



**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA FORMULACIÓN DE DIDÁCTICA  
MATEMÁTICA MULTIPARAMETRAL  
A PARTIR DE LOS SABERES MATEMÁTICOS INCAS Y SIKUANIS EN UNA  
PERSPECTIVA INTERCULTURAL**

**Directora**

**Claudia Vélez De la Calle PhD.**

Línea Educación, Derechos Humanos, Política y Ciudadanía

**Vianney Rocío Díaz Pérez**

**Universidad Santo Tomás**

**Facultad de Educación**

**Doctorado en Educación**

**Bogotá, D.C. 2019**

## Tabla de contenido

<b>Tabla de contenido</b> .....	2
<b>Dedicatoria</b> .....	5
<b>Agradecimiento</b> .....	6
<b>Lista de tablas</b> .....	7
<b>Lista de figuras</b> .....	8
<b>Resumen</b> .....	9
<b>Palabras clave</b> .....	10
<b>Introducción</b> .....	11
<b>1. Problema</b> .....	18
<b>1.1. Delimitación del problema</b> .....	18
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	22
<b>1.3. Pregunta de investigación</b> .....	31
<b>1.4. Objetivos</b> .....	32
<b>1.4.1. Objetivo general</b> .....	32
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b> .....	32
<b>1.5. Justificación</b> .....	33
<b>2. Estado del arte</b> .....	35
<b>2.1. Saberes ancestrales Incas</b> .....	35
<b>2.2. Saberes ancestrales Sikuani</b> .....	51
<b>2.3. Tendencias investigativas evidenciadas</b> .....	61
<b>2.4. Vacíos de las investigaciones</b> .....	66
<b>3. Marco categorial</b> .....	69
<b>3.1. Culturas inca y Sikuani</b> .....	70
<b>3.1.1. Cosmovisión Inca</b> .....	70
<b>3.1.2. Cosmovisión Sikuani</b> .....	84
<b>3.2. Saberes matemáticos ancestrales</b> .....	89
<b>3.3. Didácticas otras - didácticas no parametrales</b> .....	95
<b>3.3.1. Didáctica de las matemáticas</b> .....	95
<b>3.3.2. Socioepistemología de las matemáticas</b> .....	98
<b>3.3.3. Teoría Antropológica de lo Didáctico</b> .....	103

3.3.4.	Didácticas otras.....	106
3.4.	Interculturalidad y el proyecto decolonial en la educación.....	110
3.4.1.	Decolonización de la enseñanza.....	110
3.4.2.	Pedagogías y didácticas ancestrales.....	121
4.	Metodología.....	128
4.1.	Paradigma: cualitativo.....	128
4.2.	Enfoque: hermenéutica pluritópica.....	129
4.3.	Tipo de estudio: casos etnográficos.....	132
4.4.	Población y muestra.....	133
4.4.1.	La población Sikuani:.....	134
4.4.2.	Los expertos de saberes matemáticos Incas:.....	135
4.5.	Técnicas e instrumentos.....	136
4.5.1.	Desarrollo de los objetivos específicos con los instrumentos.....	139
4.5.2.	Entrevista a profundidad con expertos Incas.....	141
4.5.3.	Entrevista semiestructurada a Sikuanis.....	143
4.5.4.	Análisis documental.....	148
5.	Análisis de la información.....	154
5.1.	Análisis entrevistas expertos Incaicos.....	154
5.2.	Análisis entrevistas actores Incas y Sikuanis.....	161
6.	Situaciones problemáticas, representaciones y concepciones de matematización Incas.....	169
6.1.	Las matemáticas Incaicas dentro de la oralidad y el uso de los instrumentos matemáticos 169	
6.2.	<i>Quipus del Tawantinsuyu</i> .....	180
6.2.1.	<i>Quipu</i> y el cero.....	190
6.2.2.	Sistemas de numeración <i>quipus</i> .....	195
6.2.3.	Las <i>colcas</i> y <i>quipus</i> .....	198
6.3.	Ingeniería Incaica: <i>puquios</i> , infraestructura hídrica y sistemas de drenaje Incaicos.....	201
6.3.1.	Andenes: construcción de una ciudadela en un terreno inestable y con gran intensidad de precipitaciones y acumulación de agua en el subsuelo.....	203
6.4.	Concepciones numéricas: relaciones geométricas y numéricas en la cosmovisión Incaica 206	
6.5.	Concepciones tiempo y espacio: desde la cosmovisión Incaica a través de las observaciones astronómicas.....	211

6.5.1.	Calendario. ....	215
6.5.2.	Astronomía (la cibernética Inca). ....	218
6.6.	La <i>Yupana</i> .....	220
6.7.	La <i>taptana</i> .....	222
7.	Situaciones problemáticas, representaciones y concepciones de matematización Sikuni.....	225
7.1.	Calendario .....	239
7.2.	Concepciones del infinito.....	241
8.	Conclusiones .....	244
8.1.	Aportes al discurso de la didáctica de las matemáticas .....	260
8.2.	Aportes a la línea de investigación: Línea Educación, Derechos Humanos y Ciudadanías 261	
8.3.	Aportes a la formación como docente investigadora .....	262
8.4.	Preguntas abiertas de la investigación .....	263
9.	Anexos .....	264
9.1.	Consentimiento informado.....	264
9.2.	Entrevistas a expertos.....	266
9.2.1.	Entrevista Doctor Ubiritan D'Ambrosio. ....	266
9.2.2.	Entrevista María del Carmen Bonilla. ....	269
9.2.3.	Entrevista Dinna Innés Díaz Sucar. ....	279
9.3.	Entrevistas a los actores .....	283
9.3.1.	Entrevista Eduardo Bejarano (Sikuni). ....	284
9.3.2.	Entrevista Mayor Clemente Gaitán (Puerto Gaitán, Abuelo Mayor Sikuni).....	289
9.3.3.	Entrevista Neryda Arias (Valle Sagrado, Tejedora de Chincheros). ....	293
9.3.4.	Entrevista Néstor Astete.....	294
9.4.	Matrices de análisis documental.....	308
9.4.1.	Matrices del análisis documental Inca. ....	308
9.4.2.	Matrices del análisis documental Sikuni.....	402
10.	Bibliografía .....	415

## **Dedicatoria**

Mi tesis la dedico con amor a mis papitos, quienes con su sacrificio y esfuerzo me orientaron desde niña a luchar por los ideales, a empoderarme de mi vida para transformar las luchas diarias en amor para los demás.

A mi hijo Gael Sadoth, quien cada día me enseña con una sonrisa cómo no desfallecer, y a mi hermanita Iris Díaz, la mujer que me acompaña y que con cada palabra dulce me anima a continuar.

## Agradecimiento

A mi directora de tesis, la Doctora Claudia Vélez, quien siempre creyó en mi proyecto. Gracias por su escucha, sabiduría y cariño.

A la comunidad Sikuani, en especial al abuelo Clemente, quien me acogió en su casa como una hija del territorio.

A la Doctora María Cecilia Fantinato, al Doctor Ubitaran D'Ambrosio, al Doctor Néstor Astete, a la maestra María del Carmen Bonilla y la Maestra Dinna Díaz, por su gentileza y tiempo dedicado para escuchar y fortalecer este sueño.

A mi tío Ricardo Pérez, quien me acompañó en los momentos más duros y me dio su aliento y abrazo para volver a sonreír.

A mi familia y amigos por apoyarme constantemente en este camino de aprendizaje.

## Lista de tablas

Tabla 1 <i>Hechos y actores que provocaron el desplazamiento en el Vichada</i> Tabla1. <i>Hechos y actores que provocaron el desplazamiento en el Vichada</i> .....	25
Tabla 2 <i>Referentes del estado del arte</i> .....	61
Tabla 3 <i>Asentamiento y concentración de la población Sikuani</i> .....	134
Tabla 4 <i>Estructura de entrevistas a profundidad a expertos en saberes Incas</i> .....	141
Tabla 5 <i>Estructura de entrevistas semiestructuradas a Sikuani</i> .....	143
Tabla 6 <i>Guion de entrevistas por categorías, criterios y ordenadores</i> .....	146
Tabla 7 <i>Estructura de análisis documental</i> .....	148
Tabla 8 <i>Ficha de recolección y análisis documental</i> .....	149
Tabla 10 <i>Análisis entrevista al Doctor Néstor Astete</i> .....	154
Tabla 11 <i>Análisis entrevista al Mayor Eduardo Bejarano</i> .....	161
Tabla 12 <i>Categorías y artículos codificados en los quipus</i> .....	185
Tabla 13 <i>Cestería Sikuani</i> .....	227
Tabla 14 <i>Diseños Sikuani</i> .....	234

## Lista de figuras

<i>Figura 1</i> Las tensiones para problematizar.....	31
<i>Figura 2</i> Concentración Pueblo Sikuni. Grupo de investigación población Meta.....	87
<i>Figura 3</i> Quipu .....	170
<i>Figura 4</i> El calendario ecológico Sikuni - Vichada 2010 .....	239

## **Resumen**

La presente tesis doctoral desarrolla una didáctica de apropiación y comprensión de lo cultural y cotidiano, desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca a partir del análisis del pensamiento matemático de las comunidades indígenas ancestrales, con el fin de incorporarlos a la educación matemática. Estudio metodológico de paradigma cualitativo y enfoque hermenéutico-pluritópico, desde el tipo de estudio “casos etnográficos”.

Se considera que recuperar los saberes ancestrales, y con ellos la identidad colombiana y latinoamericana, contribuye a la transformación de las maneras de enseñar las matemáticas y permite desarrollar didácticas más acordes que permitan conjugar los saberes ancestrales y culturales propios con el conocimiento matemático.

## **Palabras clave**

Saberes ancestrales matemáticos Sikuani, matemáticas Incaicas, pensamiento matemático.

## **Introducción**

La presente tesis doctoral plantea una investigación que busca observar de qué manera se pueden descubrir, identificar, incorporar y aplicar los saberes ancestrales de los Inca y los Sikuani a la enseñanza de las matemáticas en nuestros colegios colombianos.

En ese proceso se busca el reconocimiento de aquellos valores ancestrales que amenazan con desaparecer, porque no se han llegado a identificar plenamente los aportes valiosos que las comunidades mencionadas tienen en su hacer.

Inicia con el capítulo del planteamiento del problema y la formulación de la hipótesis. En el segundo capítulo se revisa la literatura relativa al tema general y a sus especificidades, para dilucidar las maneras como se pueden reconocer y aplicar estos conocimientos ancestrales a la enseñanza de las matemáticas. En este capítulo se recogen también las tendencias y los vacíos en las investigaciones. En el capítulo tercero se trabaja el marco categorial, las cosmovisiones Inca y Sikuani, las didácticas otras y las didácticas no parametrales; se considera, además, la socioepistemología de las matemáticas y se analizan los aspectos didácticos de esta disciplina, desde la reflexión antropológica.

La interculturalidad y el proyecto decolonial fortalecen los aspectos de una crítica necesaria, dadas las condiciones actuales del problema y las múltiples dimensiones que buscan explorar la realidad y aportar nuevos modos de inclusión y de reconocimiento del otro, mediante prácticas auténticas que faciliten la interacción, la manera de comunicarse y la proyección de las comunidades latinoamericanas.

Esta acción de empoderar responde a las necesidades y a la conveniencia que para nuestros pueblos latinoamericanos tiene el hecho de ser reconocidos, aceptados e incluidos, y a quienes no pertenecen a los grupos ancestrales otros, a descubrir la verdadera identidad y a tomar distancia crítica frente a la hegemonía, la globalización y el Capitalismo aplastante que nos amenaza.

Es de resaltar el valor teórico de estos estudios que contribuyen a la reformulación del ser latinoamericano, en concordancia con saberes que no son importados, sino que siempre han existido en América Latina.

El tema de las cantidades, las nociones de linealidad, volumen, pesos y medidas, y la asimilación de la idea ancestral del cosmos enseñadas por nuestras comunidades pueden reducir la brecha de dificultad que experimentan los estudiantes con las prácticas inductivo-deductivas de los programas curriculares.

En ese sentido, a ese valor abductivo<sup>1</sup> de estos conocimientos se suma una competencia metodológica acertada para reducir la brecha cognitiva mencionada y se considera ampliamente en el ítem de pedagogías y prácticas ancestrales.

El capítulo cuarto trata de la metodología, la cual se explica ampliamente y cuyos resultados se triangulan al final. En el capítulo cinco se presentan el análisis de las entrevistas,

---

<sup>1</sup> La racionalidad abductiva de Peirce se engendra a partir del juego lógico de invertir los términos de un silogismo deductivo, es decir, la inferencia de un caso a partir de una regla y un resultado: la abducción aparece como una inferencia o un tipo de razonamiento. “El carácter inferencial está dado por la estructura lógica del razonamiento (silogismo) que acompaña al hecho de obtener un caso a partir de una regla y un resultado. Este caso resulta ser una creencia que es aceptada inferencialmente a partir de los conocimientos preestablecidos en las premisas (la regla y el resultado)” (Aguayo, 2011, p.33).

documentación las matemáticas, la oralidad y los instrumentos matemáticos, y se explican los avances a los cuales llegaron estos dos pueblos ancestrales. En los capítulos sexto y séptimo, se da cuenta del alcance conceptual de las situaciones problémicas, representaciones y concepciones de matematización Inca y Sikuani.

La fundamentación de la propuesta didáctica multiparametral de las matemáticas desde una perspectiva intercultural se fundamenta en el capítulo de conclusiones, en este se consolidan los aportes de la tesis a la línea de investigación, a la didáctica de las matemáticas y a la investigación, y finalmente se presentan algunos interrogantes que continúan para futuras investigaciones.

El capítulo final está constituido por los anexos, los cuales constituyen las evidencias del trabajo metodológico, en las que se registran las transcripciones de las entrevistas a expertos y entrevistas semiestructuradas a los actores; a su vez, se presentan las matrices de análisis al cuerpo documental de los saberes ancestrales matemáticos Incas y Sikuanis.

La tesis doctoral busca presentar a los pueblos Inca y Sikuani en los nuevos escenarios colombianos y latinoamericanos de educación y propender hacia el estudio de sus saberes, hasta ahora ocultos por diversas circunstancias, entre las que se encuentra la influencia de las visiones de educación con fines lucrativos. También busca empoderar el sentido de tolerancia y encaminarse hacia nuevas maneras de comunicación del saber y del reconocimiento de lo originario latinoamericano.

Se hace evidente la problemática e incompleta comprensión del mundo por parte de nosotros como profesores en América Latina, lo que obedece principalmente al contexto

mayoritario. Se busca hacer posible considerar las “bibliotecas vernáculas”<sup>2</sup> que están en la memoria de nuestros ancestros indígenas y que mediante su incorporación en programas educativos se logre su reconocimiento por parte de profesores y estudiantes. Se aspira, por tanto, a que al visibilizar el pensamiento de los pueblos negados, se superen los choques provocados por la política dominante y, en consecuencia, se validen otras formas de acceso al saber, distintas de la lógico-analítica, para incluirlas en nuestras prácticas educativas, de manera que se opere una apertura epistemológica hacia aquellos conocimientos originarios que deriven en dinámicas propicias de una interacción significativa y duradera, de manera que todos nos intereseamos por una interacción dialógica y no jerarquizada, a través de las matemáticas como mediación posibilitadora.

En cuanto al aporte de la presente investigación, se reconoce que las comunidades indígenas en América Latina han sido objeto de persecución, exilio, migraciones y movilidad forzada; situaciones que en Colombia se acentúan a causa del conflicto armado. A pesar de estas difíciles circunstancias, son tan valientes que se niegan a la desaparición, a la indiferencia o al olvido. Por eso luchan por conservar todo aquel patrimonio que las enorgullece y que a los ojos de los modelos capitalistas son saberes irrelevantes y poco productivos monetariamente, como lo afirman Daniel Mato (2008), Mónica Zuleta y Miguel Ángel Urrego (2014), en sus trabajos sobre identidad cultural e izquierdas en Colombia y América Latina.

Las comunidades indígenas están conscientes de que un pueblo que niega su memoria está condenado a la desaparición, no obstante, se han sometido a las políticas facilistas de los

---

<sup>2</sup> Por “bibliotecas vernáculas” entiéndase en latín *vernacūlus*, “nacido en la casa de uno”, por lo cual hace referencia a bibliotecas propias.

Gobiernos que calman su conciencia educándolos en la propia lengua nativa de los indígenas, pero de acuerdo con los criterios de la cultura de Occidente, de manera que han permeado sus visiones del mundo, creencias y saber. Por tanto, en este punto se debe plantear el interrogante acerca de lo que pasaría si fueran ellos quienes contribuyeran a nuestra educación.

A partir de ahí se podría aventurar una respuesta que parte de afirmar que los estudios en saberes ancestrales –específicamente a partir del análisis de su producción matemática– efectuarían una transformación radical hacia una apertura que enriquecería nuestra forma de aproximarnos a este saber, lo cual permitiría un encuentro cultural sano y necesario para los profesores y los estudiantes con sus orígenes epistemológicos. Así mismo, en Colombia, un país que inicia nuevas búsquedas, sería la práctica pedagógica mejor recibida en un momento en que se anhela una reconciliación en muchos sentidos. Esas son algunas de las razones que, como investigadora, motivan e impulsan la presente investigación doctoral.

Ahora bien, el enfoque desde el cual se aborda la discusión no se efectúa desde la etnomatemática, sino desde la resignificación de los saberes ancestrales, dado que los estudios en etnoeducación parten de un marco de conceptualización estatal, de manera que no buscan cambiar la estructura de poder racial-colonial, ni tampoco el sistema educativo imperante; todo lo contrario, se orientan a permanecer en el *statu quo* validado por el discurso hegemónico. Nótese que estos programas son implementados desde 1987 por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), bajo el Programa Nacional de Etnoeducación, para “impulsar programas etnoeducativos en comunidades indígenas”. Posteriormente, este programa recibe un ajuste con la Ley 115, en la que se modifica su definición como sigue:

La etnoeducación es aquella que se ofrece a grupos o comunidades que integran la nacionalidad y que poseen una cultura, una lengua, unas tradiciones y unos fueros autóctonos. Esta educación debe estar ligada al ambiente, al proceso productivo, al proceso social y cultural, con el debido respeto de sus creencias y tradiciones. (Ley General de Educación de 1994)

El propósito de la presente tesis se instala en el marco intercultural, según el cual se busca la recuperación de saber, con el fin de ampliar el canon latinoamericano en la búsqueda de la expansión epistemológica propia de América Latina, propiciada por saberes ancestrales de nuestros pueblos. De este modo, pretende hacer un aporte significativo para detener la segregación de los pueblos indígenas, considerados históricamente como inferiores. Siguiendo a Walsh (2011) afirma:

Asumir la etiqueta de “etno” educación tiene el peligro de resaltar la diversidad cultural, añadiendo contenidos sin cambios mayores en la estructura y matiz de poder racial-colonial y su representación en el currículo oficial. De esta manera hace muchas veces ocultar la lucha y razón de ser afro o etno educar casa dentro y casa fuera, invisibilizando la desigualdad real (p. 103).

