectar ideas mediante el discurso y de validar sus explicaciones. Para analizar con más claridad adoptemos el enfoque de Wolfgang Klein (1980), quien interesado en analizar de manera descriptiva la interacción cotidiana de grupos sociales en cuanto a la argumentación, distingue entre lo colectivamente válido y lo colectivamente cuestionable de un grupo o comunidad. Lo primero será lo que pueda ser aceptado por el grupo en un momento particular de su historia, y contiene todas las argumentaciones y reglas que son necesarias para que el grupo acepte conclusiones que se puedan obtener de una manera aceptable a partir de unas afirmaciones dadas. Ningún miembro del grupo debe necesariamente ser conciente de qué cosas pertenecen a lo colectivamente válido. Tampoco dichas cosas tienen que estar "bien definidas" en sentido matemático. En síntesis, lo colectivamente válido contiene todo aquello que los integrantes de una comunidad puedan usar cotidianamente en un proceso de comunicación, sin que sea motivo de cuestionamiento. Todo lo que no se use rutinariamente en un proceso de interacción es llamado colectivamente cuestionable. Estos dos conjuntos son bastante dinámicos, y lo que está en alguno, puede estar en el otro en cualquier grupo, o en otro tiempo.

Para Klein, un proceso de argumentación empieza cuando un grupo es confrontado con una "quaestio"- es decir, una pregunta para la que ninguno de los miembros del grupo tiene una respuesta que pueda ser aceptada por el grupo-. Una argumentación es el proceso interactivo en el que los miembros tratan de desarrollar una respuesta a la pregunta de una manera racional (racional en su propio sentido, en su lógica interior). Para que el proceso pueda ser ejecutado con éxito, la respuesta debe ser aceptada por cada uno razonablemente, y cada miembro tiene permitido manifestar sus dudas en la discusión. En el caso de un éxito, lo colectivamente válido es extendido y ahora incluye la respuesta a la "quaestio" que originó el proceso.
Así, la argumentación, en el sentido de Klein, es un tipo especial de interacción, identificado por su función de transportar para el grupo algo desde lo colectivamente

cuestionado, a lo colectivamente válido. Esa trasformación tiene que ser organizada por los participantes, sorteando tres tareas que se exponen a continuación:

1. Determinar cuándo una aseveración puede ser aceptada. Si pertenece a lo colectivamente válido, se acepta sin razonamiento. En otro caso, los miembros tienen que ofrecer razones y verificar si la aseveración puede ser aceptada con esas razones.

2. Deben estar seguros de que hay coherencia entre las distintas afirmaciones que se dan cuando se razona. Se tiene que verificar si las reglas entre aseveraciones son legítimas, resaltando los requerimientos del grupo en la situación especial que genera la "quaestio". Posteriormente tiene que decidir acerca del grado de detalle requerido para aceptar un argumento. A veces es necesario producir reglas explícitas entre aseveraciones, en otros casos puede ser suficiente mencionar las distintas aseveraciones.

3. Coordinar diferentes argumentos producidos que, en combinación, pueden llevar a la respuesta buscada. Especialmente decidir cuándo un argumento puede o no colaborar con destacar el interés principal de la argumentación

Diseñar

Aunque las nociones geométricas se relacionan principalmente con ideas de localización de individuos y objetos en el entorno espacial, también están asociadas con las actividades de diseño, referidas a la tecnología, los artefactos y objetos, creados para la vida doméstica, el comercio, la guerra o confines religiosos. También el diseño se puede aplicar a la construcción de casas, aldeas, huertos, carreteras, etc.

En resumen, las actividades en las que con algún objetivo se transforma la naturaleza, teniendo un "modelo" mental que abstrae unas características deseadas, serán calificadas como actividades de diseño. La importancia se centra en el plan, la estructura, la forma imaginada, la relación entre objeto y propósito. Naturalmente hay diferencias en la forma y los materiales con los que se fabrican ciertos utensilios y objetos, pero la función es común, por ejemplo, la idea de "objeto cortante" o "casa" es compartida por muchas culturas. Esta noción común requiere de una construcción mental por parte del que piensa realizar el objeto, a partir del material que tiene. Sucede igual con la representación de la naturaleza y animales, el dibujante elige destacar algunas características e ignora otras.

Dentro del diseño están presentes otras ideas relacionadas con la matemática, como el tamaño, la escala, la medida y conceptos geométricos; sobre estos últimos, Bishop menciona estudios en distintos lugares del mundo, que prueban el estudio de los sólidos platónicos o un conocimiento del teorema de Pitágoras. La idea de simetría es notoria en los diseños míticos de gran variedad de culturas prehistóricas, europeas, asiáticas, precolombinas, africanas y australianas. También la espiral está presente en la astronomía, los calendarios, la religión y la mitología, en distintos lugares del mundo, algo particular de la espiral, es que su importancia es más mística que práctica. El diseño refuerza el hecho de que el pensamiento matemático se ocupa esencialmente de la imaginación y no de productos terminados.

Medir

Naturalmente esta actividad es de carácter universal y tiene estrechos vínculos con la matemática; con la medición se pretende establecer que tanta cantidad de una magnitud posee un objeto o acontecimiento, y por magnitud (continua o discreta) se entiende algún atributo que se puede reconocer en objetos heterogéneos, como por ejemplo peso, distancia, tiempo, temperatura, longitud, capacidad, intensidad, etc.

Se utilizan patrones de medida, que permiten realizar comparaciones indirectas entre objetos y establecer algún tipo de orden. Con el crecimiento de las sociedades y las necesidades comerciales y de comunicación, se hace necesario que esos patrones sean aceptados comúnmente, por lo que se generan convenciones y unidades de medida estandarizadas para asignar un número a la cantidad de magnitud de un objeto. La unidad de medida (que en occidente es el metro) es algo más abstracto que el patrón de medida, aunque usualmente este último indica una unidad de medida. La perspectiva cultural se encarga de advertir sobre las magnitudes que se toman en consideración; por ejemplo el atributo "color" no se acepta por la cultura occidental como una magnitud medible, siendo rechazadas afirmaciones como "rojo < amarillo"[8]. Equivalentemente, en culturas de Papúa-Nueva Guinea no tiene sentido comparar el volumen de dos objetos.

Otro ejemplo claro es el sentido que se le da a el tiempo. Si se tiene una concepción circular del tiempo, no tiene mayor interés asignarle una medida. Aún si se considera alguna magnitud común, por ejemplo el área, hay diferencias en las unidades utilizadas y en el modo de asignarlas, Bishop cita el caso de como se evitan conflictos sobre el área de huertos en Papúa Nueva Guinea: Se suman las medidas de los lados y así se determina el tamaño. El espacio para los temne se mide muy particularmente, para distancias largas utilizan el término de "páramo", para distancias más largas se usan expresiones como "una jornada de viaje", para cortas "la distancia suficiente para oír". La importancia de una magnitud es completamente relativa a cada cultura. También el manejo que se le da a las distintas unidades de medida, que no siempre guardan la misma relación entre ellas (10 metros = 1 decámetro; 10 decámetros = 1 Hectómetro, etc. Siempre de 10 en 10). La precisión y exactitud en la medición de una magnitud depende de la necesidad social y ambiental de cada grupo cultural.

---

[8] Aunque el atributo "intensidad" sí es aceptado como magnitud medible para objetos del mismo color.

1.3 Marco Contextual

En el centro del continente americano se localiza la región de mesoamérica y en la parte central y sur de la región se encuentra Guatemala, un país pequeño en cuyo territorio, de 108,778 kms^2, conviven varias culturas, interrelacionan diversas cosmovisiones y se hablan 21 idiomas de origen maya, los idiomas Garífuna y Xinka y el castellano que por mandato constitucional es el idioma oficial de la republica.

La conformación pluricultural y multilingüe de la nación guatemalteca tiene como principales factores: la diversidad geográfica y ecológica de su territorio, su ubicación estratégica como corredor biológico entre norte y el sur del continente, y las dinámicas de comunicación e intercambio entre los pueblos fundadores y los migrantes que hicieron de la región un crisol de culturas entre las que figura por su desarrollo lingüístico, científico, filosófico, artístico y comercial, la cultura maya.

Hasta finales de la primera mitad del siglo XX, las políticas estatales y las corrientes de pensamiento predominantes, consideraron la diversidad cultural y el multilingüismo de los pueblos que conforman la nación, como un obstáculo para el desarrollo del país. Esto incidió profundamente en el tipo de relaciones sociales y políticas en el país.

Ahora, se empiezan a vislumbrar en Guatemala espacios de diálogo y condiciones para propiciar el desarrollo integrar de sus pueblos y comunidades gracias a que están vigentes importantes instrumentos jurídicos y políticos, nacionales tales como los Acuerdos de Paz (suscritos por el gobierno y la URNG el 29 de diciembre de 1996), e internacionales tales como la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la OIT, la Declaración Universal de Derechos Lingüísticos proclamada en la Conferencia Mundial de Derechos Lingüísticos celebrada en Barcelona, España en 1996 y la Conferencia Intergubernamental sobre Políticas Culturales para el Desarrollo, celebrada en Estocolmo, Suecia en 1998.

A continuación se hace una breve descripción de los pueblos mayoritarios que conviven el Guatemala (maya y ladino):

a. Cultura Maya

Los mayas actuales son descendientes de los primeros pobladores conocidos que constituyeron en Mesoamérica una de las grandes civilizaciones del continente americano, antes de la llegada de los españoles. (COPARE, 1998)

A pesar de que los colonizadores europeos les impusieron estructuras políticas y administrativas, los mayas y otros pueblos indígenas desarrollaron mecanismos de resistencia y adaptación. La cultura maya ha resistido la dominación y opresión política, social, económica y cultural desde la colonia hasta la actualidad.

El pueblo maya actual basa su cultura en el cultivo del maíz como sustento material y espiritual del ser humano, mantiene el uso de los sistemas calendáricos, asociados a la agricultura, la astronomía, la espiritualidad y la matemática, incluyen al qaman y el cholq'ij. El primer, calendario solar de 365 días, marca los fenómenos climáticos, organiza el trabajo y da paso a celebraciones rituales asociadas al cultivo del maíz. El segundo, el calendario lunar de 260 días, regula la reproducción y el bienestar de la familia y la comunidad en su relación con la naturaleza y el cosmos (Arrivillaga y Curuchiche, 1998)

Los valores son fundamentales en la vida del pueblo maya, incluyen el carácter sagrado de la naturaleza y el universo, la vocación o misión de la persona; la gratitud o el agradecimiento; la complementariedad o equilibrio de las cosas; el sentido de paz, madurez y responsabilidad; la consulta o el consejo; el trabajo; la protección de la vida; la reparación; el respeto a la palabra de los padres y abuelos (Salazar y Telón, 1997). Como en toda la cultura, en la maya la cosmovisión se internaliza en el proceso de socialización, especialmente a través del idioma como vehículo de pensamiento.

Las formas de organización social, política y económica del pueblo maya responden a su lógica, categorías y principios de pensamiento. A través de éstos se expresan valores y normas. En la organización social, el habla desempeña una función importante ya que constituyen el instrumento fundamental en los procesos educativos que contribuyen en la producción y reproducción de la cultura.

En Guatemala se habla 21 idiomas mayas: k'iche, mam, kaqchikel, q'eqchi, poqomchi', poqoman, tz'utujil, popti', akateko, awakateko, sakapultexo, ixil, achi, chuj, cho'rti', q'anjobal, uspanteko, mopan, itza', sipakense, tektiteko. Muchos idiomas mayas cuentan con variantes dialécticas. El número de dialectos de cada idioma varía según el criterio empelado para identificarlos.

b. Cultura Ladina o Mestiza

Es importante conocer como se conformo históricamente el sector social ladino o mestizo, ya que permite entender algunas de las contradicciones de la sociedad guatemalteca, así como encontrar alternativas para superarlas. (Álvarez Colom, 1998)

El término ladino deriva de la palabra latino, utilizada en España (siglo XV) respecto al idioma romance que hablaba la población: el castellano. En ese sentido los cronistas y autoridades hispánicas empleaban la palabra ladino para designar a las personas no españoles que hablaban castellano (Lara, 2000, No. 9)

En Guatemala, durante la época colonial, se utilizo el término ladino para referirse al mestizo, hijo de españoles e indígenas. Los primeros mestizos fueron, en muchos casos, fruto de violaciones de mujeres mayas por parte de soldados españoles.

A partir de entonces, su identidad cultural comenzó a formarse con ciertas contradicciones, pues no respondía exactamente a ninguna de las culturas existentes. Así, su identidad surgió marcada por la exclusión, por la negación: no era maya, pero tampoco criollo, ni español. Era algo nuevo, sin la validez que le otorga a una cultura y a un grupo social el sustento de un pasado histórico.

Con el transcurrir del tiempo, el sector ladino se multiplicó y se diversifico. Ya no incluía solo al mestizo original, sino al hijo de mestizos entre sí y de estos con personas de diversa procedencia. Su principal asentamiento fue alrededor de las ciudades, donde se establecieron como artesanos. Luego empezaron a desplazarse hacia el oriente del país, donde había poca población indígena. Allí se multiplicaron junto con algunos criollos y españoles que no pertenecían a la élite dominante. En esa región se dedicaron en especial a la ganadería y la agricultura.

Por otra parte, algunos ladinos se desplazaron hacia las cabeceras departamentales y municipales de regiones indígenas, Allí fueron constituyendo núcleos de poder local a partir del comercio. El hecho de dominar el idioma oficial y tener vínculos fuera de la región, los colocó en una posición de ventaja respecto de la población indígena.

La población ladina ha sido caracterizada como heterogénea. "Se expresa en idioma español como idioma materno, posee determinadas características culturales de arraigo hispano matizadas con prestamos culturales indígenas (comidas, herramientas, etc.) y viste a la usanza comúnmente llamada occidental" (Dary, 1995).

Es difícil proporcionar una definición académica, coloquial y popular del ladino guatemalteco. Desde el planteamiento de Guzmán Bockler "el ladino como ser ficticio" hasta definirlo como "no indígena", existen posiciones distintas. En este contexto, el área de estudios étnicos de FLACSO exponen lo siguiente:

- No existe una identidad ladina única, monolítica y general.
- Es posible hablar de identidades ladinas y ubicarlas en diversos actores sociales, tanto en el campo, como en las ciudades.
- Dentro de ellas existen múltiples identidades ladinas femeninas que también pueden ser delimitadas.
- Todo esto nos conduce a la necesidad del estudio de la identidad como fenómeno psicosocial, lo cual implica dos puntos de vista: la forma en que nos vemos a nosotros mismos y cómo nos perciben los otros. (Barrios, Ponencia 2000, citado e Roncal, 2002)

Paralelo al reconocimiento de la diversidad social guatemalteca, Adams señala algo que casi medio siglo después se sigue afirmando: "acerca de los ladinos es muy poco lo que sabemos en forma sistematizada". (Adams, 1956:17)

Ser ladino engloba a grupos sociales con diferentes orígenes y cultura, pero unidos por el hecho de expresarse en español. La población ladina de Guatemala no es un bloque homogéneo en sus manifestaciones físicas y culturales, sino por el contrario, muy heterogéneo. En los diferentes lugares en donde habitan, tienen formas particulares de hablar, de gesticular y de comportarse frente a si mismo y frente a los otros." (Dary, 1997)

2. ¿Cómo investigar la matemática maya?

#

Capítulo Segundo

2.1 Descripción etnográfica

a. Geografía y poblamiento

Las comunidades La Unión y Santa Isabel se ubican sobre la Franja Transversal del Norte, en el municipio de Chisec, departamento de Alta Verapaz, a 330 Kms., de la capital de la Republica. Se encuentran ubicadas a orilla del río La Pasión, muy próximas al sitio arqueológico Cancuén (ver anexo 1).

Cómo gran parte de la Franja Transversal del Norte es fuertemente utilizada por grandes finqueros para el desarrollo de la ganadería, por su orografía y clima, se taló gran parte de la selva para convertirla en potrero.

Aunque la migración de los q'eqchi' a la Franja Transversal del Norte no es reciente, se intensifico considerablemente desde que la empresa de Fomento y Desarrollo del Petén (FYDEP) empezó a otorgar tierras a partir de su funcionamiento, en la década de los 1960, por lo que una migración en búsqueda de tierras es lo que ha caracterizado la demografía de Chisec y la mayoría de municipios del Petén.

Por ejemplo, el informe de Desarrollo Humano del año 1999 del sistema de Naciones Unidas en Guatemala muestra que la variable demográfica de la migración es la que ha mantenido a los municipios cercanos a la Franja Transversal del Norte en un constante y abrumante aumento de población: "Encontramos tasas extremadamente altas de crecimiento al sur de Petén y norte de Alta Verapaz. Los más altos valores de incremento de la población (entre 1970 y 1994) son los siguientes: La Libertad con 1,090% Sayaxché con 467% en el caso de Alta Verapaz, destaca el municipio de Chisec con 460%, colindante hacia el norte con el municipio de Sayaxché" (PNUD, 199: 132) . La demanda de tierras en la Franja Transversal se caracteriza como "fincas medianas y grandes, en proceso o recientemente formadas como unidades productivas, y con poca infraestructura productiva. Están ubicadas en ecosistemas frágiles, con suelos cársticos, y son de vocación forestal." (PNUD, 1999: 170)

Esta migración a la Franja fue lo que los trajo hace más o menos 50 años a los pobladores que actualmente viven La Unión y Santa Isabel. Durante los primeros años de su funcionamiento, durante la década de los 60, el FYDEP asignó tierra a algunos campesinos q'eqchi' provenientes de Alta Verapaz y del oriente de Guatemala. Este éxito que tuvieron los pioneros, llevó a muchos coterráneos a imitar a los primeros emigrantes y el flujo demográfico al norte ha sido constante desde entonces y aún no cesa hoy en día. Sin embargo mientras transcurrían los años, era más difícil la obtención de tierras y muchos ya no obtuvieron este recurso que al principio algunos lograron conseguir sin mucha dificultad.

Los requisitos para hacerse de una parcela en esta región eran pocos. Básicamente había que habitar la parcela asignada y demostrar que se estaba trabajando. Este último requerimiento implicaba talar la selva que existiera como prueba de que sí se estaba utilizando la tierra. Los precios de esta eran muy bajos (algunos informantes hablan de Q50.00 por hectárea) y accesibles ya que los pagos no se tenían que efectuar inmediatamente. Esta facilidad para conseguir propiedad fue lo que llevó a muchas familias q'eqchi' a localizarse a las orillas del río La Pasión y Usumacinta. Un grupo que venía de Carchá y otros lugares de Alta Verapaz encontró parcelas de una caballería a la orilla del río La Pasión en el municipio de Chisec.