En cuanto a las matemáticas en particular, según los planteamientos de Marcia Ascher (1997) cuando alude a su interés de estudio del “Código del *Quipu*”, es necesario repensar nuestras ideas de cultura y matemáticas, no solo de y para los pueblos ancestrales, sino resignificarlos para nuestra educación basada en las epistemes de los saberes matemáticos

ancestrales para todos: “In particular, we had to rethink some of our ideas about mathematics, media, and culture. And we were forced to reexamine how we and others codify the universe that surrounds us” (Ascher, 1997, p. 1).

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la visión etnomatemática, al tratar tangencialmente el problema, no asegura cambios en el sistema educativo imperante, al no tener en cuenta los lineamientos curriculares nacionales en matemáticas colombianas. Se considera entonces que, para lograr esta transformación, es necesario un abordaje particular de los múltiples saberes ancestrales que existen en el país y contemplar las oportunidades de inclusión en un sistema intercultural basado en el diálogo entre las múltiples tradiciones existentes.

# 1. Problema

## 1.1. Delimitación del problema

Este planteamiento nace de la consideración de que los pueblos indígenas son poseedores de saberes que, durante años, han estado ocultos por causa de los distintos tipos de violencia física y simbólica. La masacre contra los pueblos indígenas latinoamericanos inició en la mal llamada “Conquista” y aún en el siglo XXI estos pueblos siguen siendo extinguidos mediante el uso de la violencia simbólica, al continuar catequizando y anulando sus saberes, al tenerlos solo en cuenta en los momentos de suma de votos políticos, al comercializar sus tierras y desplazarlos (la desterritorialización por parte de grupos al margen de la ley, industrias y narcotráfico), al comercializar y masificar sus producciones artesanales y quitar su significado convirtiéndolas en marcas del mercado capitalista, y al generar con sus miembros mano de obra barata.

En el artículo tomado de “Palabra dulce, aire de vida: forjando caminos para la pervivencia de los pueblos indígenas en riesgo de extinción en Colombia” se expone:

(...) la preocupación de las organizaciones indígenas, sobre los efectos adversos en los derechos de los pueblos indígenas causados por el conflicto armado interno, la pobreza, la discriminación, el abandono institucional y la imposición de un modelo de desarrollo ajeno y devastador en los territorios indígenas, que amenaza con la extinción física y cultural de los 102 pueblos del país (...) que hay en el territorio colombiano (y latinoamericano), y de la necesidad de que los reconozcamos como parte de nuestra historia. (ONIC, 2010)

Una vez expuesta esta problemática, entremos por un momento a observar algunos elementos de interés de los saberes de los pueblos Sikuani de los Llanos Orientales para empezar a entender la importancia de este asunto. En este grupo humano se observa una geometría que responde a sus saberes particulares y, por lo tanto, interesa en la formación académica por los aportes que sus conocimientos ancestrales pueden hacer a los procesos educativos, específicamente desde la didáctica de las matemáticas.

De los aportes que serán recopilados como producto de la tesis, se observan relaciones entre la geometría de la primera dimensión (línea), la cual se relaciona con otras concepciones de mundo que tienen las comunidades Sikuani y que todavía se desconocen. En cuanto a la segunda dimensión (figuras planas), no se puede analizar desde la geometría occidental porque esta comporta nuevas formas de asumir el universo y de aplicarlas a la representación de la cotidianeidad de cada una de las comunidades, con lo cual no se puede generalizar el conocimiento como se hace con los postulados de la geometría occidental. Respecto a la tercera dimensión (sólidos o geometría euclidiana), presente en la cestería de las comunidades Sikuani, se puede observar la incorporación de conocimientos míticos, animales sagrados, creencias y prácticas específicas de cada una de las comunidades, que nos son desconocidas hasta ahora, pero que participan de nuestra identidad y nuestra cultura; además, se pueden incorporar a los programas de etnomatemáticas actuales para desarrollar una didáctica de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano, desde los saberes propios de las comunidades.

Siguiendo esta línea de argumentación, vale la pena preguntarse la razón por la cual, en los programas de matemáticas del Ministerio de Educación Nacional (MEN) no se ha buscado la inclusión de los saberes ancestrales en la enseñanza de las matemáticas en los colegios, si hay

muchos elementos de la realidad, conocidos por estas comunidades, que pueden contribuir a nuestro mejor reconocimiento cultural y saber matemático.

Entre las tensiones que se deben tener en cuenta está la de la crítica a los modelos didácticos y a las prácticas de formación en matemáticas en los colegios colombianos, teniendo en cuenta los saberes ancestrales y los que se han conservado pese a la indiferencia sobre el valor de las comunidades indígenas que aprenden los aspectos espaciales, métricos y geométricos y el razonamiento numérico, aplicados a situaciones cotidianas. Así mismo, el sentido de las proporciones lo asumen con su geometría sagrada y lo concretan en las prácticas diarias y en las situaciones especiales, como por ejemplo en los rituales, en los cuales el tipo de aprendizaje se da por abducción, un proceso difícil para la comprensión occidental, pero que las comunidades indígenas tienen incorporado en su cosmovisión.

Para los niños colombianos, los pueblos ancestrales no son extraños, así como tampoco el hecho de que estos participen en la vida de los “blancos” e incluso de los colonos (como es el caso de los Sikvani). Por tanto, no se entiende por qué en estos centros educativos, en las bibliotecas y en las casas culturales se ignora o simplemente no se difunde el saber de nuestras comunidades. Esto nos permite cuestionar ¿Cuáles son las visiones y percepciones que los niños tienen de los pueblos ancestrales?, ¿Cómo no se profundiza e investiga acerca de la forma como los Inca y los Sikvani estructuran conjeturas o hipótesis y cuáles son esos principios que podrían contradecir o complementar los saberes instaurados a partir del poder? Se sigue validando como cierto el conocimiento importado y se ignora que las comunidades indígenas manejan un saber probabilístico y variacional; de lo contrario no trasladarían sus saberes a la transformación del mundo cotidiano; de hecho, ni siquiera se adaptarían a las situaciones actuales, como les ha tocado hacerlo por causa de las “otras lógicas”, que son provenientes de disciplinas impuestas.

En este mismo sentido, la enseñanza de las matemáticas en Occidente requiere poner en la escena actual los potentes saberes matemáticos de los pueblos originarios, como es el caso de los Incas y los Sikuani, ya que no reconocemos los saberes ancestrales como posibilidades identitarias para la cultura ni para las didácticas disciplinares.

Si se recuperan estos saberes y se integran las didácticas otras de las matemáticas con las didácticas socioculturales de estas comunidades, es posible mejorar nuestra acción como investigadores y docentes de las matemáticas, haciendo un uso eficiente y apropiado del valor cultural de nuestras regiones.

Otra de las nociones mal entendidas sobre el dinamismo del cosmos en el mundo de los indígenas Sikuani y su concepción acerca de las relaciones espaciales de arriba y abajo, que trazan figuras no necesariamente rectas, con lo cual conciben una primera aproximación a los conceptos geométricos de dinamismo del punto en el espacio.

Con la recuperación de saberes ancestrales se puede dar alcance a otras explicaciones matemáticas, a las sensibilizaciones en el aula y a la comprensión de los análisis reflexivos que, respecto a las formas, los números y las cantidades, pueden ser incluidas en los programas de formación y en la Licenciatura en Matemáticas en distintos momentos de la formación estudiantil. Se debe tener en cuenta que el saber occidental no satisface preguntas sobre nuestras identidades y sobre quiénes son esas personas que se encuentran en la “otredad”, cuyos saberes son de alto valor, pero se desconocen.

Por ello, esta investigación propone recuperar estos saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis, los cuales proporcionan un marco epistémico-matemático a partir de sus concepciones del espacio, los sistemas de georreferenciación, la estadística y la bio-geometría, derivados de experiencias tradicionales, cotidianas y enriquecedoras.

## 1.2. Antecedentes

Existe un camino largo en cuanto al problema de la inclusión de saberes ancestrales matemáticos en la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva intercultural. En primer lugar, porque el desarrollo investigativo es limitado y esto implica que hay pocas perspectivas epistemológicas y prácticas desde las cuales iniciar un trabajo de didácticas otras con saberes propios. En segundo lugar, porque la mayoría de las investigaciones parten de una misma línea de base epistemológica que es la noción de etnomatemática, que sin duda ha sido un punto de partida adecuado, pero que requiere una visión menos unificadora y totalizante del asunto. Finalmente, porque, como es normal, las investigaciones suscitan nuevas preguntas y cuestionamientos que abren paso al desarrollo de nuevas exploraciones que permitan complementar o transformar completamente los procesos ya propuestos.

Ahora bien, en el contexto intercultural colombiano existe una oportunidad latente para transformar el sistema y el modelo educativo, a partir de los saberes ancestrales de las diferentes etnias y poblaciones que componen el país. En este sentido, se requiere un reconocimiento social acerca de la existencia de otros saberes diferentes al conocimiento predominante, así como una legitimación política que los eleve a la esfera de lo público dentro del sistema educativo.

En general, la ausencia de una auténtica inclusión de los saberes ancestrales en el sistema educativo colombiano deriva de una fuerte crítica a la aplicación de las normativas que buscan la visibilización de la pluralidad cultural del país y muestra, además, la existencia de un modelo educativo impuesto desde el centro (siendo Colombia parte de la periferia), desde el cual el único conocimiento legítimo es el occidental moderno.

Existe, de otro lado, una total ausencia de crítica hacia el modelo educativo imperante, lo que se evidencia ostensiblemente en el ámbito de las ciencias exactas, y que obedece a que dicho conocimiento ha sido construido socialmente como un saber exacto, objetivo e inobjetable, en virtud de lo cual se ha constituido en el fundamento y lenguaje de toda la ciencia occidental. Esto implica que otras formas de aproximación a problemas de las matemáticas o quizá de razonar dentro del marco lógico-matemático sean simplemente ilegítimas. Esta visión resulta ser un obstáculo para la verdadera inclusión de saberes ancestrales en un sistema educativo.

Es importante resaltar la existencia de un marco normativo en Colombia, según el cual se orienta el proceso de educación hacia la inclusión de saberes ancestrales. Sin embargo, esta normativa no contempla la transformación del modelo educativo hacia un sistema intercultural real, aunque contenga algunos matices y aportes desde los saberes ancestrales.

Se dejan intactos otros componentes del sistema educativo como las didácticas pedagógicas, el sistema de calificaciones y las relaciones entre profesor y estudiante (Blanco, Higuera y Oliveras, 2014), lo que evidencia la ausencia de una auténtica inclusión de los pueblos y saberes ancestrales en un sistema que continúa siendo totalizante, universalizante y hegemónico en sus enseñanzas, como se ha venido denunciando por fuentes oficiales del Ministerio de Educación que establecen “El 86 por ciento de los pueblos étnicos de Colombia no tiene acceso a una educación pertinente a su cultura, su contexto y su cosmovisión” según el periódico El Tiempo (06 de octubre 2016), problema que aún persiste como se evidencia en el diseño e implementación de los SIEP (Sistema Educativo Indígena Propio) pues en consulta de la página del Ministerio de Educación Nacional a 6 de junio de 2019 no se encuentra incorporada:

Los pueblos indígenas avanzan en la concertación de una política educativa que abarca todos los niveles educativos. Dicha política consolida es el Sistema Educativo Indígena Propio -SEIP-, el encuentra surtiendo el proceso de Consulta Previa, una vez finalizada, ésta se incorporará al ordenamiento jurídico colombiano mediante norma (s) que lo desarrollen, en línea con el Decreto 1953/2014.

En virtud de lo anterior, vale la pena resaltar que existen en Colombia múltiples tribus y pueblos indígenas nativos que han desarrollado una serie de saberes ancestrales sofisticados, que permiten no solo una comprensión alternativa de la realidad, sino que además exploran otros métodos de enseñanza distintos al imperante en el sistema educativo. Ejemplo de ello es el pueblo Sikuani. Esta historia se replica con otros pueblos indígenas en Latinoamérica como los Incas. Las concepciones tanto geométricas como matemáticas de estos grupos podrían comportar una serie de ventajas a la construcción de un sistema educativo incluyente. A su vez, permitirían la exploración de las matemáticas a partir de otras habilidades y didácticas. En este sentido, vale la pena cuestionarse sobre qué situaciones contextuales llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura Sikuani. De igual forma, surge la indagación acerca de qué elementos pedagógicos permitirían el desarrollo de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática en Colombia.

Para esto, es necesario comprender a los pueblos en su contexto, de la mejor manera posible, es por eso por lo que, en el caso de los Sikuani, es pertinente tener hoy en día en cuenta el impacto que el conflicto armado ha tenido sobre su comunidad y, por lo tanto, sobre su cultura. Como se evidencia en la Tabla 1, a partir del informe del Ministerio del Interior de 2013;

la violencia simbólica y física ha sido permanente, por cuenta de los grupos armados en los Llanos Orientales, donde se ubica esta comunidad.

Tabla 1

*Hechos y actores que provocaron el desplazamiento en el Vichada Tabla1. Hechos y actores que provocaron el desplazamiento en el Vichada*

<b>RESGUARDO</b>	<b>AÑO</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>ACTORES</b>
SAN LUIS DEL TOMO	1950	Familias asesinadas en el Meta fueron amenazadas y desplazadas hacia el departamento del Vichada	Empresa petrolera La Troca
SAN LUIS DEL TOMO	1950	Familias asesinadas en el Meta-planas desplazadas hacia el Vichada	Conservadores y liberales
MEREY LA VERADITA	2007	Comunidad Chaparral. Hubo desalojo	Policía Nacional
PUNTA BANDERA	2007	Comunidad La Esmeralda. Desplazados por combate entre los Cuchillos y Macacos	Macacos y Cuchillos
SAN LUIS DEL TOMO	2001	Comunidades Maviyure, Altamira, Chaparral. Desplazados por miedo de ser asesinados	Paramilitares
SAN LUIS DEL TOMO	2001	Comunidades Maviyure, Altamira, Chaparral. Desplazados por miedo de ser asesinados	Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia - Ejército

			del Pueblo (FARC-EP)
SARACURE CADA	2001	Comunidad de Tres Esquinas. Desplazados por temor a ser asesinados	FARC-EP
SARACURE CADA	2003	Comunidad El Viento. Desplazado por temor a ser asesinados	Paramilitares
PASCUA PRIMAVERA	1984	Gavilán Pascua. Todos los capitanes indígenas fueron objetivos militares	FARC-EP
MUCO-GUARROJO	2004	Desplazados once capitanes indígenas y la directiva del resguardo	FARC-EP
TOMO LLANURA	2008	Comunidad la Campiña. Desplazadas cuatro familias conformadas por veintitrés personas	Narcotraficantes y paramilitares
TROMPILLO PRIMAVERA	2009	Finca Altagracia. Desplazadas treinta familias conformadas por ciento diez personas hacia el casco urbano de la Primavera	Colonos vecinos
PUNTA BANDERA	2007	El señor Marcelino se desplaza hacia Cumaribo por enfrentamientos	Macacos y Ejercito Nacional

---

Fuente: tomado Ministerio del interior, 2013

Vale la pena también cuestionarse sobre el rol de los países latinoamericanos en la producción de conocimiento mundial. Esto en la medida en que la construcción del conocimiento

se ha reducido a un tipo de producción asociado únicamente a los parámetros educativos propuestos desde los centros. Así, iniciar un proceso de inclusión de saberes ancestrales y nativos, junto con la transformación del modelo educativo imperante, puede conceder a los países latinoamericanos la oportunidad de generar saberes propios y de configurar una identidad como proyecto político y epistemológico. Entonces, explorar las oportunidades y nuevos escenarios que se generan con la inclusión de saberes ancestrales frente a un escenario de consolidación de identidad política en Latinoamérica es esencial en esta investigación.

En ese orden de ideas, resulta fundamental el reconocimiento de la alteridad en el territorio latinoamericano como factor de contradicción de la herencia colonial, lo cual se manifiesta en un proceso paulatino de invisibilización de los “otros”, que no son reconocidos como legítimos dentro de círculos establecidos, como es el de la producción del conocimiento.

De esta manera, desde Occidente se reconoce la existencia de una alteridad latente, pero no se confiere valor intrínseco a estos individuos y comunidades. Por lo anterior, se podría colegir que sus saberes en diferentes áreas de la realidad no se consideran válidos, lo que deviene en el desconocimiento quizá intencional o su desvalorización operada desde la periferia. En palabras de Mignolo:

Vemos que la “historia” del conocimiento está marcada geo-históricamente y además tiene un valor y un lugar de “origen”. El conocimiento no es abstracto y des-localizado. Todo lo contrario. Lo que vemos en los ejemplos anteriores es una manifestación de la diferencia colonial. Los misioneros habían notado que los Aztecas o los Incas no tenían escritura; por lo tanto, no tenían conocimiento en el sentido en que la universidad renacentista concebía el conocimiento. Cuando les llegó el turno a los misioneros

franceses e ingleses, en el siglo XIX, las observaciones fueron semejantes. Solo que esta vez el conocimiento se medía sobre la base de la universidad Kantiana-Humboldtiana y no ya renacentista. Los conocimientos humanos que no se produzcan en una región del globo (desde Grecia a Francia, al norte del Mediterráneo), sobre todo aquel que se produce en África, Asia o América Latina no es propiamente conocimiento sostenible. Esta relación de poder marcada por la diferencia colonial y estatuida la colonialidad del poder (es decir, el discurso que justifica la diferencia colonial) es la que revela que el conocimiento, como la economía, está organizado mediante centros de poder y regiones subalternas (Citado por Walsh, 2002, p.18).

Este mismo sistema que explica Mignolo y que se desarrolla en el ámbito internacional – colonizando el saber de países como Colombia a partir de la dominación desde el conocimiento de países del centro como Estados Unidos o los países de Europa occidental– se replica en estos países periféricos. Por lo tanto, es plausible que la aceptación de dicha geopolítica del conocimiento, la cual, por supuesto se funda y deviene en relaciones de poder heredadas y transformadas desde la colonialidad, permita consolidar una identidad vinculada a la producción de conocimientos legítimos. Para ello, resulta indispensable comprender y aceptar la alteridad dentro de los parámetros de nuestro propio sistema.

Partiendo de este contexto y teniendo en cuenta las preguntas ya planteadas, se establece como uno de los cuestionamientos de la investigación el siguiente: ¿Cómo contribuye el reconocimiento de las culturas autóctonas a la conformación de comunidades más conscientes de la importancia de sus raíces y al afianzamiento de la cultura propia, desde el quehacer crítico que

permite empoderar dicho saber ancestral para la construcción de nuevas epistemes en la educación latinoamericana?