Pronto empezaron a "botar la montaña", como ellos dirían, y se dieron a la tarea de sembrar maíz como fuente principal de alimentación. El grupo inicial fue de 10 familias, sin embargo la población empezó a crecer. Les impresiono el rendimiento de esta tierra que nunca había sido trabajado antes y todavía mantenía los nutrientes derivados de la roza y quema de la selva. Esta noticia también instó a muchos a optar por dejar la empobrecida vida en Alta Verapaz y aventuras a la Franja Transversal del Norte.

b. Economía

La agricultura ocupa la mayoría del calendario de la gente q'eqchi' que vive en La Unión y Santa Isabel. El proceso de siembra de maíz es que rige ésta actividad, la cual se realiza dos veces en el año (ver anexo 2). Otra actividad que merece la atención es la excavación en el sitio arqueológico Cancuen, que durante los últimos cinco años ha ocupado durante cuatro meses al año a los pobladores de estas comunidades.

También se puede apreciar la estrategia económica mixta q'eqchi'. Muchas creencias y prácticas religiosas están vinculadas con el maíz y su siembra, como por ejemplo el Mayehak. Incluso la división del trabajo entre hombre/mujer, adultos/niños puede verse bien disecado cuando se está analizando el trabajo alrededor de este cultivo tan importante. Por un lado, el trabajo de la selección de la semilla y el cultivo de esta es prerrogativa exclusivamente de los hombres ya casados. Los niños u jóvenes del sexo masculino también pueden participar en esta actividad y van aprendiendo mientras ven a su padre o hermano mayor practicar esta actividad. De igual manera, la actividad de limpieza (kalek) del terreno y limpia (aq'in) de la milpa son consideradas actividades masculinas. Los hombres de estas comunidades consideran que el kalek es la actividad mas dura de toda la siembre, especialmente la de la primera ya que hay que tumbar todo lo que haya en el campo de cultivo. En cambio, las mujeres tiene el trabajo de ayudar al esposo a hacer el q'olok (tapisca). Esta actividad la hacen hombres y mujeres.

En el cultivo del maíz se integra la relación del individuo con la tierra, con Dios y el Tzuultaq'a (espíritu de la montaña) y con los demás individuos de la aldea. Para trabajar la tierra, el hombre q'eqchi' recurre a sus parientes, especialmente para la siembra, que usualmente se realiza en un solo día. El día anterior de la siembra, el interesado en sembrar acuerda con sus parientes sobre la hora de la reunión, más o menos las 5 o 6 de la mañana. Ese día, el hombre dueño del cultivo es quien se encarga de dar de comer a los que le ayuden. Luego se van al campo del cultivo. La siembra se hace de una manera muy tradicional. Se usa un palo para abrir un hoyito en la tierra donde se depositan entre 3 y 5 semillas. Esto se hace cada paso. Los que utilizan pita, pueden aprovechar mejor el terreno, pero por lo menos en el La Unión y Santa Isabel, esto no es una práctica común. Con 5 o 6 hombres se puede sembrar 2 manzanas en un día completo. Por lo general esta será la cantidad que un hombre con 3 o 4 hijos siembre, o a veces puede sembrar hasta 3 manzanas. Por ejemplo, un señor de la aldeas había sembrado su milpa, y lo había ayudado sus dos hijos y los dos yernos. También estaba presente en el almuerzo de este día de auk (siembra) el anciano mas respetado de la aldea.

c. El Mayehak

El mayehak[9] es un ritual social, compartido, en el que toda la comunidad participa. Es un ritual que se realiza al iniciar la siembra y es uno de los principales que son realizados por los q'eqchi'. Esta práctica religiosa es esencialmente un ritual de respeto hacia el Señor/señora Cerro-Valle: Tzuultaq'a. El q'eqchi' le preocupa comenzar a trabajar la tierra sin pedirle permiso al señor Tzuultaq', porque puede ser que su enfado caiga en quien trabaja la tierra o en el cultivo mismo.

Según los agricultores del La Unión y Santa Isabel, los accidentes en el campo pueden ser causados por la omisión de este ritual o cometer una falta, o ma'ak (se traduce a pecado) alrededor de los ritos con los que se trata la semilla, el cultivo o el trabajo agrícola en general. En una conversación que tuve con un agricultor, me dijo que el Tzuultaq' en Alta Verapaz era mucho mas implacable que en otras regiones.

d. Organización social, religiosa y toma de decisiones

La organización de las comunidades de La Unión y Santa Isabel está fuertemente arraigada en las tradiciones que dicta un respeto máximo para los ancianos de la aldea. Los ancianos son personas que poseen conocimientos de las tradiciones q'eqchi' así como la autoridad de resolver ciertos conflictos internos de la comunidad. Ellos son los que guían las ceremonias como el mayehak y los wa'tesink que se hacen en la aldea.

Esta estructura se ve apoyada por los mayordomos de la aldea. Como institución, la mayordomía esta encargada de cuidar el santo patrón de La Unión que es San Antonio (fiesta el 12 de junio). Sin embargo, los mayordomos también están prescritos a ayudar a los ancianos en los ritos tradicionales q'eqchi'. Existe una jerarquía interna en la mayordomía, por lo que existe el Xb'eenil (mayordomo primero) hasta el mayordomo cuarto. Cada uno de ellos tiene un ayudante, que es un hombre

---

[9] Esta práctica cultural se evidenció en el trabajo de campo, no implica que sea practicada de igual forma en toda la región q'eqchi'.

generalmente más joven quien realiza varias actividades para apoyar al mayordomo. En un futuro, estos ayudantes pueden ser escogidos para ser uno de los cuatros mayordomos principales.

Este sistema de cargos contempla cambios en los puestos anualmente. Durante la fiesta del 12 de junio se establecen los nuevos mayordomos quienes toman su cargo ese mismo día. El gasto principal que tienen que hacer es para la fiesta de San Antonio donde generalmente se compra suficiente carne para servir a toda la comunidad y otros invitados. Anteriormente se mataban 2 cerdos de buen tamaño, pero el incremento en población ha llevado a los mayordomos de los últimos años a optar por la compra de un toro entero.

Además de estas costumbres y rituales, existen otros, pero con un carácter más privado. Por otro lado, es interesante notar la inclusión de celebraciones como el día de la madre y la independencia, que son seculares, Las festividades católicas como el día de los santos, nochebuena y Semana Santa también se hacen presentes.

Sin embargo, existe otra jerarquía de líderes religiosos. En sus escritos, Boremanse (1997) y Siebers (1998) se refieren al movimiento de reconversión y de reevangelización llevado a cabo por el ministerio de los catequistas de la Diócesis de la Verapaz. Este movimiento católico reformó las bases religiosas de las comunidades. Aunque se tiene información que este movimiento impulsó y capacitó catequistas en las comunidades que luego rivalizaron con las autoridades religiosas tradicionales, no se tienen evidencia de esto aún.

Las decisiones en las comunidades se toman tomando en cuenta estas jerarquías. Aunque los ancianos tienen ingerencia en estas, el koman (comunidad) reunido es quien realmente toma las decisiones de tipo secular. Por ejemplo, la decisión de cómo utilizar lo que los proyectos de desarrollo invierten cada año en materiales para la aldea es tomada por toda la comunidad después de la sugerencia de las mujeres.

Esta toma de decisiones en conjunto se da en forma condensada. Es por ello que las reuniones duran tanto tiempo. Cada persona, especialmente los hombres con familias, pueden ejercer su opinión. Sin embargo, se puede observar claramente que quienes más participan y hasta acaparan estas funciones son los de una familia en particular. Las personas que provienen de Carchá participan poco en estas reuniones y se limitan tener una presencia silenciosa.

e. Identidad q'eqchi'

Se detona una fuerte identidad cultural dentro de los pobladores de La Unión y Santa Isabel, prueba de ello es que hay datos que las redes de espiritualidad se han ampliado y fortalecido con la migración al norte. Los ancianos de Alta Verapaz mantienen contacto con los de Petén y hubo una reunión reciente en las Pozas, Sayaxché donde se manifestó el deseo de que los ancianos de todas las comunidades mantengan viva la espiritualidad maya-q'eqchi', principalmente a través de las ceremonias y rezos. Un importante medio de información y divulgación de este movimiento ha sido la radio, que sobrepasa la capacidad de cualquier medio masivo de información, por la facilidad de transmisión. Radios como la Uy Uy Uy, Radio Cultural, Radio Gerardi y Radio Tezulutlán apoyan y transmiten programas en los idiomas q'eqchi', poqomchi', mam y español que han concientizado a la audiencia de su etnicidad.

De igual manera, a un nivel de microregión, en La Unión y Santa Isabel están en contacto con ancianos de San Diego, El Achiotal y la Caoba, lo que fortalece la identidad q'eqchi' a través de la práctica de la espiritualidad. Un resultado de este movimiento revitalizador fue el empezar a realizar la ceremonia del Mayehak desde hace 6 años en las ruinas de Cancúen, lo que les puso en contacto con el sitio prehispánico.

2.2 Metodología del proceso

El proceso metodológico utilizado para la realización de esta investigación sigue el siguiente proceso:

1. Investigación bibliográfica del estudio antropológico de las matemáticas. → 2. Investigación bibliográfica e histórica de las matemáticas mayas. → 3. Trabajo de campo mediante una entrevista directa y observación participante. → 4. Análisis comparativo de la matemática maya y occidental.

En un primer momento se hizo una revisión bibliográfica y documental sobre las experiencias y acercamientos antropológicos a las matemáticas, tanto hacia la matemática occidental como a las prácticas matemáticas de los pueblos no occidentales, principalmente en América. Se estableció el método por el cual se revisarían las prácticas matemáticas y qué prácticas, por lo que se seleccionó investigar las siguientes: Contar, localizar, explicar, diseñar y medir.

Por lo que se tomó la decisión de elaborar dos instrumentos para recoger la información, una entrevista directa, que consta de 10 preguntas, las cuales buscan obtener datos concretos que evidencien la existencia de estas prácticas matemáticas, para luego compararlas con las occidentales (ver anexo 3).

Por otra parte, se diseño una guía de observación, la cual busca encontrar y ubicar los principales usos que se le dá a los conceptos matemáticos, por lo que se determinaron 6 aspectos a observar y describir (ver anexo 4).

En un segundo momento se hizo una revisión crítica de los principales estudios realizados sobre la matemática maya, provenientes principalmente de los estudios arqueológicos y reflexiones realizadas por la misma población maya actual. Estos estudios nos dan un referente que sirve para el análisis y la comparación posterior, además que ayudó al afinamiento de los instrumentos diseñados.

En el tercer momento, se planificaron las visitas al campo, las cuales consistieron en dos, la primera durante el mes de diciembre en la que se tuvo la oportunidad de realizar la observación de actividades muy importantes de carácter agrícola (tapisca), comercial y religioso (fiestas de fin de año). La segunda sirvió para la realización de las entrevistas y otra observación sistemática, en esta oportunidad pude apoyar en la construcción de un rancho para el uso comunitario, la visita al sitio arqueológico y la preparación para la cosecha (mayehak). Esta segunda visita se realizó durante la Semana Santa por lo que también tiene importancia de carácter religioso.

Luego de la recogida de la información, se tabuló en otros instrumentos para facilitar su análisis, consultando a personas que conocen el idioma q'echi', para la traducción y escritura correcta de los términos encontrados, aunque por las variantes dialectales del q’eqchi’ existen palabras que no se usan en otros lugares.

El último momento de la metodología es el análisis comparativo de las prácticas y conceptos matemáticas más importantes de la cultura q’eqchi’ con los que se utilizan en el castellano, bajo la concepción occidental. Este análisis nos sirve para plantear las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

Esta investigación es un primer acercamiento hacia la matemática maya q’eqchi’ desde la antropología, por lo que quedan muchos aspectos sin abordar que requerirían mucho más tiempo y recursos para su realización. Espero que pueda servir como otro punto de referencia para el estudio profundo y serio de la matemática maya y del conjunto de ciencias que aún persisten en los descendientes del pueblo maya prehispánico.

3. La matemática maya en la actualidad

#
#

Capítulo Tercero

3.1 Matemática maya

La cultura maya es una de las más antiguas del planeta; su existencia es reconocida desde hace unos 100 siglos (10 mil años). Habitó el área hoy conocida como Mesoamerica, con una extensión territorial no menos de 400 mil kilómetros cuadrados. Actualmente los descendientes de los mayas están distribuidos en las repúblicas de México (al sur), toda Guatemala, Belice, el occidente de El Salvador, Honduras y Nicaragua.

Durante este largo tiempo de desarrollo histórico, económico, social, cultural y político, acumuló una serie de experiencias que le permitió unir su conocimiento con la naturaleza, creando una sociedad con un profundo sentido de partencia al Universo y a la Tierra.

El desarrollo de la matemática, le permitió crear un sistema numérico llamada hoy día "vigesimal posicional", lo que significa que su base es de 20 y en posiciones, utilizando solamente tres símbolos: el cero, el punto (unidad) y la barra (conjunto de cinco). El cero tiene un valor de completo, lleno o cabal.

Desde hace algunos siglos, algunos estudiosos han reconocido el desarrollo científico maya, tal es el caso de Fray Francisco Jiménez en la traducción del Pop Wuj, dice:

"Los primitivos habitantes del nuevo mundo, poseían un sistema propio de escritura que los califica como verdaderamente civilizados".

De igual manera el filósofo e investigador Domingo Martínez Paredes en su obra *El Popol Vuh tiene razón*, dice:

"Fueron los Chilan-Balanes-Sacerdotes astrónomos los que milenios se dedicaron a la investigación y observación de fenómenos cósmicos y a estudiarlos y que construyeron fórmulas generales para llevar la cuenta de los movimientos inódicos de los astros y planetas dando cronologías y calendarios notables, superiores a lo egipcio, caldeo, asirio, sumerio, chino, griego y romano, gracias a la aplicación del concepto Cero".

El reconocido arqueólogo Sylvanus Morley en su obra *La civilización maya* expone:

"Los mayas, por primera vez en la historia de la especie humana, concibieron un sistema de numeración basado en la posición de los valores, que implica la concepción y uso de la cantidad matemática cero. Un portentoso adelanto del orden abstracto".

Se dice que solamente en dos momentos se ha inventado el cero; en el siglo V a.C. por los hindúes y la cultura maya, mil años antes que los hindúes. La función del cero es vital, sin él, el sistema de los números de posiciones no fuera posible, permitiendo el avance de la matemática, astronomía, arquitectura e historia. Los avances en la astronomía han sido de incalculable valor para la humanidad.

El desarrollo de las matemáticas era mucho más avanzado que el de los europeos, incluso, en los años mismos de la invasión. El autor Guillermo Garcés Contreras (1982) dice:

"Bien conocido es el hecho que los europeos al llegar a estas tierras, tenían conocimientos astronómicos inferiores a las de las civilizaciones americanas, de ello hablan los notables desarrollos de carácter científico en la civilización prehispánica. La vocación de las culturas preamericanas para las matemáticas resulta asombros"

A continuación se realiza una breve descripción de lo se conoce de la matemática maya prehispánica, conocimientos productos de la investigación principalmente arqueológica y de la reflexión intelectual maya en la actualidad.

a. Origen de los números mayas

Todavía no hay consenso para establecer la fecha en que los Mayas hayan inventado la numeración y el sistema posicional de valores y la aplicación del cero, pero lo que es cierto es que queda situado ya hace varios siglos.

"Los numerales mesoamericanos, a base de puntos y barras fueron inscritos en fechas que aparecen en monumentos, estelas, altares y tableros. Los más antiguos de ellos, anteceden considerablemente a los del sistema decimal ya conocido en el viejo mundo (Europa)" (Garcés, 1982)

La civilización maya que surgió hacia finales del siglo XIV a.C. y continuó su desarrollo hasta el siglo XVI, fecha en que la invasión europea trunca su desarrollo y destruye muchos importantes avances científicos, sin embargo, dejó logros en todos los aspectos de la vida, y un rico legado de conocimiento a la humanidad.

Se ha afirmado que su desarrollo en las ciencias y las artes fue de suma importancia, pero en donde se desarrolló notablemente alcanzando grandes conquistas fue en el campo astronómico y matemático. Su conocimiento de los astros y acontecimientos celestes quedaron registrado en estelas y códices, de hecho, "sus cómputos calendáricos y astronómicos eran mucho más exactos que los de los europeos en el momento de la invasión" (ibid).

Los numerales inscritos en estelas más antiguas, se pueden clasificar en cuatro series de inscripciones, que resumen la tradición matemática y astronómica maya, ellas son:

1. Un grupo antiguo de numerales localizado en el sitio arqueológico denominado Monte Alban, situado en el Valle de Oaxaca, México. Datan del siglo IV o V a.C.
2. Otras inscripciones en diferentes lugares tales como: en una estela en Chiapa de Corzo, Chiapas México; en la estela de Tres Zapotes, Veracruz México; en la estela Santa Rosa, La Concordia, Chiapas México; en la estela 1 de El Baúl, Guatemala; en la estela de Santa Margarita o Piedra Parada, Guatemala. A este grupo se les llama Monumentos del Séptimo B'aktun, que pertenecen a fechas del calendario de la cuenta larga. Son fechas situadas aproximadamente en el siglo I a.C y I d.C.
3. Las inscripciones de Kaminal Juyu' localizado en la zona alta de Guatemala (ciudad de Guatemala), situado en los siglos I o II d.C.
4. Las inscripciones en los monumentos del Petén, siglo III y IV d.C., en el norte de Guatemala.

Estas fechas de numeración maya inscritas en monumentos y estelas, con la utilización del cero, son mucho más antiguas que las que se han encontrado y se conocen del Viejo Mundo (Europa) del sistema decimal. Significa entonces que la numeración maya, fue desarrollada muchos años antes que los hindúes perfeccionaran su sistema de numeración pues ellos lo desarrollaron aproximadamente mil años después.

b. Sistema de numeración maya

La civilización maya empezó hace miles de años, algunos connotados investigadores como Morley, fijan un período formativo desde el 353 a. C., otros piensan que debió ser mucho antes.

Algunos investigadores creen que el período formativo debe fijarse hasta 1500 ó 2000 a. C.