Se considera, pues, que las propuestas de los filósofos latinoamericanos y sus tesis acerca del desarraigo contribuirán grandemente a enriquecer la problematización del tema. También se han encontrado al respecto los trabajos de Rodolfo Kusch (1996), Enrique Dussel (2011) y Salazar Bondy (1995), quienes aterrizan la identidad mediante el uso de la expresión “enseidad”<sup>3</sup>, tan necesaria a la hora de vincular los saberes ancestrales a nuestras prácticas culturales occidentales y a la cual se hará referencia en el marco categorial.

La tesis propuesta por la filosofía latinoamericana (Santiago Castro-Gómez, 2005; Ramón Grosfoguel, 2007; Aníbal Quijano, 1974, 1988, 2014; Walter Mignolo, 2005, y Eduardo Restrepo, 2007, entre otros decoloniales) nos hace pensar que para construir un auténtico espacio de conocimiento que respete nuestras culturas ancestrales y que las incluya como parte de nuestra conciencia identitaria, primero es necesario aprehender aquellos valores que han estado

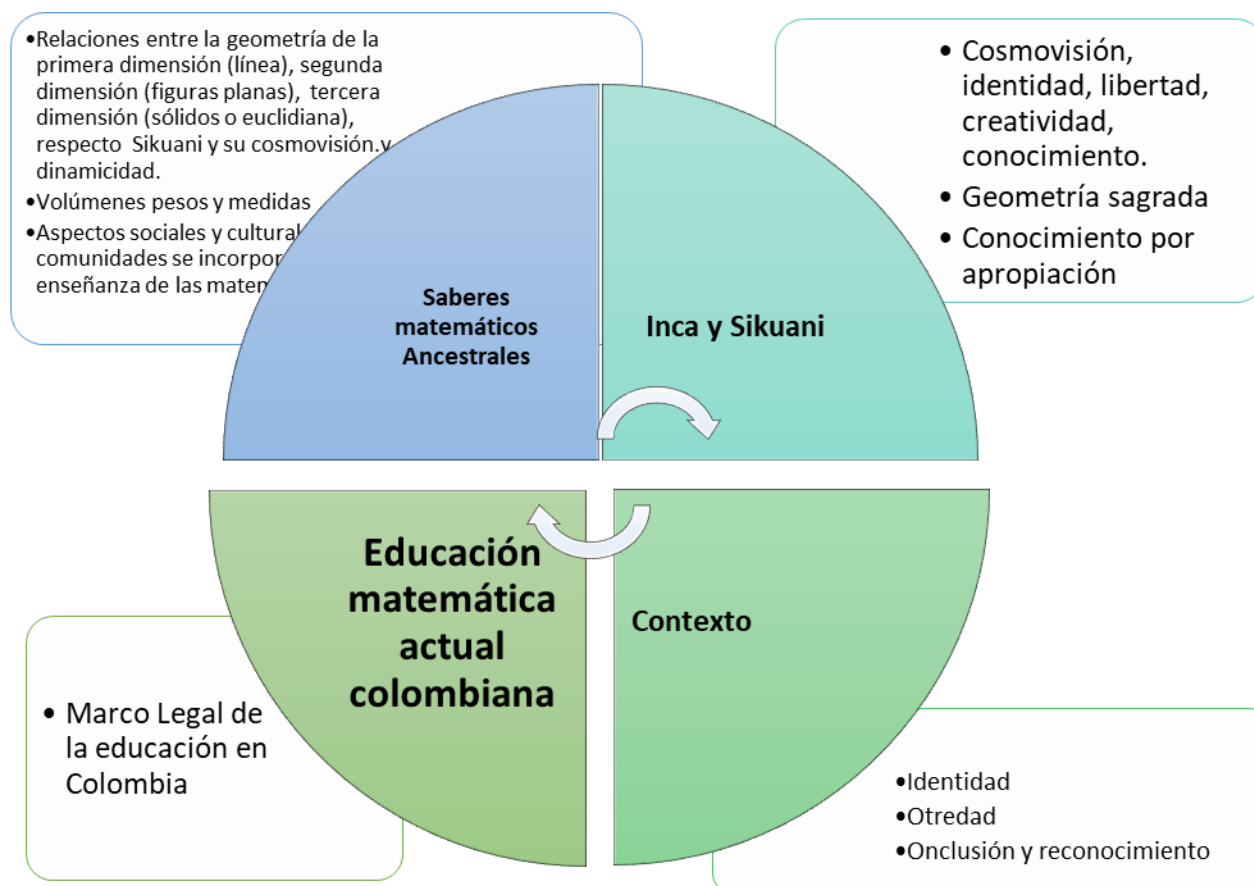
---

<sup>3</sup> La “enseidad”, definida por Adorno en su *Dialéctica negativa*, es “(...) una razón absoluta sin plano empírico que obstruye el juicio racional sobre la causa de su éxito o fracaso.” En términos de Hegel, se ha logrado una “enseidad universal” o condena de los hombres al destino impuesto por la idea de lo universal. En palabras de Adorno, se diría que:

En tanto los individuos se dan cuenta de algún modo del predominio de la unidad sobre ellos, éste se les refleja como la enseidad de lo universal con que de hecho tropiezan; incluso cuando son ellos mismos quienes lo infieren, les es inferido y además hasta en lo más íntimo. La sentencia “*éthos anthrópo dáimon*”, con su significado de que la esencia específica del hombre, siempre modelada como tal por lo universal, es su destino, encierra más verdad que la que correspondería a un determinismo caracteriológico. (Adorno, 1975, p.292)

ocultos y que pugnan por salir. Conforme avanza la negación de la identidad, las comunidades ancestrales ingresan a una serie de prácticas que alteran sus significaciones culturales y las convierten en instrumento del capital; es decir, trasladarlo de las lógicas de la comunidad, para ponerlas en servicio de las lógicas del capital, con la consecuente pérdida de su esencia.

Desde estas reflexiones que van construyendo el punto de partida, se propone a continuación el planteamiento del problema y la aproximación metodológica para desarrollar la investigación. En primer lugar, con base en la observación y análisis de los elementos estructurales del tema. En la Figura 1 se presentan las distintas tensiones que dan origen a la construcción de la investigación.



*Figura 1* Las tensiones para problematizar  
Fuente: elaboración propia

### 1.3. Pregunta de investigación

A fin de delimitar el problema de investigación respecto a los saberes matemáticos implícitos y explícitos, desde lo numérico, métrico, geométrico y variacional presente en la cosmovisión de las comunidades indígenas Sikuaní e Inca, como saberes que pueden ser incorporados a la enseñanza de las matemáticas en los programas interculturales de educación colombiana, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los fundamentos de una “didáctica otra” desde los saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis con un enfoque intercultural que contribuya al reconocimiento de nuestras culturas autóctonas, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación matemática colombiana?

La pregunta se formuló a partir de las siguientes reflexiones problémicas:

- ¿Qué situaciones contextuales llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuaní?
- ¿De qué forma pueden incorporarse los saberes de los indígenas Incas y Sikuaní a los programas de matemáticas impartidos a los estudiantes colombianos, para contribuir a un pensamiento latinoamericano?
- ¿Cómo contribuye el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas a la conformación de comunidades más conscientes de la importancia de nuestras raíces

y al afianzamiento de nuestra cultura, desde un hacer crítico que permite empoderar nuevas epistemes en nuestra educación y no separa el mundo de las matemáticas?

- ¿Qué elementos pedagógicos permitirían el desarrollo de una didáctica mutliparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática colombiana?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Recuperar los saberes matemáticos ancestrales Incaicos y Sikuani para proponer lineamientos de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión propia de mundo-ciencia-pedagogía en estas comunidades.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuani.
- Comprender los conceptos y representaciones matemáticos representativos de las culturas Inca y Sikuani desde su relación cosmogónica.
- Fundamentar una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática colombiana.

## 1.5. Justificación

La presente investigación tiene como fundamento la importancia de los saberes matemáticos ancestrales dentro de las perspectivas epistémicas interculturales en pro de reconocer formas de matematizar y representar a partir de la cosmovisión de los pueblos originarios.

Se propone aquí ampliar la mirada que se tiene del mundo de los Incas y los Sikuani a partir de sus propias cosmovisiones y, además, generar un acercamiento a través de nuevas prácticas que pueden resultar útiles en términos formativos. Esto es pertinente en el campo educativo, dado que en el contexto intercultural que existe en Colombia hay una oportunidad para transformar el sistema y modelo educativo, a partir de los saberes ancestrales de los diferentes grupos indígenas y poblaciones que componen el país. En este sentido, se requiere una aprehensión social de la existencia de otros saberes diferentes al conocimiento predominante, así como una legitimación política que los eleve a la esfera de lo público dentro del sistema educativo. Este es uno de los aspectos relevantes a la hora de reflexionar en clave de educación y de viabilidad de otros saberes reconocidos, incluidos e incluyentes, precisamente por la ausencia de una verdadera inclusión de los saberes ancestrales en el sistema educativo colombiano, lo cual implica una fuerte crítica a la aplicación de las normativas que buscan la visibilización de la pluralidad cultural del país.

Esta tesis doctoral busca asumir posturas críticas y de fuerte compromiso académico que puedan llamar la atención de los cimientos sociales y, de esta manera, rebatir la idea anquilosada desde la colonialidad, en la que el único conocimiento legítimo es el occidental, por cuanto ha existido una ausencia de crítica sobre el modelo educativo imperante, la cual se

evidencia más fuertemente en el campo de las ciencias exactas. Esto debido a que dicho conocimiento ha sido construido socialmente como un saber exacto, objetivo e inobjetable, lo que implica que otras formas de aproximarse a problemas de las matemáticas o de razonar dentro del marco lógico-matemático sean simplemente ilegítimas. Esta visión resulta ser un obstáculo para la verdadera inclusión de saberes ancestrales en un sistema educativo.

A su vez, surge la indagación acerca de qué elementos pedagógicos permitirían el desarrollo de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática en Colombia y de esta forma ofrecer a los programas educativos una perspectiva diversa y enriquecedora que facilite la apropiación de conocimientos ancestrales en los estudiantes y, con ello, se contribuya al fortalecimiento de la identidad.

Mediante estos procesos también se enriquece el análisis de las problemáticas sobre el rol de los países latinoamericanos en la producción de conocimiento mundial ya que, hasta el momento, por causa de la colonización, no se ha reconocido su importancia. Esto en la medida en que la construcción del conocimiento se ha reducido a un tipo de producción asociado únicamente a los parámetros educativos propuestos desde los centros imperiales.

Otro alcance permite iniciar un proceso de inclusión de saberes ancestrales y nativos, junto con la transformación del modelo educativo imperante, para conceder a los países latinoamericanos la oportunidad de resignificar los saberes propios y de configurar una identidad como proyecto político y epistemológico. Entonces, explorar las oportunidades y nuevos escenarios que promuevan la inclusión de saberes ancestrales frente a un escenario de consolidación de identidad política en Latinoamérica es esencial también para aportar conocimientos al escenario mundial.

## 2. Estado del arte

En este capítulo se presentan las principales investigaciones relacionadas con el estudio de los saberes ancestrales Sikuani en Colombia e Inca adelantados en los últimos años, desde una perspectiva de recuperación, revalorización y utilización de estos, en especial con fines pedagógicos, que hacen énfasis en la enseñanza de las matemáticas y la apropiación de conceptos matemáticos.

Se debe clarificar que el enfoque no está centrado en lo etnomatemático, de manera que, en este apartado del estado del arte, se acude a dichos estudios, en tanto que las investigaciones en saberes ancestrales en su mayoría han tenido estas tendencias. Esta es pues la razón por la que la etnomatemática hace parte de los antecedentes de la presente tesis.

Para dar orden a este capítulo, se ha separado deliberadamente el comentario de las fuentes referentes a al pueblo Inca, de aquellas que aluden al Sikuani. Posteriormente damos paso a las tendencias investigativas que se evidenciaron en el proceso de recorrido por la bibliografía, y finalizamos con un apartado dedicado a señalar los vacíos de las investigaciones consultadas.

### 2.1. Saberes ancestrales Incas

Inicialmente se debe citar el trabajo de Sergio Huanca Yrury (2015), recogido en su libro *Semiótica arketípica de las matemáticas Inka ¿Evolucionó el ábaco a partir del quipu?*, en el

cual presentan argumentos para pensar no solo que el *quipu*<sup>4</sup> se utilizó como mucho más que una mera herramienta de registro, sino que en este yacen los principios matemáticos que luego se esparcieron y desarrollaron por Asia, para llegar varios siglos después a Europa. Para el autor es altamente posible que conceptos matemáticos tan importantes como el cero y el código binario se hayan desarrollado en la cultura andina, para después pasar a Asia. Una de las pruebas más importantes es su análisis del *quipu* como un ábaco, que ya contiene el concepto de cero en él. Para Yrury, si bien es innegable que el *quipu* se usaba como herramienta contable, sostiene que tenía otros usos matemáticos, puesto que muchas de las expresiones matemáticas que son

---

<sup>4</sup> Los *quipus* son instrumentos de registro y almacenamiento de información cualitativa y cuantitativa, resulta entonces, el lienzo que mediante nudos, lazadas y ligaduras evidencia parte de la sistematización de la cultura Inca. Para la presente tesis, se constituye en una de las tecnologías que representan los procesos de matematización, al cual nos dedicaremos a profundidad en posteriores apartados. Frank Salomón (1997), distingue dos tipologías genéricas de los *quipus*:

Los *quipus* “numéricos” y *quipus* “históricos” o “narrativos”, que preocupa a autores desde Garcilaso de la Vega y Antonio de la Calancha, hasta Gary Urton (1994), Martti Parssinen (1992: 31-50) y Animato, Rossi y Miccinelli (1994), puede ser (a nivel de los *ayllus*) una distinción quimérica. Si bien los *quipus* fueron documentos contables de la manera arriba comentada, fueron a la vez “narrativas históricas” en cuanto a que representaban la actividad humana en la diacronía. En este sentido, cualquier libro de cuentas es un libro de historia. La observación etnográfica me lleva a pensar que la distinción “numérica” / “histórica” corresponde a niveles de síntesis en la lectura de fuentes pueblerinas, siendo la llamada “historia” la lectura sinóptica y moralizante de registros cuyos contenidos atómicos habrían sido cuantitativos (Salomon, 1996, p.296).

representables en la *yupana*<sup>5</sup> (funciones cuadráticas, por ejemplo) son, así mismo, representables en un *quipu*.

De esta manera, se han analizado diversas relaciones matemáticas armónicas entre las cuerdas de un *quipu* que no parecen una mera coincidencia y que no parecen tener sentido si se conciben dentro de un proceso de contabilidad. Es decir que muy posiblemente haya *quipus* que se usaban como algoritmos para realizar cálculos concretos y no como artefactos de registro de cuentas. Descubrimiento y reflexiones como esta hacen a Yrury plantearse una serie de preguntas que atañen directamente a la presente investigación.

¿Es el *quipu* una forma de escritura? Aunque parezca una pregunta desconectada de lo que esta investigación busca, carga toda una visión histórica del desarrollo de las civilizaciones y, en general, del desarrollo humano. Cuando algunos autores europeos afirman que los Incas no tuvieron escritura es porque son incapaces de ver que el *quipu* es una forma de escritura. No son capaces porque no pueden observar que dentro de los registros que se guardaban en el *quipu* existe la conformación de una manera de ver e interpretar la realidad.

Para Huanca Yrury, esto se hace patente al analizar su propia cultura desde la conservación de la oralidad en el Perú, base y centro del antiguo *Tawantinsuyu*. El número es para los Incas y para las culturas andinas mucho más que un objeto utilitario reservado para la contabilidad. Este posee representaciones que rebasan el campo matemático, pero que no se

---

<sup>5</sup> La *yupana* es uno de los instrumentos de conteo de mayor relevancia en la recuperación de saberes ancestrales Incaicas, existen dos tipos de *yupanas*: las antropológicas y las registradas por el cronista de Indias Felipe Guamán Poma de Ayala en 1615, en la obra *Nueva Corónica y buen gobierno*. Se trata de tecnologías andinas que serán objeto de esta tesis y sobre las cuales se ahondará en los capítulos correspondientes al estudio de las representaciones y concepciones Incaicas.

desligan del mismo. El número hacía parte de un sistema explicativo de la naturaleza y del cosmos, para los habitantes del *Tawantinsuyu*. Es en este sentido que Yrury plantea la cuestión de si el *quipu* es una forma de escritura. No solo escritura como forma de registro, sino escritura en tanto que nos habla de la realidad.

Ahora bien, Yrury no se queda en una lamentación del pasado, acerca del desconocimiento de la cultura andina por parte de otras culturas, a pesar de que lo denuncia dentro de un espíritu crítico; se pregunta cómo una cultura con una profunda tradición matemática (ancestral) que aportó muchísimo al desarrollo de las matemáticas a nivel global puede estar tan rezagada en términos tecnológicos y de competencia matemática. Su respuesta se orienta hacia una perspectiva crítica que, si bien no se declara decolonial, podemos afirmar que sí critica la colonización del conocimiento, en tanto la enseñanza matemática en el Perú y en Latinoamérica muchas veces desconoce las raíces étnicas y los fines y propósitos de las comunidades, para centrarse en métodos que no se muestran efectivos a la hora de colaborar con las destrezas matemáticas necesarias para un desarrollo tecnológico sostenible, que además genere riqueza y bienestar para el país y sus comunidades raizales.

Yrury propone el afianzamiento y utilización extensiva, dentro de proyectos transversales de investigación y educación, de las matemáticas prehispánicas y del uso del ábaco, para la enseñanza de las matemáticas en Latinoamérica. Su argumentación se apoya en varios puntos, de los que a continuación resumimos dos. Primero, es importante resaltar su observación de la superioridad en las destrezas matemáticas a lo largo de varios siglos y en los últimos años del desarrollo tecnológico, por parte de las culturas china y japonesa, las cuales, como es sabido, hacen un uso extensivo del ábaco (cabe aclarar, no del ábaco llamado “tradicional”). Estas culturas poseen, además, un biotipo cercano al de las comunidades indígenas latinoamericanas.

Dicho uso del ábaco en la enseñanza, junto con una tradición de años de perfeccionamiento en la enseñanza de las matemáticas (sin dejar de lado otros factores) hace que estos países sean potencias en el desarrollo tecnológico.

En segundo lugar, Yrury ve en el desarrollo matemático una condición necesaria para el desarrollo social racional y organizado de las comunidades y de las naciones. Los Incas poseían una organización estatal que probablemente no existía en ninguna parte de Europa, al momento de la llegada de los españoles a América. Esta organización obedecía en gran parte a las matemáticas. De hecho, Yrury sostiene que sin estas habría sido imposible la construcción del *Tawantinsuyu* como se dio. Acota, desde una mirada prospectiva, que el desarrollo de un Perú y de una América Latina sostenibles solo pueden darse dentro del desarrollo de una enseñanza matemática encaminada a generar proyectos tecnológicos sostenibles desde y para Perú y Latinoamérica, dejando de lado la dependencia a la que se han sometido estas partes del globo, donde la mayor parte del capital científico y tecnológico se dirige a las exportaciones de materias primas, y donde se tiende a la importación de tecnologías de punta que, hay que decir, muchas veces no se ajusta a las necesidades del continente, ni a las de las comunidades que lo habitan.