Lo cierto es que los mayas ya contaban con un sistema de numeración perfecto, posicional y con el elemento cero, 300 años a.C., casi 1000 años antes de la invención del cero en la India. Su invención se pierde en la oscuridad del tiempo. Algunos investigadores creen que no lo inventaron ellos sin lo tomaron de otra gran civilización la Olmeca, sin embargo, se han hallado vestigios de edificaciones (en Abaj Takalik) y fechas mayas anteriores a las fechas fijadas en las construcciones Olmecas. No se puede hacer, por ahora, una afirmación categórica, por lo que se debe quizás esperar la luz de otros descubrimientos.

Los mayas también hicieron uso de un "tablero" de cálculo para hacer sus cuentas con enormes cantidades, al respecto Fray Diego de Landa escribió en su Relación de las Cosas de Yucatán:

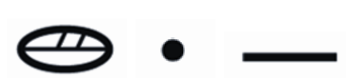
"Qué su contar es de 5 en 5 hasta 20, de 20 en 20 hasta 100, de 100 en 100 hasta 400, y de 400 en 400 hasta 8,000: y de esta cuenta se servían mucho para la contratación del cacao. Tienen otras cuentas muy largas y que las extienden ad infinitud contando 8 mil 20 veces, que son 160 mil. Y tornando a 20, duplican estas 160 mil, y después de irlo así duplicando hasta que hacen un incontable número, cuentan en el suelo o cosa llana."

Indudablemente sus cuentas en el suelo las hacían utilizando granos de maíz sobre un tablero previamente dibujando las posiciones correspondientes. En los diccionarios antiguos del idioma Kaqchikel aparece la palabra ajiläy ixim que literalmente significa, el que cuenta el maíz o el experto calculador que usa granos de maíz. En la actualidad los ajq'ija' o sacerdotes mayas, utilizan granos de frijoles rojos en sus cálculos generalmente sobre una mesa para realizar sus vaticinios, estos procedimientos forman parte de una teoría matemática totalmente diferente a cualquier concepto matemático aceptado por la matemática universal. Para adentrase a este campo de conocimiento es necesario mucha preparación intelectual así como espiritual.

c. Numeración Vigesimal Maya

El sistema de numeración maya vigesimal, está inspirado en la unidad de la persona, pues la base constituye sus extremidades inferiores y superiores. Cinco dedos de cada mano y cinco de cada pie. El término dado en idioma maya al número veinte (20) es jun may, de igual manera se le llama a una persona jun may, es decir una persona completa, una persona de veinte.

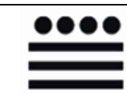
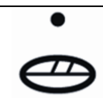
Se le denomina sistema vigesimal porque su base es 20, lo que significa que el valor relativo de cada cifra es el producto de la cifra por la potencia de base 20. Teóricamente son necesarias 20 cifras diferentes para la representación de las cantidades, pero otra hazaña de los mayas fue simplificar su sistema utilizando únicamente tres símbolos:



Cero Uno Cinco

La combinación de puntos y barras expresan los primeros 19 números naturales. Una barra y un punto arriba significan seis, dos barras diez, dos barras y un punto once, hasta completar la serie.

Las cifras que representan los primeros veinte números son sus nombres en Q’eqchi’, son los siguientes:

				
Maak’a’ Cero	Jun Uno	Kiib’ Dos	Oxib’ Tres	Kaahib’ Cuatro
				
Oob’ Cinco	Waqib’ Seis	Wuqub’ Siete	Waqxaqib’ Ocho	B’eleeb’ Nueve
				
Lajeeb’ Diez	Junlaju Once	Kab’alju Doce	Oxlaju Trece	Kaakaju Catorce
				
O’laju Quince	Waqlaju Dieciséis	Wuqlaju Diecisiete	Wqxaqlaju Dieciocho	B’eleelaju Diecinueve
				
		Jun k’aal Veinte		

Algunos investigadores denominan al cero wa’ix, otros le denominan nik’; presentando argumentos válidos e interesantes. En q’eqchi’ se define el cero como: maak’a’ traducido literalmente significa, “que no hay”.

Consideremos la siguiente tabla con las potencias de 20, tal como analizamos los sistemas de numeración decimal.

Jun k’ala’	20^4	160,000
Jun ch’uy	20^3	8,000
Jun o’q’ob’	20^2	400
Jun k’aal	20^1	20
Jun	20^0	1

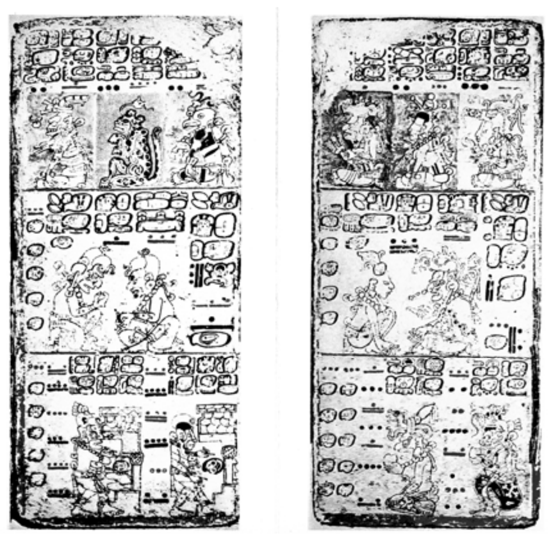
Reglas para la escritura de los numerales

El cero  se puede escribir en cualquiera de las posiciones, indicando la ausencia de cantidad en esa posición.

El punto • se puede escribir en cualquiera de las posiciones, solamente es posible escribir el punto hasta cuatro veces en un mismo nivel de orden, cinco puntos se transforman en una barra.

La barra —— solamente es posible escribirla tres veces en un mismo nivel de orden, cuatro barras se transforman en un punto en la posición inmediata superior.

Los antiguos mayas escribían sus números en forma vertical pero también lo hacían en forma horizontal, podemos ver algunos ejemplos de numeración antigua escritos en el Códice de Dresde y sobre estelas de piedra.



Páginas 8 y 9. Códice de Dresde.
Fondo de Cultura Económica (1983)

La serie de números para cifras mayores en q'eqchi' es el siguiente:

Veintenas	Cuatrocientenas	Ocho millares
Jun k'aal 20	Jun o'q'ob' 400	Jun chuy 8,000
Ka'k'aal 40	Kiib' o'q'ob' 800	Kiib' chuy 16,000
Oxk'aal 60	Oxib' o'q'ob' 1,200	Oxib' chuy 24,000
Kaak'aal 80	Kaahib' o'q'ob' 1,600	Kaahib' chuy 36,000
O'k'aal 100	Oob' o'q'ob' 2,000	Oob' chuy 40,000

3.2 Síntesis de los resultados

En cuanto a los datos obtenidos por medio de la entrevista directa tenemos:

1. Números cardinales

0 maak'a'	1 Jun	2 kiib'	3 oxib'	4 kaahib'
5 oob'	6 waqib'	7 wuqub'	8 wajxaquib'	9 b'eleeb'
10 lajeeb'	11 junlaju	12 kab'laju	13 oxlaju	14 kaalaju
15 o'laju	16 waqlaju	17 wuqlaju	18 wqxaqlaju	19 b'eleelaju
20 junk'aal	40 ka'k'aal	60 oxk'aal	80 kaak'aal	100 o'k'aal
120 waqk'aal	140 wuqk'aal	160 waqxaq k'aal	180 b'eleek'aal	200 lajeek'aal
220 junlajuk'aal	240 kab'laju k'aal	260 oxlaju k'aal	280 kaalaju k'aal	300 o'laju k'aal
320 Waqlaju k'aal	340 wuqlaju k'aal	360 waqxaqlaju k'aal	380 b'eleelaju k'aal	400 jun o'q'ob'

2. Números ordinales

1° xb'een	2° xkab'	3° rox	4° xka	5° ro'
Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto
6° xwaq	7° xwuq	8° xwajwaq	9° wb'ele	10° xlaje
Sexto	Séptimo	Octavo	Noveno	Décimo
20° xjumayil				
Vigésimo				

3. Operaciones aritméticas

Nombre	**Traducción literal**	**Traducción semántica**
Ch'utub'ank	Remolino en el río, que une las cosas	Suma
Jeb'ok	Raya que parte el espacio o el cielo "choxa"	Resta
Puktasink	Producción, puntos cósmicos	Multiplicación
Puk'ink	Viento que reparte el oxígeno	División

4. Fracciones

Nombre	Traducción
Jun jachal	Un medio
Un toqol	Un trozo
Jun ch'uyul	Un pedazo
Jun b'as xkab'	Uno y medio
Jun b'as	Media cuerda
Jun toqol ba's	Cuarto de una cuerda
Jun na'aj kab'l	Un espacio de casa

5. Localización de espacios u objetos

Nombre	Traducción semántica
Sa', se'	En, adentro, dentro, a, al
Tzoltzook	En orden, ordenado
Tzolob'ank	En filas, ordenado
Oksink	Entrar
Xyanq	Entre
Tuqtu	Nivelado
Xaqan	Parado
Ye'yook	Largo
Rindo	Estirado
Xuk, b'alam	A la vuelta

6. Localizar un lugar o un hecho

Nombre	Traducción semántica
Najterq'e kutan	Hace mucho tiempo
Xxaqlatzull	Entre cerros
Tzuul	En el cerro
Sakiche'	En la montaña
Najter, mayer, junxil	Hace tiempo, antes