Por esta misma línea, conviene citar el trabajo de Andrés Chirino Rivera (2010), *Quipus del Tawantinsuyu*, en el que hace una presentación detallada y pormenorizada de los diversos usos que pudo haber tenido el *quipu*. En este libro se lleva a cabo un análisis de la cuerda de un gran número de *quipus*, para concluir que ni siquiera en sus usos administrativos se puede afirmar que los *quipus* tuvieran una función meramente contable. Así como lo hace Yrury, reflexiona acerca de las diversas formas en las que el *quipu* podía trabajar en simultáneo con la *yupana* para la realización de cálculos complejos.

Chirino nos muestra también que es posible que muchos de los juegos que se popularizaron en India y China, junto con una gran cantidad de desarrollos matemáticos y geométricos que luego se esparcieron hacia Europa, hayan tenido lugar, o al menos influencia en y desde las culturas de los Andes. Chirino nos muestra *quipus* que parecen no tener otro propósito más que el de crear relaciones matemáticas complejas a modo de juego.

Por otro lado, el autor propone una serie de formas en las que se pudo usar la *yupana*, no solo para hacer cálculos simples y complejos, cuya versatilidad es notable (se puede usar en, por lo menos, tres bases numéricas), sino también para hacer juegos, como los que él se inventó. El gran carácter lúdico y didáctico de la *yupana* (incluso del *quipu*) lleva a Chirinos a proponer una serie de didácticas interesantes y que se deben tener en cuenta para una práctica educativa etnomatemática.

Todo lo anterior, como propone el autor, se circunscribe en un marco de transversalidad, puesto que, del mismo modo que Yrury, Chirinos comprende que la *yupana* no es un objeto neutral o deslocalizado, sino que, por el contrario, posee una historia y una serie de significados extramatemáticos que permiten dirigirse desde ella, hacia contenidos de otras asignaturas, pero mediante una visión holística y en una constante retroalimentación entre cuestiones históricas y geográficas, así como otras más típicas del ámbito de las ciencias sociales y las humanidades, y nociones matemáticas y científicas más típicas de las ciencias exactas. En suma, Chirinos ve en el uso de la *yupana* y de las matemáticas Inca, un recurso no solo didáctico y lúdico, sino también pedagógico; esto es, una ruta para repensar la enseñanza de las matemáticas en el Perú y en Latinoamérica.

Si seguimos a estos dos últimos autores y se considera que el conjunto *quipu-yupana* contiene todas las matemáticas Inca, este se constituye como herramienta pedagógica, didáctica y lúdica fortísima.

En la misma línea de exposición se encuentra la propuesta de María del onilla (2014), la cual constituye un acercamiento que, además de lo anterior, integra la geometría dinámica (*dynamic geometry*). Su investigación parte de la constatación de un problema concreto: el bajo rendimiento de estudiantes del Perú en el aprendizaje de las matemáticas en zonas rurales (donde se ubican la mayoría de las comunidades indígenas de este país), en comparación con las zonas urbanas. Lo anterior hace parte de la desigualdad que ha arrastrado por años la sociedad peruana, en la que los indígenas han quedado relegados en múltiples esferas. Una de las posibles causas es la desconexión entre el proceso de aprendizaje matemático en las escuelas y la vida cotidiana de los aprendices. En esta medida, la autora nos invita a hacer una revisión de los factores históricos, culturales y sociales que condicionan el aprendizaje (o la ausencia o insuficiencia de este) de las matemáticas en las poblaciones indígenas.

La propuesta de Bonilla integra el uso de *software*, específicamente el de Geometría Dinámica, Cabri Geometry. Este permite la interacción del estudiante con objetos matemáticos y su construcción en la pantalla del computador. Dicho proceso ofrece la gran ventaja de permitir al estudiante una interacción directa con los objetos que contienen la materia del conocimiento que se busca impartir. Ahora bien, el uso de estas tecnologías para el aprendizaje de las matemáticas y la geometría, así como del desarrollo de los conceptos matemáticos, debe situarse en los términos ya planteados: integrando estas herramientas en procesos pedagógicos y didácticos, histórica, cultural y socialmente construidos. Este constituye un gran aporte de la autora en su propuesta educativa.

Para Bonilla, la enseñanza de las matemáticas en poblaciones indígenas del Perú debe partir de la explicitación concienzuda de las nociones principales de las matemáticas andinas, en conjunto con la ejercitación del cálculo aritmético en el *quipu* y la *yupana*. Debe no solo enseñarse las técnicas de cálculo que se han mostrado didáctica y pragmáticamente ventajosas al usar la *yupana*, sino que estas deben dotarse de sentido. Por esto Bonilla hace un esfuerzo por explorar la génesis de los instrumentos matemáticos Incas y sus aplicaciones, lo que también entrará como contenido fundamental a la hora de plantear las didácticas concretas dentro de un proceso de enseñanza matemática.

Es importante resaltar, a raíz de esto, que el contenido histórico y los temas extra-matemáticos no son una mera incidencia o una serie de ocurrencias dentro de la didáctica, sino una parte fundamental de un proceso de apropiación, significación y resignificación de la actividad de aprender, con la participación del profesor y el aprendiz como investigadores. En esta medida, debe emprenderse un esfuerzo por enseñar las matemáticas en una perspectiva bilingüe, que permita al estudiante comprender con mayor facilidad los conceptos, desde su lengua materna, en la que se significan todas sus prácticas cotidianas.

En las prácticas cotidianas están incluidos los objetos culturales con los que se operan. Es entonces cuando el uso del *software* cobra relevancia, puesto que permite el estudio de las nociones matemáticas (situadas, como se vio, en su contexto mediante el uso del *quipu* y la *yupana*, así como su significado desde la historia) mediante la construcción de los diseños geométricos existentes en su cultura material, con los que los aprendices tienen contacto en su cotidianidad. A través de la construcción de las formas geométricas, se vuelve al proceso de apropiación de nociones matemáticas situadas y aplicables a sus relaciones fuera de la escuela, integrando a esta y a lo que se enseña en ella dentro de su cotidianidad y prácticas culturales.

Este es, a grandes rasgos, el proceso que propone Bonilla para las comunidades Quechua, Aymara y Shipibo del Perú.

De la misma autora, (véase Bonilla, 2015), cabe resaltar su trabajo relacionado con la formación de docentes para la aplicación de la propuesta pedagógica aquí reseñada. En el año 2015 se realizó, entre otras actividades, un “minicurso” que tuvo como fin la divulgación de la propuesta y las bases para su puesta en práctica. Se realizó en la Universidad Cayetano Heredia. Este resulta ser un insumo importante para reflexionar acerca de la relación entre etnomatemática y geometría dinámica. Este documento constituye también un insumo importante para la creación de didácticas en la formación de un fundamento sólido, sobre el que se construya una etnomatemática robusta, reflexiva e investigativa.

Como aporte a la construcción de este fundamento sólido, cabe resaltar el trabajo de Luis Octavio Montaluisa Chasiquiza (2010), quien efectúa un análisis de los sistemas numéricos no europeos, en clave pedagógica. En su trabajo sobre la *taptana*<sup>6</sup>, hay una recopilación de varias décadas de investigación acerca de funcionamiento de dichos sistemas, que lo lleva a la creación de un instrumento didáctico muy interesante, desde el cual se pueden explicar diferentes sistemas numéricos y enseñar de manera sólida y significativa sus bases. Si bien este trabajo no solo atañe al sistema numérico Inca, sino también a distintos sistemas numéricos, el trabajo constituye una gran contribución a la enseñanza desde el punto de vista de la inventiva en la generación de

---

<sup>6</sup> La *taptana*, también conocida como “contador andino”, es otra de las tecnologías potentes de la época del *Tawantinsuyu*. En su libro *Tiempos indígenas o los sigsales*, Cordero (2007) describe su uso: “Los cañaris no llegaron a la creación del sistema de escritura ideográfica o pictográfica, pero sí conocían medios para memorizar fechas, acontecimientos, mitos y, por supuesto, cantidades. No lo hacían con nudos y cuerdas como los quipos, sino con unas láminas de piedra con rayas o pequeñas oquedades, llamadas *taptanas*, ábacos o contadores” (p. 10).

instrumentos para la enseñanza. El uso integral del mismo facilita el camino para nociones básicas del cálculo aritmético y, en especial, para la comprensión de la base decimal que, como ya se sabe, es la base más utilizada en el mundo en los sistemas de numeración. Al rastrear las raíces históricas de estos sistemas, junto con un análisis semiótico de las lenguas en las que la base decimal está arraigada, es posible adelantar un proceso consciente del origen de las matemáticas en general y del origen de las matemáticas prehispánicas, en particular.

En sintonía con las investigaciones citadas hasta aquí, se proponen métodos alternativos al tradicional, en los que se rompe con la memorización mecánica, para pasar a la comprensión de los sistemas numéricos, desde la manipulación de piedrecillas, a partir de los niveles más básicos de enseñanza. La *taptana* permite la escritura de números y la comprensión del valor posicional, sin la necesidad de recurrir a la escritura repetitiva y monótona de los números arábigos. Fomenta y exige un análisis de la lógica del sistema numérico decimal por parte del aprendiz, para después pasar a la construcción de los números escritos en la notación tradicional arábica.

La autora también propende por la enseñanza bilingüe, situada geográficamente y desde la comprensión matemática inicial desde la lengua materna. Por otra parte, el trabajo tiene como virtud que, si bien el enfoque principal se encuentra en el aprendizaje de la base decimal, se pueden construir diversas *taptanas* para el aprendizaje de diferentes bases numéricas, tales como el código binario, que es importante para el desarrollo de la computación y de los lenguajes de programación. Si, con la enseñanza de las matemáticas, se busca la generación de pensamiento y desarrollo científico propio y consciente de las necesidades sociales que tienen las comunidades, y que a la vez sea este producido por ellas mismas, este último punto es de crucial importancia, por cuanto fomenta la concepción de las matemáticas como una forma de representar la realidad

y no como un cuerpo de conocimientos cerrado y acabado, que debe ser impartido a los aprendices.

Desde la perspectiva del autor, este proceso pasa a ser uno “de simbolización de la realidad” (Montaluisa, 2010, p.18), por lo que las matemáticas se convierten en una herramienta que permite el conocimiento del mundo y aporta a la vida de las personas. Este constituye un elemento pedagógico importante que hace explícita la utilidad de las matemáticas desde los momentos más tiernos del aprendizaje. Esto conlleva a pensar en principios a partir de los cuales se puede concebir un currículo con un enfoque diferente al tradicional, así como el planteamiento de prácticas educativas matemáticas creativas, más motivantes y eficaces.

Un ejemplo de estas prácticas es la presentada por Yonit Bousany (2008), quien parte de la concepción práctica y teórica de la etnomatemática. Según ella “Con la etnomatemática, la meta es descubrir, revivir, e incorporar estos sistemas [matemáticos] en la pedagogía de hoy” (pp. 3-4). En este sentido, la práctica que propone busca la solución a un problema concreto: el bajo rendimiento escolar en la población hablante de lengua quechua. No lo hace solo desde el punto de vista especulativo, sino que en la práctica adelanta el uso del *quipu*, la *yupana* y la *taptana* numérica como una manera de situar en contexto el aprendizaje de los niños de una escuela rural de población bilingüe.

La deliberación sobre su práctica se enmarca en las reflexiones de los grandes autores y cultores de la etnomatemática, por lo que cuando habla de etnomatemática como una práctica concreta que reincorpora los saberes matemáticos ancestrales, hace clara la distinción que delimita el objetivo de su práctica pedagógica. No se trata de cambiar los teoremas fundamentales de las matemáticas, ni de reformular las propiedades universales del número –lo que sería imposible–, sino que se busca rescatar las maneras en las que estos teoremas y

propiedades fundamentales son representados, aprendidos, comprendidos y reproducidos, de acuerdo con las diversas culturas y lenguas.

Si esto es así, los niños quechuas, al ser descendientes de una tradición matemática milenaria que pasó por un floreciente y fructífero desarrollo en los años de dominio de los Incas, durante el apogeo del *Tawantinsuyu*, deben ser partícipes y continuadores de dicha tradición para alcanzar un nivel sobresaliente en el desarrollo de las matemáticas, cosa que no ha sido posible bajo la enseñanza eurocentrada, que solo concibe una manera posible de representar y enseñar las matemáticas.

La ubicación de los aprendices en un estado de conciencia acerca de su lugar en la historia y geografía colabora para que estos vean las matemáticas como algo motivante e interesante, así como divertido y estimulante. Esto se da no solo porque se esté situando a los estudiantes en su contexto histórico y geográfico, dentro de las prácticas matemáticas, sino porque se ha comprobado que el aprendizaje matemático que desarrollaron las grandes civilizaciones de los Andes, en particular los Incas, es profundamente didáctico y pedagógico y en varios sentidos supera a otras formas tradicionales de enseñanza de las matemáticas.

Así nos lo muestra la autora de este trabajo, en su experiencia en la escuela *Wiñaypaq*. Concluye, desde la práctica, que es más efectivo enseñar a los niños quechua-hablantes desde su tradición oral y matemática. No obstante, no se enseñe en el idioma autóctono de estos –cosa que lamenta–, lo que sería todavía más eficaz y completo. Hecho este que se demuestra cuando la enseñanza matemática no está aislada de sus implicaciones prácticas y de sus orígenes dentro de la cultura. Por ejemplo, cuando la autora muestra cómo las matemáticas permiten calcular con precisión los ciclos climáticos, para un desarrollo adecuado de la agricultura, actividad

económica fundamental de los pueblos quechua-hablantes cercanos al Cuzco, donde se desarrolló su práctica.

Si la etnomatemática busca el rescate de viejas tradiciones matemáticas y de sus usos en diversas áreas del conocimiento, deben también traerse a colación varios estudios en la materia, publicados en la *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, que dirigen su vista, precisamente, al estudio de los usos concretos que dieron los Incas a sus instrumentos matemáticos. El estudio de los *quipus* ha llevado a la conclusión de que sus usos iban mucho más allá de la contabilidad, por lo que encierran, se podría decir, todas las matemáticas Incas, así como múltiples posibilidades de aplicación aún hoy en día, tanto en la pedagogía de las matemáticas como fuera de ella.

Comencemos citando el artículo titulado “An Ethnomathematics Exercise for Analyzing a *quipu* Sample from Pachacamac (Perú)” de Alberto Sáez Rodríguez (2011). En este artículo se estudia a profundidad un *quipu* analizado por el estudioso de las matemáticas Incaicas Gary Urton, que contiene la información necesaria, traducida en coordenadas celestes, para ubicar las estrellas más brillantes de las pléyades. El artículo hace un recorrido histórico que permite reconocer la gran tradición matemática registrada en los *quipus* en un primer lugar, por lo que primero nos sitúa claramente en contexto, nos permite ubicarnos con claridad, acerca de lo que se nos está hablando.

A continuación, hace lo mismo con la tradición astronómica Inca, cuya existencia está comprobada, aunque no se conozcan aún todos sus detalles y los alcances que esta tuvo. Así, por ejemplo, se compara el sistema de coordenadas que parecen haber usado los Incas con otros sistemas de coordenadas como el cartesiano o el babilónico. Esto debe entenderse teniendo en cuenta que gran parte de la tradición Inca quedó destruida después de la llegada de los españoles

y que, paradójicamente, mucho de lo que se sabe de esta en términos astronómicos proviene de los relatos de los españoles y los dibujos de Guaman Poma, esto sin despreciar la gran cantidad de conocimiento que se ha transmitido por tradición oral y que sigue vivo, gracias a ella, aunque a veces solo como referencia a algo pasado que ya no se conoce del todo bien.

Un ejemplo es el *Cuzco ceque system*, que fue el sistema de coordenadas usado por los Incas, del que se conoce bastante, pero del que quedan muchos misterios por resolver. El autor nos muestra la trascendencia que este sistema hubo de tener en la vida de los Incas y en la organización social y espacial de estos. A partir de este, los Incas pudieron analizar los fenómenos celestes y su coordinación con los cambios climáticos, lo que permitió una organización compleja y eficiente para el desarrollo de la agricultura y, por ende, del trabajo.

Uno de los centros astronómicos de este pueblo tuvo que ser el templo de Qoricancha, que permite observar una especie de plano cartesiano dibujado en el mismo. El análisis de Sáez genera varios interrogantes interesantes en el estudio de la astronomía, que él mismo plantea en su artículo, así como la constatación de la profundidad y diversidad de usos que tenía el *quipu* y, por ende, las matemáticas Incaicas.

En cuanto a la astronomía y su relación con los *quipus*, se recomienda la lectura del artículo “*Quipu UR19: Inca Measurements of the Moon’s Diameter and its Distance from the Earth*” (2014), del mismo autor, en el que se plantea la fascinante hipótesis en la que se plantea:

(...) el papel desempeñado por el *tuqapu* como un elemento importante que haya estado directamente implicado en la fase preliminar del proceso de construcción del *quipu*, es decir, que haya sido utilizado por los *quipuskamayus* como un croquis primitivo o en

calidad de plan de trabajo para organizar las ideas que pudieran servir de base para la confección del futuro *quipu*. (Sáez, 2014, p.16)

Textos como este nos permiten observar la fuerza de la tradición matemática Inca y profundizar en términos pedagógicos, que lleven a una enseñanza más completa y profunda de las matemáticas, junto con sus aplicaciones en la actualidad e implicaciones en el desarrollo histórico, así como la gama de posibilidades que abren para la inventiva y creatividad humana, cuando surgen de necesidades concretas y se van desarrollando sistemáticamente, como en el caso de los Incas.

Bajo la misma línea del texto anterior, cabe hacer una referencia corta al texto de Mónica Lorena Micelli y Cecilia Rita Crespo (2012), *Ábacos de América Prehispánica*. En este se habla ampliamente de diferentes instrumentos matemáticos que fueron empleados por las principales civilizaciones prehispánicas en América. Por supuesto, tanto el *quipu* como la *yupana* tienen un lugar reservado en el texto. Estos se estudian con un enfoque etnomatemático, rastreando la gran diversidad de usos y aplicaciones que tenían. Se describe el sistema numérico que era empleado para la utilización del *quipu*, así como los diferentes tipos de nudos que se solían hacer, junto con las posibles hipótesis acerca de lo que estos simbolizaban; así mismo, las posibles asociaciones que estos podían tener con los colores de las cuerdas. Acerca de la *yupana* se presentan también los posibles usos que se le daba a esta como instrumento de cálculo. Se termina el texto haciendo referencia a una gran gama de trabajos que buscan rescatar las aplicaciones didácticas y pedagógicas que estos instrumentos puedan tener en la enseñanza de las matemáticas.