7. Localizar objetos o cosas inmateriales

Nombre	Traducción semántica
Cha'cho	Espacio o regado
Payab'il	Inmortal
Nach'	Cerca
Najt	Lejos, lejano

8. Figuras geométricas

Nombre	Traducción semántica
Kaaxxakuut	Cuadrado
Kotko	Círculo
Bolb’o	Cilindro
Q’otox	Ondulado
Ka’xxik	Rombo
Oxxukuut	Triangulo
Kelko roq	Rectángulo
Teeto/tiika	Recto/abierto
Ch’aach’o	Abierto
Lek’lo	Garabato
Salso	Inclinado
Xaqxo	Vertical
Jiljo	horizontal

9. Unidades de medida

Nombre	Traducción semántica
Jun moqoj	Una brazada
Jun k’utub’	Una cuarta
Jun k’ojok	Un puño
Jun miin	Un dedo
Jun yokb’	Un paso
Jun k’aam	Una cuerda
Jun b’as	Media cuerda
Jun toqol b’as	La cuarta parte de una cuerda
Jun q’aal	Un manojo
Jun leek	Una mancuerna
Jun b’ool	Un rollo
Jun kutan	Un día
Jun waleb’	Medio día
Jun q’ojyin	Una noche
Jun k’amal	Un momento
Jun hoonal	Una hora
Jun k’asal	Un minuto
Jun mitz’il	Un segundo
Anaqwan	Hoy
Hulaj	Mañana
Mooch’	Mano (para maíz)
Jun joom	Un guacal
Jun chakach	Una canasta

Jun kukb’	Una tinaja
Jun uk’al	Una olla
Jun cheet	Un manojo
Jun tz’upul	Una micra

10. Agrupamiento de las cosas

Nombre	**Traducción semántica**
Iiq	Carga
Juuk	Ensarta
Seel	Tecomate
Kuut	Racimo
Taas	Penca
Leek	Mancuerna
Chimans	Trenza
Chakach	Canasta
Kukb’	Tinaja
Champa	Un matate
Chi joob’	Por manojo
Chi cheet	Por manojo
Chi soq’	Por red
Chi mooch’	Por mano
Chi moqoj	Por brazada
Chi tz’uqul	Por gota
Chi joom	Por guacal
Chi b’otol	Por rollo
Chi keel	Por tiras
Chi yokb’	Por pasos
Chi q’aal	Por manojo
Chi tuub’	Por montón
Chi k’ux oq	Un tobillo
Chi tz’upul	Por micra
Chi miin	Por dedo
Chi k’utub’	Por cuarta
Jun xaqar	Una altura de hombre
Jun klaam	Una cuerda

En cuanto a los resultados obtenidos de las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, principalmente en actividades agrícolas, de construcción, comercio y dentro de la casa.

Elemento a observar	**Objetivo de la observación**	**Observación directa**	**Comentario de la observación**
Forma de contar las cosas	Visualizar los cinco principios de contar: Inyectividad, orden estable, cardinalidad, irrevelevancia del orden y abstracción.	La observación se realizó dentro del hogar al momento de contar el número de costales llenos de mazorcas que se habían tapiscado durante el fin de semana. Pude observar que se utilizar las personas mayores cuentan de uno en uno (junqalil) en q'eqchi', y se observa claramente los cinco principios de contar, principalmente el de la inyectividad e irrelevancia del orden, dado que se cuenta pasando de un lugar a otro, los contados y el grupo por contar, luego para asegurase se vuelve a contar no importando el orden en que se tomen los sacos en la segunda contada.	Algo importante es que los niños o jóvenes les gusta contar de dos en dos, por lo que si son números pequeños utilizan el q'eqchi', pero si sobrepasa el veinte, empiezan a contar en castellano.
Forma de contar verbal-mente	Uso oral de los números y presencia del sistema vigesimal.	Al momento de contar en q'eqchi', se evidencia claramente el uso del sistema vigesimal, ya que van agrupando de veinte en veinte los objetos contados, además que el sistema de referencia es distinto, se cuenta hasta el número veinte (jun … junk'aal) luego el veintiuno se dice jun xka'k'aal (ka'k'aal es cuarenta), por lo que significa uno para la segunda veintena (cuarenta), kiib' xka'aal, dos para segunda veintena (cuarenta), semánticamente veintidós. Esto nos muestra que el sistema vigesimal sigue presente en la mentalidad y organización del conteo de la población q'eqchi'.	Cuando le pregunté a las personas mayores hasta que número podían contar, la mayoría me aseguró que podían hasta 400, pero en la práctica únicamente los escuché hasta 40.
Localiza-ción de los objetos, lugares y hechos.	Uso de los principales conceptos para localizar objetos, lugares, sucesos, etc.	Los principales términos utilizados para referirse a la localización en las conversaciones fueron: Nach' (cerca) Najt (lejos, lejano) Chi rub'el (debajo) Taqe'k (subido encima)	Estos términos son comúnmente utilizados cuando se refieren a objetos o sucesos, pero también cuando se refieren a los espíritus de la montaña.

		Xkaaq (un lado) Junpacal (de otro lado) Xipxo, salso (de lado) Arin (de este lado) Chi rix (detrás) Chi ru' (enfrente) Chi sa' (adentro) Chirix (afuera) Tzuul (en el cerro) Sakiche' (en la montaña) Najter, mayer, junxil (hace tiempo, antes)	
Conversa ciones y explica-ciones.	Uso de los principales conectores lógicos (de vinculación, paráfrasis, causalidad, oposición e hipótesis).	Al escuchar y presenciar las explicaciones que cada persona da al momento de discutir un tema, los principales conectores utilizados son: Xb'aan (por) Xmaak (por culpa de, causa de) B'ayatq (por poco, poco a poco) Xb'aan naq (porque) Patz'ok (preguntar) Chalen (desde, siempre) Moqon (después, en el futuro) Yehok (decir) Juntaq'eetink (comparar) Chaqi ch'och' (diferente) Jalan (otro diferente) B'alaq' (engaño) Ch'olob'ank (explicar)	Estos elementos fueron bastantes difíciles de encontrar, dado que muchas veces y al hablar rápidamente se omiten los conectores.
Constr.-cciones, instrumen tos y organiza ción del espacio a nivel comunita rio.	Presencia de diseño de instrumentos, construcciones y relaciones de tamaño, forma, etc.	Estos términos y objetos los pude conocer mediante la participación en la construcción de un rancho para el uso comunitario, construido por un grupo de señores: Eeb' (escalera de tronco) Pikonel (escabador) Mesul, mesleb' (escoba de hojas) Hux (piedra de afilar) Isincho'och' (saca tierra) Oqech (horcón) Saqch'e (tijera de techa en casa de paja) Tz'amb'a (viga o tendal) K'ixch'ich (rastrillo) Kab'lak (construir casa) Rochochil (casa) Kuaribal (cuarto) Atib'aal (baño)	Algo muy importante durante el proceso de construcción fue que la toma de decisiones estuvo a cargo de las personas mayores y no tanto de los jóvenes.

Conversaciones y descripción de las medidas utilizadas en el trabajo, la casa o el mercado	Uso de los conceptos utilizados para medir longitud, tiempo, capacidad y agrupamiento.	Al momento de conversar, el uso de las medidas del tiempo son las más comunes, además se utiliza la referencia de tiempo para referirse a distancia (por ejemplo a una hora de camino, a media hora en carro): Julaj (mañana) Najt kutank (tarde) Eq'laak, eq'ela, q'ela (temprano) Tiik (recto) Najeroc (largo) Najtil (distancia) Najt (lejos) Tup (corto) Nim (grande) Cachón (pequeño) K'au (duro) Q'un (suave) Lemtz' (brillante) Us (bueno) Moyk, mumuru (oscuro)	Salieron algunas otras formas de medir, pero que ya se habían colocado en el primer instrumento.

3.3 Análisis de los resultados

Como nos podemos dar cuenta el sistema vigesimal inventado por los mayas prehispánicos sigue presente en el pensamiento matemático de las poblaciones descendientes mayas, en este caso de la rama lingüística q'eqchi'. A continuación se realizará un análisis comparativo con la matemática kaxlan sobre cada una de las prácticas consideradas para el estudio:

Contar

Como nos dimos cuenta existe todo un sistema estructurado (vigesimal) para el proceso de contar, el cual se ha mantenido vivo desde la época prehispánica, de forma oral dado que se ha perdido la forma escrito a través de puntos y rayas. Pero de forma oral se sigue manteniendo con algunas variantes respecto a la numeración occidental, las principales variantes que encontramos son:

1. Existen números distintos del 1 al 10, luego se vuelven a utilizar con la terminación laja (10) del 11 al 19. El veinte es distinto (jun k'aal).
2. A partir del veinte se empieza a contar respecto al 40, es decir "uno para cuarenta", "dos para cuarenta", etc., hasta el 60 y así sucesivamente utilizando la terminación k'aal hasta el cuatrocientos que se cambia de terminación a o'qo'b.
3. Al decir "uno para cuarenta" se hace una combinación de números cardinales con ordinales ya que se dice jun xkak'aal que significa segunda veintena, es decir cuarenta. Por lo que siempre se habla de tercera veintena (60), sexta veintena (120), etc.
4. El número veinte se dice de dos formas jun k'aal que es una veintena, o jun may que significa una persona completa, esta segunda forma se usa de forma más espiritual y sagrada.