Como se ha dicho hasta aquí, eran variadas las aplicaciones que tenían los *quipus* en la época del *Tawantinsuyu*, por lo que no es extraño que existan varios estudios dedicados a

analizar estos usos, desde la perspectiva etnomatemática, a través de la cual justamente se ha llegado a ver que eran más que instrumentos contables. Otro ejemplo de estos estudios es el artículo “Knot Numbers Used as Labels for Identifying Subject Matter of a *Quipu*”, también de Alberto Sáez Rodríguez (2013), en el cual muestra un *quipu* que parece contener instrucciones para la proyección de plantaciones de maíz en cierto espacio geográfico. Se cita este estudio solo para hacer patente la afirmación de que las matemáticas Incaicas y su desarrollo llevaron a esta civilización a un avance tecnológico y cultural del que todavía no se conoce lo suficiente.

Para terminar con las referencias sobre los artículos acerca de matemática Inca y por ende acerca del *quipu* y la *yupana* en los que se resalta que en ellos está contenida toda esta matemática, traemos a colación el artículo de Milton Rojas Gamarra y Marina Stepanova (2015) titulado “Sistema de numeración Inka en la *Yupana* y el *quipu*”, en el cual se busca formalizar el sistema numérico del *quipu*, al traducirlo mediante el álgebra al sistema de numeración arábigo, incluyendo en la formalización del sistema el cambio de base numérica, puesto que los Incas no trabajaban con una sola base. Sin entrar en detalles acerca de la formalización que realizan los autores, se puede decir que este trabajo constituye un aporte para la comprensión más profunda del funcionamiento matemático del *quipu*. Este trabajo busca también el desarrollo de una herramienta electrónica, para computadores, *tablets* y celulares llamada “El programa de la *Yupana Inka*”, el cual fomenta el aprendizaje a partir del uso del *quipu* y la *yupana*, reviviendo así los métodos ancestrales de cálculo, y haciéndolo accesible a más personas. En esta aplicación se puede trabajar lo que los autores desarrollan en el artículo, al pasar los números de la *yupana* a números arábigos, mediante la ecuación algebraica a la que llegan y de la que presentan demostración. Será interesante observar cuáles aplicaciones didácticas se pueden practicar, a partir de este y los demás trabajados referenciados.

## 2.2. Saberes ancestrales Sikuni

A continuación, se presenta el estado del arte existente acerca de investigaciones relacionadas con los saberes ancestrales de las comunidades Sikuni. Se debe establecer que se enmarcan en el panorama nacional, de tal forma que este apartado lo iniciaremos con las investigaciones que se recopilaron en el campo de los saberes ancestrales y etnomatemáticos, para luego pasar a describir la mayor parte de los trabajos existentes centrados en lo semiótico y lingüístico de los Sikuni y, en general, de procesos de oralidad y de recuperación de la memoria inscrita en la tradición oral de estos pueblos indígenas. Vale la pena decir que solo una investigación está relacionada directamente a los saberes matemáticos Sikuni, no obstante, se considera importante presentar los demás estudios como un marco de referencia, a fin de abordar la cuestión de la recuperación y puesta en práctica de los saberes ancestrales.

El primero de los artículos revisados fue “La etnomatemática en Colombia un programa en construcción” (Blanco, 2006), en el cual el autor hace un recorrido por el proceso histórico por el que ha atravesado Colombia para desarrollar la etnomatemática, con énfasis en la dificultad de acceder a la comunidad académica matemática en el país. Blanco establece que, en Colombia, en particular, la etnomatemática como concepto ha tenido un fuerte impacto en la forma como se entienden y se incluyen los saberes matemáticos culturales en el modelo

educativo. Además, hace hincapié en el desarrollo de exploraciones sobre estos saberes, previo al *boom* de la etnomatemática a nivel mundial:

Mucho antes que a los estudios que relacionan matemáticas y antropología cultural se les conociera como etnomatemáticas en el mundo, en Colombia se venían adelantando trabajos que tenían que ver con los saberes matemáticos de personas iletradas, geometría subyacente en la ornamentación de la cerámica de las culturas ancestrales de nuestro país, y el mito y su relación con las matemáticas. Es decir, en Colombia en los años 80 se estaba gestando lo que se podría llamar los inicios de la etnomatemática desde diferentes enfoques de investigación. (Blanco, 2006, p.3)

Por otra parte, la investigación de Higueta y Jaramillo (2014) titulada la “Movilización de objetos culturales desde las memorias de la práctica de la construcción del purradé: elementos para otra discusión en educación (matemática) indígena”, trata desde la configuración del purradé (vivienda tradicional de los Embera Chaní) la configuración de saberes matemáticos tradicionales de esta tribu. La contemplación de este proceso les permitió comprender esa noción de saberes desde una perspectiva epistemológica alternativa. Se establece, entonces, que los objetos culturales como concepto permiten la consolidación de miradas otras sobre el tema de la etnomatemática. En este sentido, las autoras se alejan tanto de la idea del conocimiento, como de la idea del saber y se acercan a la noción de objetos que son movilizados por prácticas que al tiempo movilizan posturas ontológicas, epistemológicas, gnoseológicas, etc. Así mismo, se escapan de la visión disciplinar del mundo que se ha construido a partir de la visión eurocentrista imperante en nuestras sociedades, habida cuenta que los objetos culturales no se relacionan, ni

tienen sentido únicamente cuando hacen parte de una disciplina particular; por el contrario, los objetos culturales adquieren sentido a través de las prácticas y los contextos donde se movilizan.

De este modo, las autoras plantean que:

En este sentido, la movilización de los objetos culturales debe ser analizada y comprendida en el momento en que ellos son estudiados; no puede hacerse una lectura o una interpretación de los objetos culturales a la luz de otros tiempos, de otras personas. De ahí, que esa adjetivación de movilización intente romper con ideas arraigadas, epistemológicamente hablando, como la de universalidad, la de unicidad, y la de inmutabilidad a la hora de la producción del conocimiento. (Higuita y Jaramillo, 2014, p.15)

El concepto de “objetos culturales” permite, entonces, apuntar a un reconocimiento epistemológico que no sitúa a las comunidades periféricas en una posición inferior en las relaciones de dominación derivadas del saber-poder. De esta manera, se establece una vía alternativa para aproximarse a los conocimientos matemáticos culturales que no se desprende de las perspectivas epistemológicas hasta ahora desarrolladas (enculturación matemática, etnomatemática y socioepistemología, entre otras). Así, se consolida como una visión alternativa que se escapa de las constricciones de las relaciones dominantes que se derivan del uso del lenguaje.

Esto implica que hay un reconocimiento por parte de docentes indígenas de la oportunidad para crear nuevas didácticas que les permita transmitir el conocimiento de forma coherente y armónica con los saberes que buscan preservar. Se muestran, a su vez, múltiples

posibilidades de crear nuevos abordajes y aproximaciones a los saberes matemáticos culturales, experimentando con elementos de su propio contexto y dinamizando las estructuras que hacen parte del sistema educativo tradicional.

A lo largo de esta sección fue posible observar los diversos trabajos que se han realizado sobre saberes matemáticos culturales, así como las distintas implicaciones que estos comportan para el contexto latinoamericano. Es posible ver que existe una serie de investigadores que se han encargado de engrosar el corpus teórico que hay con respecto a este tema, y así se ha fortalecido la investigación y se han ampliado las posibilidades de transformación del sistema educativo. Es a este respecto pertinente destacar que la noción de etnomatemática es predominante en cuanto a las aproximaciones epistemológicas a los saberes matemáticos culturales y ancestrales.

Con esto se muestra la relevancia que tiene para el contexto colombiano el desarrollo de una aproximación teórica y práctica a los saberes matemáticos culturales. Al mismo tiempo, se visibilizan los amplios esfuerzos que se han realizado desde una perspectiva multicultural por comprender la pluralidad étnica y la multiplicidad cultural que existe en el país, desde distintos ámbitos de la vida humana. Es interesante recordar, entonces, la interdisciplinariedad desde la que se ha abordado históricamente este asunto, y contemplar diversas formas de aproximación alternativas a la perspectiva de la etnomatemática.

Dicho lo anterior, se comienza con el estudio más relevante de los que se presentan aquí: “Saberes ancestrales y uso de la lengua Sikuani en la construcción de conceptos matemáticos” de Pedro Salcedo Flores (2017). Tal como el título lo señala, este trabajo constituye un esfuerzo investigativo por establecer la manera en la que la oralidad Sikuani, esto es, los usos de su lengua, se articulan para la comprensión de conceptos matemáticos, por parte de los integrantes

de este pueblo. Este enfoque es fundamental para la tesis que se adelanta en estas páginas, puesto que se trata de un proceso pedagógico práctico, que busca la enseñanza de las matemáticas desde el contexto específico de los aprendices y de sus prácticas cotidianas y propias. En este sentido, es difícil imaginar algo más propio y cotidiano, así como contextual de un pueblo, que su propia lengua. La investigación citada se desarrolla desde la metodología de acción participativa y se localiza en el departamento del Vichada, en el municipio de Cumaribo, en una escuela rural llamada Sagrado Corazón de Jesús. Se enfocó en niños de los grados sexto y séptimo, en su totalidad pertenecientes al pueblo Sikuani. En la investigación se realizaron varios talleres participativos que incluyeron la aplicación de un cuestionario social, en el que se pudieron evidenciar varios saberes ancestrales presentes en la oralidad y en la cotidianidad de los participantes, así como la influencia que estas tienen en la apropiación de conceptos matemáticos.

Los resultados de esta investigación, en tanto evidencia de la influencia de la lengua en la apropiación del saber matemático, apuntan hacia la construcción e implementación de metodologías que mejoren la apropiación efectiva, no solo del saber matemático, sino que permitan la transversalización de los saberes matemáticos, así como de las metodologías empleadas, a otras áreas del conocimiento. La posibilidad de transversalizar los saberes y las metodologías se hace patente cuando se tiene en cuenta que en la lengua se evidencian los elementos culturales autóctonos, tales como el calendario agrícola y todo lo que involucra su cosmovisión, conocimientos y elementos culturales en los que no se presenta la división de la escuela tradicional en áreas del conocimiento, sino que todo el conocimiento aparece integrado como una práctica. Al usar estos elementos culturales en la apropiación de las matemáticas se puede observar que son efectivos, porque, precisamente, no se desligan de los saberes que los

aprendices ya poseen y que les son familiares, y que, por otro lado, utilizan constantemente para suplir necesidades concretas en su contexto social específico. En palabras del autor:

Este estudio busca integrar la sabiduría del pueblo indígena Sikuani en el proceso educativo de los jóvenes, niños y niñas, que es el querer de las comunidades mediante la creación de estrategias que direccionen el papel del docente, del estudiante y demás miembros de la comunidad educativa en aras de fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en las escuelas, para ello es necesario despertar en los estudiantes la motivación por tener presente los saberes ancestrales, el uso de la lengua materna, como elementos esenciales en la educación indígena. (Salcedo, 2017, p.16)

En este sentido, el autor busca aportar a la solución de un problema evidenciado en gran parte de (si no en la mayoría o todas) las comunidades indígenas del país: el bajo rendimiento en matemáticas que, según el autor, se debe en gran parte a la falta de una simbolización adecuada, que permita a los estudiantes darles significado a sus procesos de aprendizaje. Siguiendo esta línea, el autor desarrolla su investigación y propone una “hoja de ruta” para el desarrollo e implementación de metodologías de enseñanza matemática (aunque extensibles a otras áreas del conocimiento) que involucren y se apropien de los saberes ancestrales y propios que ya poseen y utilizan las comunidades indígenas, específicamente, los de la etnia Sikuani.

Como se dijo más arriba, los demás trabajos que se citan no se relacionan directamente con la enseñanza de las matemáticas, sin embargo, es importante romper con la excesiva diferenciación entre las áreas del conocimiento, que se da en la escuela. Por esta razón, se considera importante mostrar las investigaciones existentes acerca de saberes ancestrales, aunque

la mayoría se han centrado en la oralidad y en la conservación y revaloración de la lengua Sikuani.

La investigación de Alejandra María Berrío Zabala y Virgelina Ponare Aguilar (2017), titulada “Propuesta curricular intercultural: saberes ancestrales” consiste en “una propuesta curricular para los grados de cero a quinto de la Educación Básica Primaria teniendo en cuenta las tradiciones ancestrales de los estudiantes pertenecientes al pueblo Sikuani, de la Institución Educativa Francisco de Paula Santander a partir del mito Kaliawirinae” (Berrío y Ponare, 2017, p.10). Las autoras parten de la constatación del hecho de que la cotidianidad y las prácticas de las comunidades Sikuani, en general, y la comunidad objeto de estudio, en particular, giran alrededor del mito de Kaliawirinae. En especial, en el uso del “conuco escolar”, donde se realizan actividades fundamentales para la subsistencia de estos pueblos, relacionadas con la agricultura, en el caso de la escuela donde se desarrolla la investigación.

Las autoras realizan un análisis del entorno cultural y material de las comunidades Sikuani, que les permite reconocer los rasgos históricos más influyentes y significativos en el desarrollo de los Sikuani, así como la interacción específica que estos han tenido con el ambiente (de nomadismo), junto con las formas de supervivencia que han adoptado. Lo anterior con miras a analizar cómo esto tiene implicaciones en el desarrollo de un ambiente específico para los niños de las escuelas a las que asisten los Sikuani, y en específico, la escuela en la que se adelanta la investigación. Este análisis permite explicitar los saberes ancestrales que se han construido a lo largo de siglos, lo que les permite establecer una propuesta curricular para los grados de cero a quinto de básica.

De esta manera, la construcción del currículo no se hace como sesión de conocimiento por parte de las autoras a las comunidades, sino como un proceso que se construye con estas,

para estas y desde las mismas. La perspectiva presentada en esta tesis de maestría es un colosal aporte, en la medida en que centra toda su mirada en el mito del Kaliawirinae y lo ve como centro cultural, desde donde se puede partir para enseñanza. La información, junto con el análisis y la aplicación que presentan las autoras es fuente valiosa para cualquiera que desee dinamizar procesos de enseñanza, metodologías o propuestas pedagógicas que tengan un impacto significativo en las comunidades Sikuaní.

Otro esfuerzo en la misma línea es el realizado en el trabajo de maestría de Edilia Herrera Cardozo y Licenia Sánchez Ortega (2017) titulado “Interacciones en un ambiente escolar pluriétnico”, el cual “se realizó para fortalecer las interacciones en la institución educativa San Bartolomé municipio de Santa Rosalía-Vichada, donde se cuenta con presencia de comunidades indígenas (Sálibas, Sikuanis y Curripacos) y colonos con lo cual se advierte diversidad étnica y cultural” (p, 16). Dicha investigación parte de la constatación de las dificultades que se presentan en un ambiente pluriétnico, por lo que considera necesario revalorar las lenguas maternas y darles reconocimiento y peso, dentro de los procesos de socialización e interacción entre culturas diferentes. El trabajo propone una serie de actividades que parten de los saberes de las comunidades, para generar un reconocimiento de la similitud y de la diferencia y una comprensión de lo diferente.

El trabajo es valioso para este estado del arte, en la medida en que busca formas novedosas de revalorar el conocimiento propio y ancestral, para la resolución de conflictos, dentro de un ambiente escolar y de enseñanza, en el que se evidencia la importancia del reconocimiento y conocimiento de las culturas en las que se quieren realizar procesos educativos. También es importante resaltar que el enfoque de la investigación está en reconocer las dinámicas que generan la exclusión en el ambiente pluriétnico y que busca explorar y proponer

las formas en las que se puede combatir esta exclusión. Por último, es importante resaltar que la investigación señala también la afectación que las diversas interacciones tienen en el rendimiento escolar de los estudiantes, sea de manera positiva o negativa.

Valioso es también el trabajo de grado de Karen Dallana Castro Mojica (2014), “Aportes educativos para el fortalecimiento de la lengua Sikuani: el caso de Cumaribo-Vichada”, en el que, desde la perspectiva decolonial, se lleva a cabo un estudio acerca de las presiones (violencia simbólica y violencia) que sufre la comunidad Sikuani de Cumaribo-Vichada y que ponen en riesgo la conservación y desarrollo de su lengua. El estudio se desarrolla en la institución Sagrado Corazón de Jesús, donde se enseña la lengua Sikuani como asignatura escolar. La autora hace notar que con la pérdida de la lengua no solo se pierde esta, sino una gran cantidad de saberes ancestrales que están en ella implicados, y que solo pueden mantenerse vivos con la existencia de dicha lengua.

El estudio también compara la situación en la que viven otras comunidades y etnias indígenas en el país, así como los procesos de recuperación y cuidado de las diversas lenguas, que se han adelantado hasta el momento, con la situación de la comunidad y la lengua de la que ella hace el análisis. En el caso que la autora analiza, el problema principal se presenta cuando las políticas educativas, dirigidas y diseñadas por personas ajenas a las comunidades y que, en numerosos casos desconocen las dinámicas específicas que se viven en la región, fuerzan la enseñanza de la lengua Sikuani, sin tener en cuenta la enseñanza de las demás lenguas indígenas que se siguen hablando en la región del vichada.

La autora reconoce los problemas que refuerza, crea y reproduce este tipo de accionar, puesto que se observan las dinámicas de exclusión, discriminación y empobrecimiento cultural y económico, en las que la enseñanza deslocalizada pone a una lengua por encima de las otras. Es

por ello por lo que la autora propone lo siguiente: “Mi fin último es hacer un aporte para revitalizar tanto la lengua como la cultura Sikuani; promover una perspectiva distinta de esta cultura y de la importancia que tiene en la sociedad colombiana, pero sobre todo de crear una conciencia en los estudiantes de la IESCJ acerca de la riqueza cultural que posee este municipio” (Castro, 2014, p.12).

Para finalizar, es importante hacer una pequeña referencia a dos investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia que estudian la situación sociolingüística de los Sikuani en Cumaribo. Siguiendo un enfoque similar al de las investigaciones presentadas, estos estudios relacionan los problemas de la conservación y utilización de la lengua, con los problemas sociales y políticos que enfrentan las comunidades indígenas, en general, y las Sikuani en particular. Las dos investigaciones son provechosas en conjunto, puesto que tocan diferentes aspectos de esta relación y ofrecen elementos valiosos para el desarrollo de propuestas pedagógicas interculturales y en clave decolonial para las comunidades indígenas. Por un lado, la investigación “Diagnóstico sociolingüístico de Cumaribo, zona de contacto indígena-colono, Vichada” de Héctor Ramírez Cruz (2003), quien busca “describir la condición social de la lengua Sikuani en la situación actual del contacto entre los indígenas y los colonos, entre sus lenguas y sus culturas, y especificar cómo este proceso de contacto ha influido, influye (o podrá llegar a influir) en la lengua Sikuani, en su mantenimiento o sustitución.” (Ramírez, 2003, p.11). Por otro lado, la investigación “Escuela e interculturalidad: el caso de las escrituras constelares Sikuani” de Magnolia Sanabria Rojas (2011), que “Tuvo como propósito caracterizar las escrituras constelares Sikuani y los procesos pedagógicos que se desarrollan en la escuela en relación con el uso de estas escrituras y la producción de texto en español, a partir de la aplicación de la etnografía y algunos elementos de la investigación-acción” (p.8).