Respecto a los cinco principios de la actividad contar, también se visualizan en la matemática maya por lo tenemos:

Inyectividad: Cuando están contando cualquier objeto los números utilizados (jun, kiib, oxib, etc.) corresponden a un solo objeto, no se utiliza el mismo número para referirse a dos objeto del mismo grupo que se esté contando.

Orden estable: Al contar el orden siembre se mantiene jun, kiib, oxib, etc. hasta llegar a veinte, llamado jun k'aal, luego sigue el mismo orden utilizado hasta llegar a cuatrocientos, llamado jun o'q'ob', así sucesivamente etc.

Cardinalidad: Siempre al momento de contar un conjunto de cosas, por ejemplo mazorcas, el último número corresponde al conjunto de los elementos contados, y se va agrupando en veintenas u otras formas de agruparlos según los objetos.

Irrelevancia del orden: Cuando se cuentan los objetos, muchas veces se vuelven a contar para asegurarse de que esta correcto el conteo, el mismo conjunto puede ser contado de diversas maneras, cambiando el orden en que se contaron anteriormente. Es decir no es necesario contar los objetos de la misma manera en que fueron contados la primera vez, se pueden contar en otro orden cada objeto.

Abstracción: Los números mayas son abstractos, es decir que al contar no se hace referencia al objeto, es decir no importa qué se este contando, los números son utilizados independientemente de los objetos.

Los pobladores q'eqchi' de La Unión y Santa Isabel, demostraron la capacidad de contar hasta el número 400, en la práctica muchas veces solamente se cuenta hasta el 40 pero la lógica puede seguir hasta el infinito, aunque solamente se conoce palabras para referirse a 20 (k'aal), 400 (o'q'o'b), 8,000 (chuy).

Localizar

Como se mencionaba anteriormente la localización se puede diferencia según distintos niveles de localización del espacio, los cuales son:

1. Espacio físico o espacio de objetos.
2. Espacio socio-geográfico.
3. Espacio cosmológico.

En la cultura q'eqchi' se hace uso de los distintos niveles del espacio, pero su diferenciación no le es importante, dado que los objetos, los pueblos o los seres espirituales pueden localizarse de cualquier forma. Los términos son muy similares a los utilizados en castellano, con la algunas diferencias en el uso, dado que para localizar los lugares lejanos la mayoría de veces se utiliza el tiempo, por ejemplo a tres días de camino, a una hora en lancha, etc., además también el uso de los accidentes geográficos, por ejemplo detrás del cerro, al otro lado del río, etc.

Además a nivel cosmológico entre los puntos cardinales, dado que sirven de referencia para comprender la naturaleza y el cosmos, los cuales son:

1. Releb'aal iq' (norte)
2. Rokeb' iq' (sur)
3. Releb'aal saq'e (oriente)
4. Rokeb'l saq'e (poniene)

El uso de los puntos cardinales son restringidos para darle una connotación cosmogónicas a las oraciones, estos términos son mayormente usados en la ceremonias y otros rituales sagrados. Términos que en castellano pierden significación.

Explicar

Según Bishop la mejor forma de encontrar los términos utilizados para dar explicaciones, es a través del uso de las distintas clases de conectores lógicos, los cuales son:

1. De vinculación (por lo tanto, así como),
2. Paráfrasis (igual, de manera similar),
3. Causalidad (siempre que, entonces, con el fin de, dado que),
4. De oposición (sin embargo, aunque, mientras que),
5. De restricción, y
6. De hipótesis.

En la cultura q'eqchi' se puede evidenciar el poco uso de los conectores lógicos, los principales son: xb'aan (por), xmaak (por culpa de, causa de), xb'aan naq (porque), chalen (desde, siempre) y moqon (después, en el futuro). Como podemos darnos cuenta es muy limitado este uso y en muchas veces se hace uso de su traducción al castellano, esto también sucede en otros idiomas mayas.

Algo que si es característico de la cultura maya y que en occidente se ha ido perdiendo, es la importancia de las explicaciones dadas por los ancianos y las personas mayores, ya que estas explicaciones son consideradas con un fuerte contenido de espiritualidad y sabiduría. Por lo que cuando sucede algo siempre se busca el consejo o explicación de los ancianos o las personas mayores.

Diseñar

Durante la experiencia de construcción de un rancho con fines comunitarios, por lo que se contó con el apoyo de varios señores y jóvenes de la comunidad, pude reconocer una serie de herramientas que son utilizadas en el contexto en que viven, por ejemplo para atravesar los cercos es muy colocar un tronco de cada lado cortado de tal forma que sirve de escalera (eeb'), otra herramienta se hace cortando en cuatro la punta de un tronco, luego amarrando la base de los cortes con un plástico o lazo, le llaman isincho'och' (saca tierra), el cual lo utilizan para sacar tierra de un agujero y que la mano ya no llega al fondo.

Respecto al diseño de las casas o ranchos, todos tienen la misma estructura y el mismo, independientemente que lo utilicen de cocina, habitación u salón para reuniones. Se hace de madera, estructura de troncos, tablas como paredes y techo de hojas.

Medir

Respecto a la práctica de medir, es dónde más se pudo evidenciar, términos y unidades de medida, la mayoría están relacionadas con el cuerpo humano, fenómenos naturales, el trabajo agrícola, y los objetos que se tengan al alcance. Aquí existe una diferencia sustancial con el sistema de medida occidental, el cual está estandarizado en metros, kilogramos o libras y segundos.

Por ejemplo entre las principales medidas relacionadas con el cuerpo tenemos: Un dedo, una cuarta, una brazada, el alto de una persona, un paso, etc.; los relacionados los fenómenos naturales son: un día, una mañana de trabajo, una día de trabajo, dos días de distancia, etc.; las relacionadas con las actividades agrícolas tenemos: una cuerda, un jornal, una caballeriza, etc.; y por último las utilizadas a partir de los objetos que se tienen al alcance: un costal, un guacal, una canasta, una red, etc.

Conclusiones

Previamente a plantear las conclusiones es importante aclarar que este estudio es una aproximación descriptiva a las matemáticas mayas y no se ahonda en las diferencias estructurales de las lógicas de cada matemática, ni tampoco de sus orígenes, solamente se compararon sus aspectos generales y los conceptos utilizados en la práctica cotidiana del uso de la matemática. Por lo que como conclusiones generales del estudio tenemos:

1. La antropología como ciencia social y cultural no se ha ocupado del estudio sistemático de la matemática como fenómeno cultural universal, ni criticado el carácter universal que se ha dado a la matemática occidental.

2. En la actualidad sigue vigente el sistema vigesimal inventado por la cultura maya ancestral, heredada de generación en generación por la vía oral, hasta las poblaciones mayas actuales, en particular de este estudio, el pueblo maya q'eqchi' ubicado al norte de Guatemala.

3. La matemática maya q'eqchi' presenta un sistema completo y complejo de pensamiento matemático, expresado en las cinco prácticas estudiadas (contar, localizar, explicar, diseñar y medir).

4. Existen diferencias sustanciales entre la matemática maya q'eqchi' y la occidental (kaxlan) en cada una de las prácticas analizadas, haciéndose más evidentes en la práctica de contar y medir.

5. El carácter sagrado que está inmerso en cada una de las prácticas matemáticas es una característica fundamental de la matemática maya, a diferencia de la occidental que tiene como objetivo la descripción "objetiva" de la realidad.

Recomendaciones

Como recomendaciones generales del estudio tenemos:

1. Dado que la antropología es una ciencia social y cultural, debe empezar a ocuparse del estudio de las ciencias en general, como fenómenos culturales presentes en todas las culturas, debe intentar criticar las concepciones erróneas de que el desarrollo científico de la humanidad debe quedar en manos de una sola cultura, sin tomar en cuenta concepciones científicas de otras culturas que pueden ayudar a llenar los vacíos que la ciencia occidental no a podido explicar, incluyendo las matemáticas.