### 2.3. Tendencias investigativas evidenciadas

En las documentación descrita se evidencian, de manera muy general, dos tendencias investigativas bien diferenciadas, aunque con enfoques muy cercanos, ya que todas apelan al desarrollo de la interculturalidad, desde una perspectiva decolonial, o al menos, cuando no se declaran dentro de estas corrientes de pensamiento, sí se lee en ella un compromiso con la revaloración de los saberes ancestrales de las comunidades ancestrales, en términos de desarrollo intelectual y económico de las comunidades implicadas en los procesos que proponen desarrollar las investigaciones. En este sentido, se diferencia entre las investigaciones que se enfocan en la etnomatemática o, en general, en la recuperación de los saberes matemáticos, por un lado, y en las investigaciones que se concentran en procesos de recuperación de las lenguas autóctonas, con miras a la recuperación de la cultura implícita y practica en y por medio de estas (v. Tabla 2).

Tabla 2  
*Referentes del estado del arte*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de documento</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Temática</b>
			<b>Incaica</b>	
Semiótica Arquetípica de la Matemática Inka	Sergio Huanca Yupanqui Yrury	Libro	Material bibliográfico Bolivia	Matemáticas ancestrales
<i>Quipus del Tawantinsuyu</i>	Andrés Chirino Rivera	Libro	Perú	Matemáticas ancestrales, el <i>quipu</i> y la <i>yupana</i>

Articulation of Mathematical Notions with Quechua Notions across History of Mathematics and Dynamic Geometry	María del Carmen Bonilla	Artículo	Hal Archives. Ouvertes.fr Perú	Historia y pedagogía de las matemáticas
Etnomatemática y geometría dinámica	María del Carmen Bonilla Tumialán	Memorias de congreso	CIAEM Perú	Etnomatemática y geometría dinámica
<i>Tapatana</i> Montaluisa	Luis Octavio Montaluisa Chasiquiza	Libro	Perú	Pedagogía de las matemáticas
Yupanchis, las matemáticas Inca y su incorporación a la clase	Yonnit Boussany	Artículo	PROQUEST Perú	Etnomatemática
An Ethnomathematics Exercise for Analyzing a <i>Quipu</i> Sample from Pachacamac (Perú)	Alberto Sáez Rodríguez	Artículo	Red Latinoamericana de Etnomatemática Perú	Etnomatemática
<i>Quipu</i> UR19: Inca Measurements of the Moon's Diameter and its Distance from the Earth	Alberto Sáez Rodríguez	Artículo	Red Latinoamericana de Etnomatemática Perú	Etnomatemática
<i>Revista Latinoamericana de Etnomatemática</i>				
Ábacos de América prehispanica	Mónica Lorena Micelli, Cecilia Rita Crespo	Artículo	Red Latinoamericana de Etnomatemática	Etnomatemática
<i>Revista Latinoamericana de Etnomatemática</i>				
Marina Sistema de numeración Inka en la <i>yupana</i> y el <i>quipu</i>	Rojas-Gamarra, Milton; Marina	Artículo	Red Latinoamericana de Etnomatemática	Etnomatemática

<i>Revista Latinoamericana de Etnomatemática</i>	Stepanova			
			<b>Sikuani</b>	
Saberes ancestrales y uso de la lengua Sikuani en la construcción de conceptos matemáticos	Pedro Salcedo Flores	Tesis	Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana	Etnomatemática
Propuesta curricular intercultural: saberes ancestrales	Alejandra María Berrio Zabala, Virgelina Ponare Aguilar	Trabajo de grado de maestría	Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana	Recuperación de saberes ancestrales
Interacciones en un ambiente escolar pluriétnico	Edilia Herrera Cardozo, Licenia Sánchez Ortega	Trabajo de grado de maestría	Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana	Recuperación de saberes ancestrales
Aportes educativos para el fortalecimiento de la lengua Sikuani: el caso de Cumaribo-Vichada	Karen Dallana Castro Mojica	Trabajo de grado de licenciatura	Repositorio Universidad Libre	Recuperación de saberes ancestrales lingüísticos
Diagnóstico sociolingüístico de Cumaribo, zona de contacto indígena-colono, Vichada <i>Serie encuentros</i>	Héctor Ramírez Cruz	Trabajo de grado maestría	Repositorio Universidad Nacional	Recuperación de saberes ancestrales matemáticos
Escuela e interculturalidad: el caso de las escrituras constelares Sikuani	Magnolia Sanabria Rojas	Trabajo de grado maestría	Repositorio Universidad Nacional	Recuperación de saberes ancestrales

---

Fuente: elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, se han definido tres líneas de discusión temática como fuente de exploración teórica. Primero, lo relacionado con pedagogías y didácticas ancestrales; allí se busca rastrear los aportes teóricos que permitan vislumbrar cómo se han entendido estas pedagogías, su relación con lo étnico y la identidad, con la vida de los grupos étnicos y la forma en la que, por un lado, se manifiesta en estos grupos y, por el otro, cómo se articula o se han intentado articular esas pedagogías en currículos formales u “oficiales” en ciertos contextos, a partir de la noción de interculturalidad.

En segundo lugar, se exploran trabajos que han versado sobre la decolonización del conocimiento y la pedagogía, esto en referencia principalmente a cómo a través de nuevas pedagogías influenciadas por conocimientos y saberes ancestrales se pueden discutir y relevar estructuras y prácticas de diferenciación (construcción de “otredad”) que, desde una perspectiva colonial, suprimen, reprimen o incluso discriminan la diferencia, es decir, son excluyentes.

En tercer término, se hace un breve recorrido por los estudios en etnomatemática, en los que se explora la forma en la que conocimientos matemáticos y geométricos se entrelazan en la vida de los grupos indígenas, dando cuenta del modo en el que el conocimiento matemático, para este caso específico, se transmite no de una forma especializada o dividida, sino de forma integrada a otros aspectos, elementos y escenarios esenciales de la vida cotidiana. Con tales aproximaciones a estas discusiones, se espera plantear y delimitar el escenario teórico en el que se desarrolla la discusión de este proyecto acerca de la posibilidad de una didáctica otra inspirada en la forma en la que se construyen conocimientos matemáticos en algunos grupos indígenas; los Sikuanis y los Incas para esta propuesta en específico.

En conclusión, el esfuerzo por acercarse a los conocimientos, saberes y pedagogías ancestrales y entender cómo estos interactúan con la identidad, al mismo tiempo que pueden ser

integrados junto con programas y pedagogías “formales” occidentales, requiere de la comprensión de que estos saberes y pedagogías ancestrales exigen no solo la formación y la enseñanza como un hecho académico, en el que el conocimiento se presenta como algo en sí mismo, sino que también requieren que se hagan reflexiones constantes sobre cómo estos conocimientos se prestan para, primero, permitir un diálogo incluyente entre culturas y, segundo, para ejecutar procesos de construcción de identidad y de proyecto social, al mismo tiempo que se adquiere conocimiento.

Los estudios investigativos descritos en este apartado, en torno a construcción de los saberes ancestrales matemáticos, están enfocados en las siguientes categorías según Blanco (2006) y modificados por la autora:

- Etnomatemático, a partir del análisis del pensamiento matemático de comunidades indígenas.
- Utilización de instrumentos autóctonos de las comunidades indígenas como herramientas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas occidentales.
- Estudios sociales, históricos, antropológicos, etc. de formas de pensamiento matemático y científico en construcción de concepciones matemáticas a partir de la cosmovisión de las comunidades indígenas.
- Estudios históricos, epistemológicos, filosóficos y educativos sobre el fortalecimiento de la lengua para la resignificación de saberes ancestrales, entre ellos los matemáticos.

Sin embargo, la mayoría están centrados en la etnoeducación, lo que impide que sea excluyente, desde la misma etimología de la palabra, por lo cual, se propone para nuestra tesis el

generar un espacio para reivindicar los saberes ancestrales para la construcción de un saber propio colombiano, de construir la necesidad de integrar los elementos descritos anteriormente en la descripción de las didácticas otras y de las pedagogías ancestrales. Se espera que los saberes matemáticos ancestrales Incaico y Sikuani, teóricamente, promuevan un doble fin dentro de la docencia: por un lado, la preservación de saberes ancestrales y el fortalecimiento de la identidad colombiana, por otro, se espera que sirvan para dar un mejor alcance al diálogo intercultural y que permitan superar las barreras de la educación formal colonizada que traza líneas de exclusión y de diferenciación (D'Ambrosio, 2013).

Es por esto muy importante señalar los vacíos de investigación identificados para abrir posibilidades de investigación y trabajo.

#### **2.4. Vacíos de las investigaciones**

A partir de las investigaciones exploradas anteriormente, es posible establecer una serie de elementos que requieren mayor desarrollo práctico y epistemológico. En primer lugar, se puede ver que solamente una de las investigaciones nombradas se aparta, conscientemente, del concepto de etnomatemáticas. Esto muestra que no hay un cuestionamiento directo sobre las implicaciones políticas y sociales de la palabra etnomatemática como tal, siendo este un concepto genérico que hace alusión a múltiples grupos poblacionales que no son incluidos en el sistema educativo oficial, a través de la noción única de tribalidad (es decir, en términos de tribu). Esto indica que hace falta la construcción de una perspectiva epistemológica construida desde un proyecto político incluyente y reivindicativo adecuado. Teniendo esto en cuenta, la

presente investigación no utiliza el término “etnomatemática”, sino que contempla el concepto “saberes matemáticos ancestrales” como piedra angular del desarrollo epistemológico.

Es necesario aclarar que en adelante se centra en los “saberes matemáticos ancestrales” dado que para la tesis la relevancia está en lo plausible de la articulación de dichos saberes con los hegemónicamente instaurados, de y para todos, no sólo para “casa adentro” denotando que lo etno, como ya lo advierte Walsh (2011) para el caso de sus investigaciones con poblaciones afrodescendientes:

Asumir la etiqueta «etno» educación tiene el peligro de resaltar la diversidad cultural, añadiendo contenidos sin cambios mayores en la estructura y matriz de poder racial-colonial y su representación en el currículo oficial. de esta manera hace muchas veces ocultar la lucha y razón de ser de afro y etno educar casa adentro y casa afuera invisibilizando la desigualdad real y los mismos sujetos «étnicos», es decir los afrodescendientes (p,103).

Sin desconocer, que los estudios en etnomatemática permitieron establecer el estado del arte de los saberes matemáticos ancestrales, para el marco del status quo de la tesis, por las razones anteriores, en adelante se abordarán los “saberes matemáticos ancestrales”, en particular de los dos pueblos: Sikuani e Inca.

Por otro lado, es evidente que existen falencias en el desarrollo adecuado de un modelo intercultural educativo en el que coexista un diálogo entre múltiples culturas. En primer lugar, es necesario partir de la existencia de relaciones de dominación y poder que hacen parte del escenario donde se desarrollan los procesos educativos. En segundo lugar, no se evidencia cuál es el impacto que tiene sobre la población en general la consolidación de un sistema educativo

intercultural. De igual manera, falta un mayor desarrollo en cuanto a las didácticas educativas que se proponen y la necesidad de incluir didácticas alternativas en un sistema intercultural de educación. A partir de estas reflexiones, es como se construye esta investigación, que trata de cubrir vacíos epistemológicos y prácticos que han dejado atrás investigaciones anteriores.

### 3. Marco categorial

En este capítulo se abordan las categorías que fundamentan la tesis, los saberes ancestrales y cosmogónicos Incas y Sikuani, su legado, y los aportes tecnológicos y culturales de otras precedentes sociedades del Perú que habitaron el Valle de Cuzco. Así mismo, se describe su sistema administrativo y financiero. Respecto a la Cosmovisión Sikuani, se expone el contexto social, político, histórico, cosmovisión y cosmogonía, toda vez que los saberes matemáticos son holísticos. La revisión de la literatura con respecto a los saberes matemáticos culturales en Latinoamérica permite observar las aproximaciones particulares a la investigación y grupos de investigación específicos.

Por una parte, se encuentran las apuestas teóricas enfocadas en analizar los saberes y prácticas matemáticas en comunidades ancestrales; por otra, están las investigaciones que analizan los saberes matemáticos culturales en relación con los sistemas educativos y la configuración de modelos educativos interculturales. Por último, se hace un acercamiento a varios estudios que explican los escenarios en los que una mentalidad de pedagogía ancestral interactúa con pedagogías occidentales; este es el punto de partida para vincular el concepto de interculturalidad y el proyecto decolonial en la educación.

### 3.1. Culturas inca y Sikuani

#### 3.1.1. Cosmovisión Inca.

##### 3.1.1.1. Imperio Inca, organización política y social.

El imperio Inca<sup>7</sup> fue un Estado asentado originalmente en el Valle de Cuzco, territorio perteneciente actualmente a la nación peruana. Su máximo periodo de expansión ocurrió en los siglos XV y XVI, cuando sus límites tomaron la forma que pudieron observar los españoles a su llegada, momento en el que el imperio Inca (principios del siglo XVI) gobernaba una gran área de Sur América (la costa occidental).

La constitución de la civilización Inca y su imperio no fue fortuita; tenían como legado los aportes tecnológicos y culturales de otras sociedades precedentes del Perú que habitaron el Valle de Cuzco desde hace once mil años. Podemos rastrear sus antecedentes a las civilizaciones andinas de los últimos dos milenios. La primera civilización de la que se tiene registros es la cultura Chavín, que tiene asentamientos desde el 1200 A.C., y cuyo apogeo tuvo lugar entre 850 y el 200 A.C. Después de esta fecha se pierde rastro de ella. La importancia de esta civilización es que se trata de una de las primeras señas de un grupo humano con una compleja organización social y grandes avances técnicos –la cultura de Caral es la más antigua de la que se tiene registro–; dejaron su influencia en monumentales templos y esculturas monolíticas. Esta civilización se extendió desde Lambayeque –actual territorio peruano del nororiente– hasta

---

<sup>7</sup> Por “Inca” se entiende a los gobernantes del imperio Inca, máxima figura humana y según su cosmovisión representantes de los dioses en la tierra. Se utiliza por extensión a todo lo relacionado con la civilización que gobernaban.

Paracas –sur del Perú–; su principal centro ceremonial fue Chavín de Huantar. La base de su organización era la agricultura, y estaban gobernados por una élite sacerdotal.

También emergieron otras culturas como la Moche –al norte del territorio peruano– y la Nazca –en el sur peruano– que también desarrollaron un alto grado de sofisticación técnica y cultural. La cultura Moche –llamada gallinazo– permaneció entre los siglos II y IX. Dejaron un legado imperial logrado por medio del dominio militar y la construcción de infraestructura para el sostenimiento de su autoridad (Vargas Martínez, 1996, p.83).

La cultura Nazca, activa entre los siglos II Y VII, famosa por los geoglifos de Nazca –una serie de líneas que forman figuras geométricas, animales y humanoides de una extensión de varios kilómetros sobre la pampa de Jumana (Moreno, 2017)– y su cerámica policromada –se sabe poco sobre la procedencia de muchas piezas de cerámica, al parecer la mayoría extraídas de sus recintos funerarios, donde se han podido detectar diez tonos de colores utilizados. En sus cerámicas representan diversas formas geométricas, cabezas cortadas, vegetales, figuras humanas en algún oficio y personajes míticos (Bosqued, 2015)–. Esta cultura detentaba a Cahuachi como centro ceremonial y de estancia de sus más altas élites, al parecer como “epicentro de la política Nazca” según Llanos (2009). Su economía se fundamenta en la agricultura intensiva, desarrollada a partir de una compleja red de acueductos; los puquios, un sistema de extracción y reparto de agua subterránea que desafiaban al desierto peruano (Ponce, 2015), inhóspito lugar, poco propicio para las actividades humanas. Era una cultura militar, encabezada por elites gobernantes y sacerdotes que organizaban a los demás estamentos de la sociedad.

Ciertamente, estas culturas y muchas otras que abarcan el territorio posteriormente ocupado por los Incas tuvieron alguna influencia entre estos últimos, ya fuera por la vertiginosa expansión territorial Inca o por coincidir espacialmente de algún modo con los numerosos grupos

humanos que habitaban la Costa Pacífica y la Sierra Peruana. Ahora bien, fue principalmente la unión de dos culturas, Wari-Tiahuanaco<sup>8</sup> (Garzón, 2007), la que alcanzó el grado de imperio<sup>9</sup> y se constituyó como gran antecesora de los Incas. La cultura Wari, en auge entre los siglos VI y XI, se extendió por casi todo el territorio peruano hasta las tierras bolivianas. De estructura guerrerrista, altamente estratificada, estaba conectada por una inmensa red de caminos que permitía el control del vasto territorio que gobernaban –algo que los Incas imitarán–. Según sostiene Valdez (2011), los *quipus*, el sistema de contabilidad Inca, fue heredado de los Waris.

Por su parte, la cultura Tiahuanaco, activa del siglo VII al XI, nace en el actual territorio de Bolivia, en los márgenes del lago Titicaca. Se expandió hacia el sur –en lo que actualmente es Chile– y el norte de lo que hoy es Perú, y mantuvo una unión política y de intercambio cultural con los Waris. Su desarrollo se debe al estrechamiento cultural de los diversos grupos humanos que ocupaban los márgenes del lago Titicaca, una “cultura regional”, y que intercambiaba conocimientos y tecnologías (Salles y Noejovich, 2016. p.73). Subsistían de la agricultura y la ganadería –pastoreo de la llama y la alpaca–. Con el pasar del tiempo se conformó una estructura de poder, fundamentada en las relaciones comerciales con otros pueblos. La decadencia de estos

---

<sup>8</sup> En el artículo “Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica”, (Garzón, 2007, p.9) sostiene, por ejemplo, que la expansión del cultivo de la papa, explotada por los tiahuanacos, facilitó la creación de este imperio, el cual llevó este cultivo a otras culturas. Posteriormente, la intensificación en la producción del tubérculo creció con la expansión del imperio Inca.

<sup>9</sup> Defino “imperio” como expansión territorial de un pueblo, principalmente por la guerra o la coerción, hasta el punto de la instauración de un sistema de tributación y vasallaje, de un grupo dominante a uno(s) dominado(s).

dos centros de poder, al parecer por causas ecológicas, significó el establecimiento de pequeños reinos.

Como vemos, el contexto social de la costa y la sierra peruana se encontraba en un desarrollo tecnológico y cultural muy diferente al de una organización arcaica, con formas de vida comunales pequeñas, con una (cuasi)inexistente relación con otros pueblos, fundamentada en una economía primaria desprovista de una separación entre el trabajo material y el intelectual. Todo lo contrario; el desarrollo de las diversas culturas que alcanzaron el grado de imperio fue posible gracias a que no se fundamentaban en una agricultura de supervivencia, sino que se enfocaban en el mejoramiento en la agricultura, el intercambio de productos y mercancías, lo que posibilitó la generación de una división de élites dominantes que no debían realizar trabajos físicos para su manutención. La instauración de los imperios se fundamentó en la organización de un “sistema comunal-tributario” (Vitale, 1983), esto es, en la conquista de territorios que se convertían en tributarios del imperio, organizados en la base de una producción comunal, que iba desde la explotación de la tierra, común a todos los miembros del grupo, hasta el trabajo comunal en obras públicas del imperio.

Habiendo hecho una rápida revisión a los pueblos antecesores del imperio Inca, damos paso a continuación a la mención de algunos aspectos relevantes para entender dicha civilización.

Con la derrota de sus enemigos los Chancas, que amenazaban su soberanía, se dio inicio a la hegemonía de Cuzco. Este episodio se convirtió en el mito que inició el militarismo Inca, la importancia de esto es que cambió su rol del poder, porque al inicio este Estado era un gobierno central que mantenía su control sobre un territorio limitado (Ansión, 1987, p.61), y a partir de este momento se inició un proceso que lo convertiría en un imperio que llegó a gobernar durante

seis siglos y a ser la potencia hegemónica de la región andina, regida por una familia imperial que tuvo hasta trece generaciones y que inició con Manco Kapac.

Bajo el gobierno del emperador Pachacutec, a mediados del siglo XV, la civilización Inca había iniciado siendo una nación culta y progresista, rodeada de tribus belicosas (Latcham, 1922, p.265). Posteriormente, en su período de conquista, logró extenderse desde Ecuador hasta Chile. Este imperio, no obstante, terminó con la caída de su último gobernante, Atahualpa, en el año 1532, ante un inestable periodo de guerras civiles, surgidas por las luchas de poder entre este último y Huáscar. Se trató de un período acompañado de enfermedades que diezmaron la población nativa, incluyendo la élite, lo que resultó debilitando su poderío. Esto concluyó con la llegada del imperio español que, en vista de esta decadencia, aprovechó para tomar el control del *Tawantinsuyu* y la anexionó a la corona española, un imperio que transformaría el continente americano de forma radical.

Para los Incas, la gran ciudad de Cuzco era el ombligo del mundo, ya que era la capital del imperio, eje central desde donde se estableció el gobierno, liderado por el emperador y los príncipes que hacían contrapeso al poder imperial. Desde la capital partían el sistema de caminos, y este es el que estableció la división regional del imperio y sus colonias, dividiéndolo en cuatro regiones, administradas cada una por el gobernador venido de la alta nobleza Inca, y a la vez familiares del emperador. Las regiones eran Chinchaisuyo ubicada al noroeste de la capital, en lo que hoy en día es el norte de Perú y Ecuador; Contisuyo, que se ubica en parte del actual Perú, incluyendo a la capital; Antisuyo, correspondiente a las partes amazónicas del imperio, y por último Collasuyo, donde estaban las grandes mesetas al sur del imperio, territorios actualidad ubicados en Chile, Argentina y Bolivia.

Por otra parte, estaban las ciudades gobernadas por un curaca que tenía poder en dos aspectos. Primero, sobre la mano de obra –este es su aspecto demográfico–, este era de gran importancia ya que permitía la explotación de los recursos; el segundo aspecto era la propiedad sobre las tierras –aspecto territorial–, que se veía condicionado por la cantidad de mano de obra y los tratos hechos a otros *Curacas*. Su capacidad administrativa definía qué era un buen gobierno, por medio de las actividades productivas, en cumplimiento de tres criterios: reciprocidad, redistribución y unas utilidades que satisficieran a distintos estamentos sociales (Villacorta, 2012, p.156).

El funcionario podía ser nativo de esa colonia; además de este había otros funcionarios municipales como un prefecto, el Suyuyoc y el Consejo Auquis que tenía funciones ejecutivas, legislativas y judiciales, además de otros tipos menores de funcionarios, los Varallanos, que eran supervisores de un determinado grupo de familias o el Michoc, juez e inspector de hacienda (Orellana, 2005, pp.7-8). No menos importante era el sistema de caminos; el estudio de Díaz y Vallejo considera, de hecho, que gran parte de la administración Incaica se dedicaba al control de estos (2012, p.358). Ha de tenerse en cuenta que, con esta cantidad de territorio, *Tawantinsuyu* contaba con una amplia gama de terrenos naturales como montañas, mesetas, desiertos y costas que debían también ser administradas.

El Sistema Inca se creó con base en el despotismo; tenía notorias características autocráticas. El Inca se consideraba el dueño de todas las tierras y si los ciudadanos tenían terrenos eran del soberano (Latham, 1922 p.282) aunque, como explicaré más adelante, esto es cierto solo en parte. Si bien el despotismo existía en las sociedades precolombinas, para Kalmanovitz (2013), los Estados precolombinos tenían un centralismo político que concentraba el poder en un líder de carácter semidivino, aunque a diferencia de los centralismos euroasiáticos

no se definieron leyes de sucesión claras, por eso eran estados débiles, ya que los cambios de gobernante podían llegar a ser periodos de inestabilidad política, razón por la que pocas sociedades lograron sistemas complejos (p.30). El *Tawantinsuyu* está entre esas pocas sociedades complejas. En la cima de su organización social y política estaba la alta nobleza, esta era la clase gobernante liderada por el emperador, pero de esta misma clase venían los parlamentos que eran un contrapeso al poder del soberano, esas instancias eran el *apu auqui* o consejo de príncipes y el *apu tucuy ricac*, el consejo de cuatro sabios y un quinto que hacía las veces de presidente o primer ministro, quien era elegido en la capital por el emperador y en las demás regiones por el pueblo, pero acompañado de un fuerte paternalismo estatal. Así pues, para hacer más eficiente el poder del Inca, este contaba con una clase burocrática, surgida de los sectores bajos de la nobleza.

Por debajo de la nobleza estaba el pueblo, conformado por agricultores y artesanos. Por último, la clase más baja estaba conformada por los esclavos, clase social a la cual se llegaba en cumplimiento de alguna condena o al ser prisionero de guerra (Orellana, 2005, p.6), sin embargo, los miembros de esta clase podían casarse y tener hijos que serían libres. Esta era, además, una sociedad de clanes, y su unidad básica era el *Ayllu*; la familia extendida descendiente de un antepasado común. El clan tenía un líder escogido por elección y a cada nueva generación se le aseguraba un terreno desde el clan; luego, cuando pasaban muchas generaciones y el grupo crecía mucho, se desprendía un nuevo clan desde el mismo (Latcham, 1922, p.286). Un conjunto de clanes constituía una comunidad o *ayllu*; estos podían establecer alianzas para fines industriales o sociales llamados *Hunu*. Esto muestra cómo el sistema social se hacía más complejo con el crecimiento poblacional, lo cual causaba la creación de corporaciones o gremios industriales y mercantiles.

Contrario a lo que hoy sabemos, se solía creer que la Inca era una sociedad igualitaria de tipo socialista con diferencias de rangos y castas, en la que los gobernantes le aseguraran privilegios a quien consideraban que lo merecía (Latcham, 1922, p.284).

El emperador debía suministrar tierra a sus súbditos, las cuales se dividían en tres: primero las tierras del emperador que mantenían a los nobles, después las tierras que mantenían al culto y por último las tierras de la comunidad que mantenían a los clanes (Orellana, 2005, pp.10-11). Estas últimas no podían ser vendidas al ser consideradas patrimonio familiar. Luis Taracena da una clasificación un poco más específica, en cinco tipos: primero las propiedades comunales trabajadas por toda la comunidad; segundo las tierras de los *Hapa*; tercero la tierra de los *Puric* que eran los trabajadores de la tierra; cuarto las *Tupu* para el mantenimiento de los marginados como ancianos y discapacitados, por último, las tierras del emperador.

Para mantener la productividad, el Estado fomentaba la enseñanza de dos principios éticos laborales: primero el valor del trabajo duro, de manera que no era tolerada la mendicidad o la holgazanería, por eso se evitaba el desempleo; de hecho, si no se conseguía trabajo, se debía servir en obras públicas o en el ejército. El segundo principio era el cooperativismo; mediante el fomento del *Ayni*, que es el trabajo comunitario, se enseñaba “la solidaridad y el sentido social del trabajo como una obligación propia del pueblo” Orellana (2005, p.11), de hecho, había obligaciones de trabajo con el Estado, así pues, se tenía la *mita*, que era el deber de todo hombre de trabajar en obras públicas y en las tierras del emperador y del culto. Para lograr esto, esto se hacía obligatoria la educación desde los doce años como aprendiz o conductor de llama y la participación en la vida laboral desde los veinticinco.

El sistema social llevó al establecimiento de instituciones extractivas basadas en relaciones de servidumbre, lo que parece cumplirse en algunos aspectos, como las relaciones

sociales entre *curacas* y comunidades, pero este sistema tenía más aspectos, tal es el caso de la repartición del fisco, que estaba basado a las necesidades. Dado su proceder expansivo, el imperio siempre debía enviar ingenieros a las nuevas regiones; estos estudiaban qué cultivos eran más viables y qué recursos de infraestructura y mano de obra eran necesarios. A partir de aquí se dividía la producción en dos campos: la agricultura y las manufacturas de cerámicas, textiles y metales.

En cuanto al sistema de intercambio de bienes y servicios, aunque los Incas no contaban con algún bien que cumpliera la función de una moneda, ya que no había un bien de intercambio común —a lo mucho, especias, cuyo uso era más común, por ser más prácticas de cargar—, en el clásico artículo de Latham se expone una lista de hasta seis productos que podían cumplir de alguna manera con esta función: coca, ají, chuño, sal, pescado seco, cobre y chaquiras. Esto era lo que en lenguaje económico llamarían “patrón mercancía”; una mercancía común como forma de intercambio (Friedman, 1971, p.206).

Se presume que los Incas no establecieron del todo un patrón de moneda por dos razones: primero, porque, como mencionamos, no había una única mercancía que sirviera como medio de intercambio; segundo, por el hecho de que no eran las únicas especias para intercambios económicos, por eso si bien se estaba formando unas monedas mercancías, este proceso no llegó a concretarse, de manera que esta permaneció siendo una economía del trueque en la que se solían usar más algunas especias que otras. A raíz del intercambio de estas, tanto el comercio como la recaudación de impuestos se fundamentaron en el uso de bienes producidos. En el caso del comercio, esto ocurría en el *catús*, que eran plazas comerciales, o en las ferias comerciales. El Estado daba fomento a este sistema general de trueque porque el intercambio de bienes entre regiones le quitaba cargas redistributivas al Estado central. En el caso de los impuestos, el Estado

coabraba quedándose con parte de la producción; se cobraba una alta carga tributaria de la cual el clero y la nobleza estaban exentos, y se usaba como forma de financiación para bienes y servicios. Para Kalmanovitz la “redistribución era el centro de la articulación económica y política entre los jefes y la comunidad Inca” (Kalmanovitz, 2013, p.31).

Es de resaltar, que no todas las tierras tenían su origen en el Inca. La propiedad podía darse, por ejemplo, si un individuo cercaba y ocupaba un terreno sin dueño, por largo tiempo; todo esto era legítimo ya que la propiedad era resultado del trabajo propio y por lo tanto pertenecía a quien la produjo. A su vez, aquello creado por trabajo colectivo era propiedad colectiva de los productores. Así pues, en este sentido las tierras eran más una propiedad de la comunidad que del Estado, de manera que la posesión del soberano sobre todas las tierras pasaba a ser de carácter simbólico, pero se reconocían los derechos de propiedad sobre las tierras del Inca y del culto. Además, se podía conseguir riquezas porque el sistema permitía que “el dueño podría acumular o enajenar estos bienes a su arbitrio, de manera que podría haber pobres y ricos” (Latham, 1922, p.290). Cae así el mito de la que el *Tawantinsuyu* era una sociedad igualitaria.

Como se mencionó anteriormente, los Incas se expandieron usando un sistema de caminos que conectaban la capital con las colonias, lo que sirvió como el medio para estructurar su orden geopolítico de regiones, pero esta no fue su única táctica. Así, por ejemplo, utilizaban la reubicación forzada de poblaciones, de una región colonizada a otra, para romper vínculos étnicos de las poblaciones locales (Schjellerup, 2002, p.52), como fue el caso de los Chachapoyas que habitaban al norte del imperio. Los Incas también hicieron alianzas políticas locales, por ejemplo, convirtiendo *curacas* Chichipoyas menores en *curacas* principales.

La principal estrategia Inca para conquistar combinaba la diplomacia con el poderío militar: “la campaña se iniciaba siempre con el establecimiento de relaciones presuntamente amigables con el futuro sometido” (Orellana, 2005, p.4), con lo cual se exigía un cierto nivel de asimilación lingüística, a la lengua quechua, aunque no se impedía seguir usando la lengua local. Con esto se procuraba que pudiesen mantener sus costumbres (Latcham, 1922, p.266), tal como hizo el Imperio Romano siglos atrás en Europa.

Su estrategia también los llevaba a evitar exterminar población, por su necesidad de mano de obra. Así pues, no buscaban destruir las naciones, sino edificar sobre las instituciones desfavorables y deshaciéndose de ellas; el fin era ganar la buena voluntad de los súbditos. Esto les hizo flexibles a aceptar cualquier adelanto logrado en las colonias e integrarlo en el imperio. De ahí que todos los pueblos dominados por los Incas tuviesen prácticas en común, como el sistema de clanes y el comunitarismo (Latcham, 1922, p.267), cosa que los Incas pudieron aprovechar para lograr un control legítimo; lo que hicieron fue permitirles preservar sus costumbres, creencias religiosas y lenguas, pero asumiendo algunos elementos ajenos como una segunda lengua y el sincretismo de su fe con el culto al sol (Latcham, 1922, p.269).

La idea era adaptar las instituciones para mejorarlas y hacerlas útiles al imperio. El mejor ejemplo son los *ayllus*, que eran antes construidas donde le convenía a cada quien, lo que daba como resultado tierras desparramadas y con poca protección que debían tener un refugio ante asedios de los enemigos. Con *Tawantinsuyu* eso cambió y los *ayllus* se establecieron dentro de ciudades que aseguraban una estructura urbana más ordenada.

### 3.1.1.2. Imperio Inca, creencias y cosmogonía.

El Estado Inca más que autocrático era teocrático, de hecho, al emperador se le presentaba como el hijo del sol y la nobleza Inca legitimaba su poder desde su origen divino. La religión legítima, el Sistema Inca, la mitología de *Tawantinsuyu*, iniciaba con el dios creador Viracocha, o Huiracocha; después estaban los dioses menores, iniciando con Inti, que simboliza al sol; Quilla, que simboliza la luna; Pachamama, que representa la madre tierra. Entre estos, el dios más representativo era Inti, ya que los Incas se consideran descendientes del sol. El culto al sol se solía asociar al culto a la guerra (Orellana, 2005, p.4), la cual era un aspecto esencial; se trataba de la expresión de masculinidad, la que estructuró la hegemonía Inca, signo de poderío de esta civilización. Antes de su hegemonía, el dios esencial era Viracocha, una deidad andrógina, combinación de lo masculino con lo femenino. En esta mitología la primera generación Inca es “una pareja inicial en la que predomina nítidamente la figura femenina –madre, sabia, hechicera– y el poder se sustenta en la astucia que en la guerra” (Ansión, 1987, p.63). Así pues, la sociedad pre-imperial fue una en la que surgió la idea de lo femenino como la astucia. Pero con el ascenso de *Tawantinsuyu* como potencia militar se perdió la supremacía de este dios y fue reemplazado por Inti, dios masculino y representación mítica del militarismo, ya que la masculinidad estaba para los Incas ligada a la guerra (Ansión, 1987, p.63), lo que daba al emperador una conexión con Inti.

Aunque Viracocha pasó a ser un dios en segundo plano, su culto fue revivido por el Inca Yupanqui, lo cual cambió el papel de este dios porque, aparte de ser el creador, era la representación de los antepasados. Así pues, la relación entre estos dos dioses se derivó en una complementariedad, ya que son el poder tradicional y el poder imperial, bases sobre las que se creó el imperio. Desde este punto, la imagen de lo femenino, aunque conllevaba la astucia, fue

menos notoria, sin embargo, no es de menospreciar la capacidad estratégica para usar esa astucia en la diplomacia –lo femenino integrado dentro del poder– puesta al servicio de la guerra.

Aunque la imagen de la femineidad dentro del poder varió con los distintos emperadores, unos preferían quitarle importancia a los cultos a la femineidad dentro del mito, como Viracocha Inca.

### 3.1.1.3. *Imperio Inca, sistema administrativo y financiero.*

Para poder ejercer el control y administración de sus dominios, los gobernantes debieron crear un sistema escrito para el registro y sistematización de las cifras y las riquezas del imperio, en especial durante la recaudación de impuestos. Era necesario un medio para el registro de toda esa información, y aunque no contaban con libros o pergaminos, desarrollaron un método para transcribir todos los datos por escrito. Los *quipus* nacieron como un medio para la contabilidad del Estado. Este complejo sistema de cuerdas y nudos solían estar elaborado con lana o hilos vegetales de distintos colores, y era un recurso enfocado al registro de datos cuantitativos, por lo tanto “con estos medios resultaba imposible en la práctica dejar constancia literal de tales hechos o referencias sobre los mismos” (Orellana, 2005, p.19).

Una de las funciones era la de registros de las cantidades de los bienes económicos; eso hizo necesario que los intérpretes guardaran en su memoria los aspectos cualitativos. Ese papel le correspondía a los *quipucamayoc*, altos funcionarios que cumplían un rol de escribanos contadores. Este era un oficio de vital importancia, y de alta exigencia, ya que equivocarse podía traerle muy malas consecuencias al intérprete. Estas personas especializadas en la lectura y escritura de *quipus* se dividían en tres tipos: el *Tawantinsuyu quipuc* era el contador mayor, el cual tenía la más alta responsabilidad; los otros dos tipos estaban encargados de las cuentas de crédito o, en otras palabras, de los deudores al fisco. Entre estos últimos, unos contadores se

encargaban de deudas mayores y el otro de deudas menores. Para su formación existían escuelas especializadas.

Este sistema fue tan avanzado que llegó inclusive a tener el número cero. Hacer las cuentas hizo necesaria la realización de operaciones aritméticas, razón por la que hacían uso de otro recurso, la *yupana*. Esta especie de ábaco, conformada por unos hilos llamados *hanko* para las cuentas débito, que calculaban lo que se había pagado y otros llamados *chaaras* para las cuentas crédito, para calcular cuánto se debía. Más allá de su uso contable, este sistema se pudo extender para el desarrollo de biografías, mitos y leyendas (Orellana, 2005, p.20).