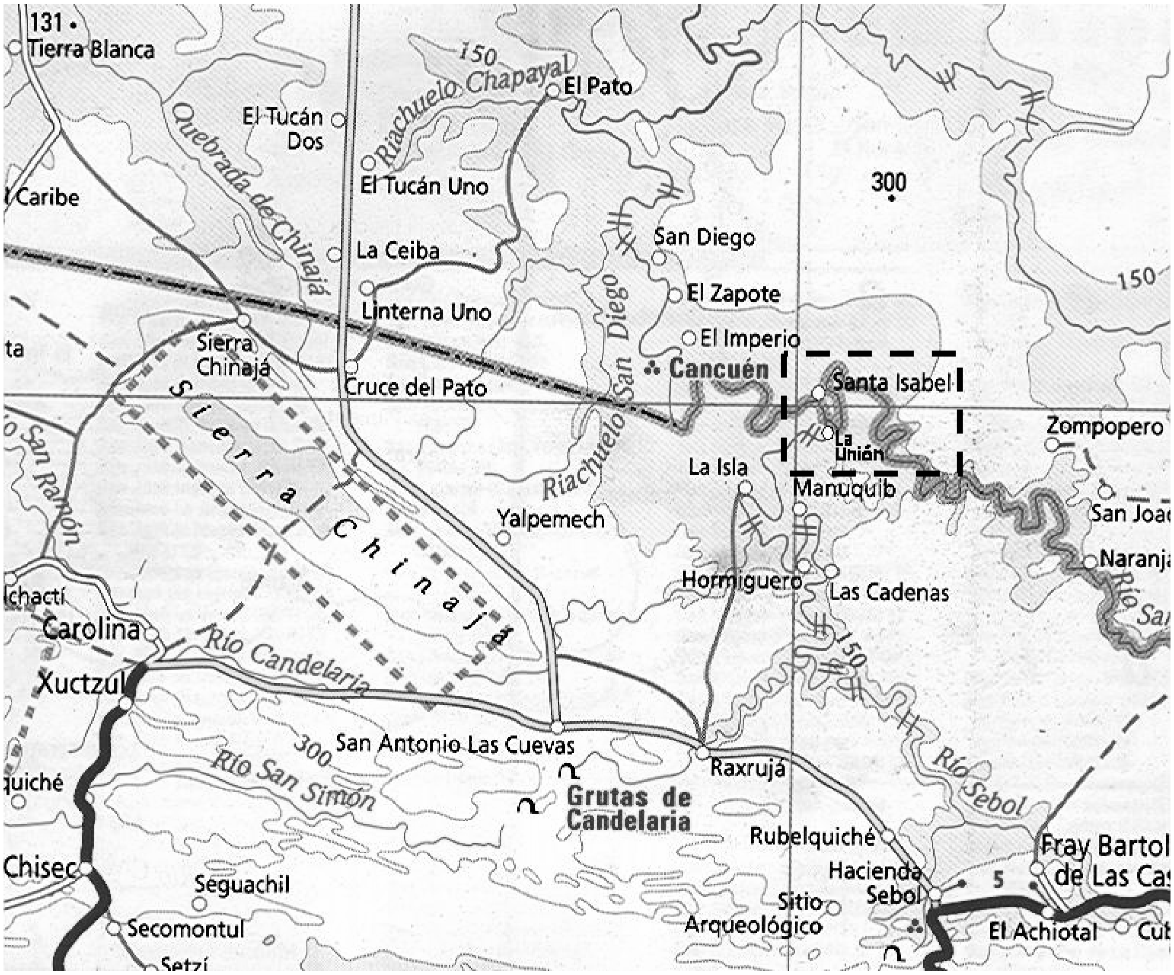
2. Dada la vigencia del sistema vigesimal en el pensamiento matemático maya q'eqchi', es muy importante el estudio y sistematización de este sistema para seguir utilizando en los contextos locales pero también a nivel nacional.

3. Constatada las fortalezas y debilidades de las prácticas matemáticas tanto occidental como la maya q'eqchi', es importante seguir los estudios relacionados para incorporar los elementos ausentes de forma sistemática y contextualizada para el desarrollo cultural y científico de cada una de las culturas.

Anexos

Anexo 1

Ubicación geográfica de Santa Isabel y La Unión



Escala 1: 500,000

Anexo 2
Actividades agrícolas anuales

Actividad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Maíz		Aporreo	Roza	Roza Quema	Siembra	Limpia Uso de herbicida		Elotes		Tapizca		
Maíz (segunda)	Limpia		Tapizca					Venta		Roza	Siembra	Siembra de fríjol abono
Fríjol	Limpia		Cosecha				Venta		Siembra	Limpia		Siembra
Achiote			Se recolecta y aporrea	Venta	Siembra	Limpia →						
Chile						Asolear y secar		Venta	Siembra	Limpia	Siembra	Limpia
Varios						Recolecta de yuca, macal, piña, camote y yame.						
Trabajo	Trabajo en fincas		Trabajo de excavación arqueológica					Trabajo en fincas				

Anexo 3
Entrevista Directa

1. ¿Conoce usted los números? ¿Cuáles son?

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

2. ¿Conoce usted los números que son usados para ordenar?

1º	2º	3º	4º	5º
6º	7º	8º	9º	10º
20º				

3. ¿Conoce las operaciones matemáticas?

Nombre	Traducción literal	Traducción semántica

4. ¿Conoce los términos utilizados para fraccionar?

Nombre	Traducción semántica

5. ¿Qué palabras utiliza para localizar un objeto?

Nombre	Traducción semántica

6. ¿Qué palabras utiliza para localizar un lugar?

Nombre	Traducción semántica

7. ¿Qué palabras utiliza para localizar a las cosas inmateriales?

Nombre	Traducción semántica

8. ¿Qué figuras geométricas conoce y usa?

Nombre	Traducción semántica

9. ¿Qué unidades de medida conoce y usa en su trabajo, casa y mercado?

Nombre	Traducción semántica

10. ¿Cómo junta o agrupa las cosas para ordenarlas?

Nombre	Traducción semántica

Anexo 4
Guía de observación

Lugar:____________________________Fecha:_____________

Elemento a observar	**Objetivo de la observación**	**Observación directa**	**Comentario de la observación**
Forma de contar las cosas	Visualizar los cinco principios de contar (inyectividad, orden estable, cardinalidad, irrevelevancia del orden y abstracción.)		
Forma de contar verbalmente	Uso oral de los números y presencia del sistema vigesimal.		

Elemento a observar	**Objetivo de la observación**	**Observación directa**	**Comentario de la observación**
Localización de los objetos, lugares y hechos.	Uso de los principales conceptos para localizar objetos, lugares, sucesos, etc.		
Conversaciones y explicaciones.	Uso de los principales conectores lógicos (de vinculación, paráfrasis, causalidad, oposición e hipótesis).		

Elemento a observar	Objetivo de la observación	Observación directa	Comentario de la observación
Construcciones, instrumentos y organización del espacio a nivel comunitario.	Presencia de diseño de instrumentos, construcciones y relaciones de tamaño, forma, etc.		
Conversaciones y descripción de las medidas utilizadas en el trabajo, la casa o el mercado.	Uso de los conceptos utilizados para medir longitud, tiempo, capacidad y agrupamiento.		

Bibliografía

Academia de Lenguas Mayas de Guatemala. Xtusulal Aatin sa' q'eqchi'. Vocabulario Q'eqchi'. Guatemala, 2004.

Alarcón Viudes, Víctor Manuel. Antropología de los números y la matemática: un enfoque filosófico**.** Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas (SEHCYT) España, 2004.

Arrivillaga, Alfonso; Curuchiche, German. Informe de consultoría: Área cultural de la Reforma Educativa. Guatemala, 1998.

Bishop, Alan. Enculturación matemática: la educación matemática desde la perspectiva cultural. Paidos. Argentina, 1988.

Códice de Dresde. Fondo de Cultura Económica, México, 1983.

COPARE. Diseño de Reforma Educativa. Guatemala, 1998.

Crump, Thomas. Antropología de los números. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

D'Ambrosio, U. Educación, Matemáticas y el futuro, Epsilon 38. 1987.

D'Ambrosio, U. Etnomatemáticas: Un Programa de Investigación en la Historia de las Ideas y en la Cognición. Boletín del grupo internacional de estudios sobre etnomatemática (ISGEm). 4 (1988), Edición electrónica.

Dary, Claudia. Historia del mestizaje. Identidad 17, Guatemala, 1995.

DIGEBI. Educación para el mundo maya. Ajlank sa' q'eqchi' sistemación de numeración maya q'eqchi' y arabico. Guatemala, 1996.

Durkeim, Emile. Las formas elementales de la vida religiosa. 1912.

Flores García, Lorenza. "La aritmética maya a través de su lenguaje". XLI Congreso Internacional de Americanista, México: Escuela Nacional de Antropología e Historia. México 1974.

Garcés Contreras, Guillermo. Pensamiento Matemático y Astronómico en el México Precolombino. México 1982.

García, David. Informes del proyecto de desarrollo comunitario del proyecto arqueológico Cancuen. Guatemala, 2001, 2002 y 2003.

Hardy G. H. A Mathematician's Apology. Londres, 1941. citado por White en El locus de la realidad matemática, 1985.

Lara, Celso. Guatemala multicultural. Fascículo 9. Guatemala, 2001.

Martínez Paredes, Domingo. El Popol Vuh tiene razón. Teoría sobre la cosmogonía preamericana. Editorial Orión. México, 1976.

Mead, G. H. Espíritu, Persona y Sociedad. Paidós. Barcelona, 1982.

Mumford, Lewis. Técnica y Civilización, 2 vls. Altaya. Barcelona, 1998.

Noj, Marío Ruben. Aprendamos a escribir los números mayas. Nojib'sa. Guatemala, 2003.

Parra Sánchez, Aldo Iván. Acercamiento a la Etnomatemática. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Colombia 2003.

Patal Mactzul, Juan. Ajiläy ixim. El contador de los granos de maíz. Promem UNESCO, Guatemala, 1998.

Roncal, Federico; Guorón, Pedro. Culturas e idiomas de Guatemala. Ministerio de Educación. Guatemala, 2002.

Salazar Tetzagüic, Manuel. Culturas e interculturalidad en Guatemala. Universidad Rafael Landivar. Guatemala, 2001.

Toulmin, S.E. Los usos de la argumentación. Les usages de l'argumentation. París, 1993.

White, Leslie. "El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica" p. 296, vl. 6. En: James R. Newman: *Sigma: el mundo de la matemática*. 6 vls. Grijalbo. Barcelona, 1985.

White, Leslie. The evolution of culture. New York: McGraw-Hill, 1959.