Comunicaban por medio de nudos y colores, ya que, aunque exponía cifras encontraron la forma de anunciar algunos conceptos cualitativos abstractos como paz y guerra, si bien era limitado en este aspecto, permitió el registro de información, ya que no eran muy prácticos para representar conceptos complejos, para esto surgió un cuarto tipo de *quipucamayoc*, los amautas que registraban los hechos importantes de la vida de los gobernantes.

El qué son los *quipus*, sus usos, significados, sus funciones en lo contable, el sistema de numeración de los Incas, los usos de la *yupana* y demás saberes matemáticos serán abordados a profundidad en el Capítulo 6, titulado “Situaciones problémicas, representaciones y concepciones de matematización Incas“, ya que esta tesis pretende describir y comprender dichos saberes matemáticos ancestrales para su recuperación y resignificación.

### 3.1.2. Cosmovisión Sikuaní.

A continuación, se expone el contexto social, político, histórico, cosmovisión y cosmogonía del pueblo Sikuaní, toda vez que los saberes matemáticos son holísticos y no pueden ser comprendidos sin explicitar su cosmovisión.

El pueblo indígena Sikuaní<sup>10</sup> se caracteriza por una historia de nomadismo que determinó su amplio patrón de asentamiento. Actualmente se localizan de manera sedentaria en los departamentos de Vichada, Meta, Casanare, Guainía, Arauca (principalmente en las riberas de los ríos Meta, Orinoco, Vichada y Manacacias) y en el país hermano de Venezuela (aproximadamente quince mil personas). Se trata del pueblo de mayor presencia en la región de la Orinoquía colombiana.

De acuerdo al diagnóstico que llevó a cabo el mismo pueblo Sikuaní, en articulación con el Ministerio de Cultura, actualmente el 83,3% de la población habla su lengua nativa. La incursión de la lengua española ha hecho desaparecer ciertos rituales, dado que el rezo no tiene traducción al castellano, pues es un lenguaje sagrado.

Quien se considere Sikuaní ha de profesar las creencias de este pueblo y participar activamente en todas las ceremonias, cuyas manifestaciones se hacen en la lengua nativa. El pueblo Sikuaní ha venido desarrollando su lengua a través de la tradición oral. Los conocimientos se han transmitido de una generación a otra, aunque en las últimas décadas se ha implantado un sistema de escritura con el fin de tener documentación que se pueda preservar en textos físicos y sirva para la memoria y el aprendizaje de las futuras generaciones, aprovechando las tecnologías de la modernidad.

---

<sup>10</sup>También conocidos como Guahibo, Sikuani, Jive, Hiwi, Guajibo, Guayba, Guaigua y Hiwi.

Un alto porcentaje de la población Sikuani maneja su lengua nativa en forma escrita: el 70,6% sabe leerla, y el 68,6% tiene la capacidad de escribir en ella. Esta situación es consecuencia del proceso de unificación del alfabeto efectuado por los Sikuanis hace treinta años –tarea llevada a cabo como parte del proceso de etnoeducación implementado en este pueblo–, y también se debe al énfasis que la comunidad ha puesto en el aprendizaje de la lectura y la escritura de su lengua y en la elaboración de materiales educativos para la enseñanza de este idioma. Es evidente que en el pueblo Sikuani la escuela incide de forma positiva en los niveles de lectura y escritura de la lengua nativa.

El Censo DANE 2005 reportó 19.791 personas auto reconocidas como pertenecientes al pueblo Sikuani, de las cuales el 51,1% son hombres (10.118 personas) y el 48,9% mujeres (9673 personas). El pueblo Sikuani se concentra en el departamento del Vichada, en donde habita el 61,2% de la población (12.119 personas). Le sigue Meta con el 25,1% (4966 personas) y Arauca con el 4,5% (891 personas). Estos tres departamentos concentran el 90,8% de la población de este pueblo. Los Sikuanis representan el 1,4% de la población indígena de Colombia. La población Sikuani que habita en zonas urbanas corresponde al 14,6% (2895 personas), cifra inferior al promedio nacional de población indígena urbana que es de 21,43% (298.499 personas) (v. Figura 2).

Los miembros del pueblo Sikuani habitan principalmente en los resguardos Ibibi (Iwiwi), Domo Planas (San Rafael), El Tigre, Awaliba (Abariba), El Unuma, Vencedor, Piriri Wacoyo, (Corocito, Yopalito) y Walliani. Las tierras de sus resguardos se caracterizan por ser sabanas y bosques tropicales formados en las llanuras de los ríos. Esta característica hace que las tierras sean de tipo aluvial, aptas principalmente para la agricultura de productos de pancoger. Los bosques generalmente son reservas forestales y son considerados sitios sagrados. La mayoría de

Sikuani hoy en día practica la agricultura de subsistencia en los denominados “topocheras” y “conucos”<sup>11</sup>. La primera es el área destinada exclusivamente al cultivo de topocho (variedad de plátano típicamente llanero), plátano y banano, ubicado cerca de la casa; la segunda se constituye por una variedad de productos sembrados de manera dispersa, entre los cuales se destacan el plátano, la yuca, el maíz, los frutales y donde el cultivo de la yuca brava es el principal (Forero, 2008).

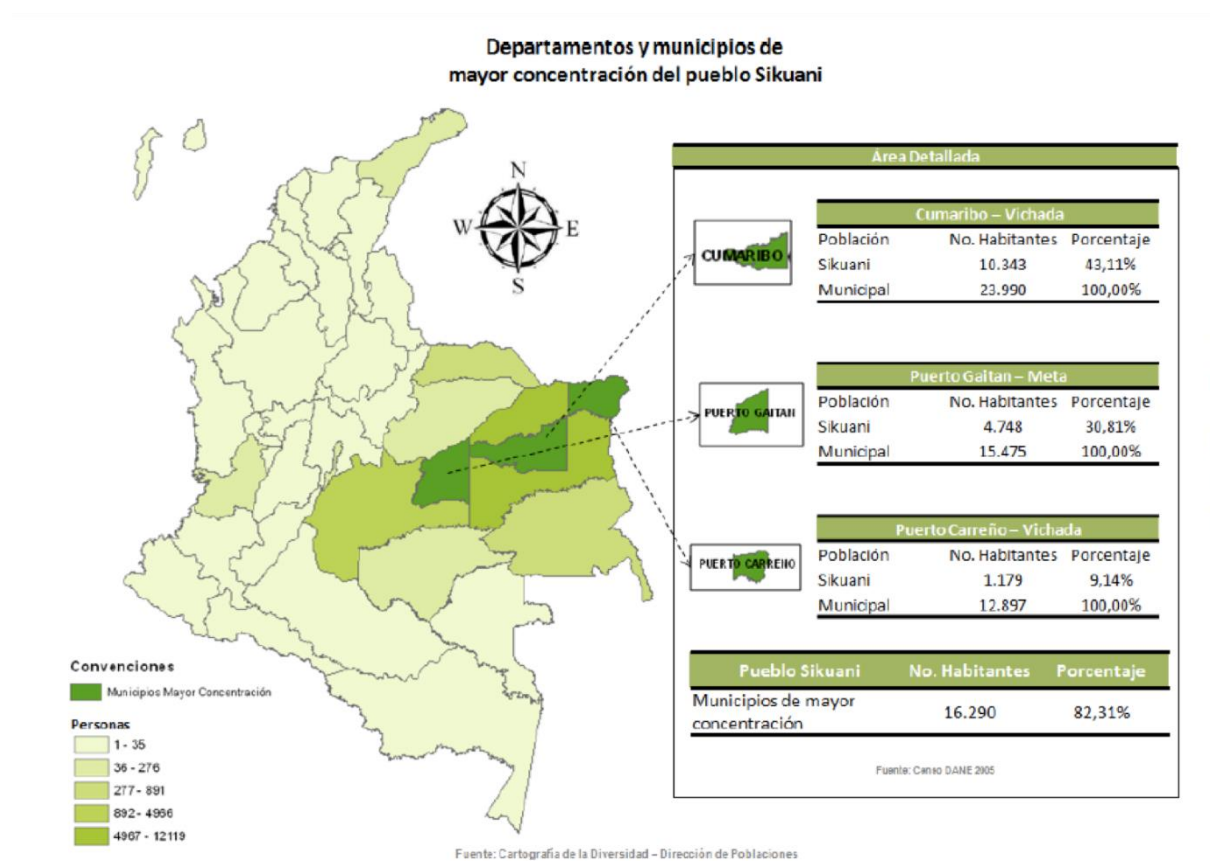
La estructura social del pueblo Sikuani está determinada por clanes y posee en la práctica de la endogamia un mecanismo de autorregulación y mantenimiento de los mismos, sin embargo, últimamente se ha ido perdiendo esta tradición. Cada clan se asocia a un animal de la región como el *Newete* (Tigre), *Jüra* (Loro), *Papaloü* (Mico), *Namo* (Zorro) y *Metsaja* (Danta), entre otros. Las características físicas de estos animales y sus habilidades particulares son adjudicadas a las personas pertenecientes a cada clan.

Las autoridades tradicionales del pueblo Sikuani son los médicos tradicionales y ancianos. Sobre estos recae la responsabilidad de guiar al colectivo y los núcleos familiares. Igualmente regulan el uso de los recursos y procuran el bienestar físico y espiritual de la comunidad. Los ancianos representan el acumulado del conocimiento tradicional y cultural del pueblo. No obstante, la dinámica actual de administración pública ha fragmentado considerablemente la existencia de la figura tradicional, lo que ha ocasionado división y debilitamiento de las prácticas culturales del pueblo, como lo refiere el Ministerio de Cultura, en el documento “Sikuani entrañables defensores de su territorio”.

---

<sup>11</sup> En el documento del antropólogo Marco Martínez (2008) se puede encontrar una explicación más detallada sobre lo que es el conuco.

A pesar del debilitamiento cultural que ha sufrido el pueblo a causa de las misiones religiosas, el accionar de grupos armados al margen de la ley, la problemática de los cultivos ilícitos y la presencia de colonos en sus territorios, los Sikuaní han enfrentado las adversidades con fortaleza y cohesión social como pueblo indígena y han luchado fuertemente por mantener vivas sus tradiciones.



*Figura 2 Concentración Pueblo Sikuaní. Grupo de investigación población Meta*  
Fuente: tomado de *Cartografía de la Diversidad. Departamento y municipios de mayor concentración de pueblo Sikuaní*

El simbolismo es otro de los aspectos de la cultura que deben ser reivindicados en los estudios etnomatemáticos, ya que, en el desarrollo mental de los pueblos, el concepto de lo sagrado representado geoméricamente da cuenta de las diferentes perspectivas desde donde conciben el universo. El tema de lo sagrado que ha estado oculto se representa simbólicamente y puede equipararse a la abstracción de las concepciones geométricas. Respecto al simbolismo en la cestería se destacan los trabajos de Francisco Ortiz Gómez (2015) “El simbolismo de la cestería Sikuni” y Pablo Solano (1988) *Guacamayas: oficios artesanales*.

Sobre los alcances antropológicos relacionados con el tema de esta tesis, están los estudios de Gerardo Reichel-Dolmatoff titulados “Algunos conceptos de los indios Desana del Vaupés, sobre el manejo ecológico” (1981), “Apuntes etnográficos sobre los indios del alto Sinú” (1963), “Aspectos económicos entre los indios de la Sierra Nevada” (1987), “Colombia indígena” (1998) y “Contactos y cambios culturales en la Sierra Nevada de Santa Marta” (1953). Este autor se preocupó por recuperar el entorno en el que se desarrollaron las diversas culturas de nuestro país, con lo cual ofrece algunos datos referentes al colonialismo imperante, los orígenes de los desplazamientos y las migraciones, así como a las circunstancias foráneas que afectaron el desarrollo de nuestras comunidades. Así mismo, los estudios de Reichel-Dolmatoff contribuyen a diferenciar la concepción de las distintas comunidades autóctonas respecto al “blanco” y las variaciones conceptuales inducidas por la dominación ideológica en los distintos momentos de contacto con la cultura invasora.

De estos estudios se derivan aquellos que el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh) recogió y patrocinó a lo largo de varios años, cuando los indígenas Sikuni eran llamados “Guahibo”, nombre que desapareció después y fue sustituido porque la comunidad lo consideró despectivo. De estos trabajos deben resaltarse los siguientes: “Guahibos: maestros de

la supervivencia” (Friedemann, 1982), “Guahibo” (Kondo Weidman, 1978), *La historia de la etnia guahiba en el idioma guahibo* (Kondo Weidman, 1988), “Notas sobre la magia de los Guahibo” (Lucena Salmoral, 1971), “Ethnohistory of the Guahibo Indians of Colombia and Venezuela” (Morey, 1974), “El cultivo de rotación entre los Guahibo de Colombia oriental” (Morey, 1974), “La cultura material de los indios Guahibo” (Reichel-Dolmatoff, 1943) y *La música de los Guahibo, Sikuaní-Cuiba* (Yépez Chamorro, 1984).

Además, el Icanh ha venido desarrollando desde hace varios años un atlas arqueológico que permite desentrañar hallazgos previos a los asentamientos indígenas y restaura la memoria con base en su trasegar, porque, como ya se ha mencionado, los Sikuaní fueron, en principio, nómadas.

### *3.1.2.1 Cosmovisión matemática Sikuaní*

El uso de los saberes matemáticos Sikuaní será abordado a profundidad en el Capítulo 7 “Situaciones problemáticas, representaciones y concepciones de matematización Sikuaní“, ya que la tesis pretende describir y comprender dichos saberes matemáticos ancestrales para su recuperación y resignificación.

## **3.2. Saberes matemáticos ancestrales**

A través de este apartado se exploran los aportes hechos desde la academia a los estudios de los saberes matemáticos ancestrales en América Latina. A pesar de que, como ya se ha visto, el enfoque de la etnomatemática ha sido el más utilizado y difundido para abordar, conocer y

comprender los saberes matemáticos culturales, existe una gran variedad de enfoques teóricos que permiten acercarse a este tipo de saberes y prácticas. Para empezar, se hace en este capítulo alusión a estas formas, de manera que el lector pueda tener claridad con respecto a las diversas maneras que existen para indagar sobre este tipo de saberes matemáticos.

La producción de literatura sobre los saberes matemáticos culturales en Latinoamérica está vinculada a aproximaciones particulares a la investigación y grupos de investigación específicos. Se ha decidido dividir en dos grupos los artículos revisados, teniendo en cuenta las tendencias temáticas que estos poseen. El primero contiene las investigaciones enfocadas en el análisis de los saberes y prácticas matemáticas en comunidades ancestrales; el segundo se compone de las investigaciones que analizan los saberes matemáticos culturales en relación con los sistemas educativos y la configuración de modelos educativos interculturales.

Dentro del primer grupo, es importante mencionar la investigación realizada por Sánchez (2009), “El sistema de numeración y algunas de sus aplicaciones entre los aborígenes de Venezuela”, que indaga sobre las diversas maneras que tienen los pueblos indígenas en Venezuela para generar sistemas de numeración; esto se hace en directa relación con las actividades diarias, entre las cuales se cuenta, entre otras, la producción y el intercambio económico. El autor presenta, además, las palabras que utilizan los distintos grupos poblacionales para denominar los números y los sistemas de numeración en general. Esto permite aunar el interés por recuperar los saberes asociados a las matemáticas con la exploración de los distintos lenguajes para una comprensión más compleja de los distintos saberes matemáticos construidos. Esta investigación contiene un elemento particular que resulta muy interesante y es la variación que existe entre los diferentes conceptos matemáticos, lo cual se relaciona directamente con los encuentros culturales que tienen las tribus indígenas con

individuos no miembros de sus pueblos; en especial cuando se trata de personas de ciudad que han accedido a un sistema educativo diferente. Esto ha permitido una combinación de ambos sistemas que se complementan para generar un híbrido dentro de los mismos saberes matemáticos.

En esta misma corriente se encuentra el libro *Las matemáticas en el mundo Nasa*, editado por Caicedo y Parra (2009), en el que se exploran las múltiples características del sistema matemático del pueblo indígena Nasa, y se propone una serie de explicaciones de los múltiples procesos que la componen. Al mismo tiempo, se establecen las distintas conexiones que existen entre las matemáticas y las actividades cotidianas, así como los vínculos entre la lógica matemática Nasa y las cosmovisiones y comprensiones del universo. Además de hacer una exploración a profundidad de los saberes matemáticos de este pueblo, el libro provee distintos puntos de partida para fortalecer la enseñanza de las matemáticas y la construcción de materiales didácticos adecuados para la proliferación de estos saberes culturales.

Por otro lado, el artículo de Albis (1984), “Arte prehispánico y matemáticas”, muestra cómo es posible identificar los sistemas de pensamiento matemático a partir de piezas de arte recuperadas. Es importante rescatar de esta propuesta la necesidad de no comprender los saberes matemáticos propios de contextos prehispánicos a partir de premisas y presupuestos propios de la racionalidad griega, herencia de los procesos de colonialidad y proliferación de la perspectiva occidental de las matemáticas. Este tipo de matemáticas cuenta con una racionalidad propia que debe ser comprendida en contexto. Esta parte del artículo hace que las divisiones entre ambos grupos o tendencias se vuelvan algo borrosas, en particular porque empieza a hablar de ese diálogo intercultural inevitable que se genera con el encuentro de dos formas de comprender las matemáticas en un mismo lugar.

En el segundo grupo de investigaciones revisadas están aquellas que buscan relacionar los saberes matemáticos culturales con los actuales sistemas educativos; de esta manera, apuntan a la configuración de modelos educativos interculturales. Si bien este último concepto tendrá un mayor desarrollo en un apartado posterior, vale la pena rescatar que esta es una importante tendencia en investigación tanto en Colombia como en toda América Latina. Este grupo de investigaciones es un poco más prolífico que el anterior, tanto en cantidad como en contenido teórico que aporta al desarrollo de este estudio, de manera que no se realiza a continuación una enumeración, sino que nos adentramos en una descripción más reflexiva de su asunto.

Dentro de todos los tipos de conocimientos que se producen y reproducen en la vida cotidiana, sobre todo en el día a día de los grupos étnicos, el saber matemático es uno de los que se encuentra más intrincado en todos los aspectos de la vida, tanto en la construcción de objetos para uso ritual o productivo, como en la estructura de sus relatos mitológicos y sus tiempos cosmogónicos.

Una primera definición de los saberes matemáticos ancestrales se refiere a las prácticas y nociones desarrolladas por grupos étnicos y culturales, a través de las cuales, estos construyen sus propios sistemas para “generar y organizar formas de comparar, clasificar, ordenar, cuantificar, inferir, medir, contar...” (D’Ambrosio, 2000). En otros términos, “diferentes maneras de hacer matemática” (p. 222).

El recuperar saberes matemáticos conlleva a la posibilidad de re-adquirir dignidad, de resignificar las prácticas educativas en educación matemática, de dar espacio a la otredad y de enseñar valores y permitir la construcción de identidades a través de la enseñanza, de conocimientos diversos en matemáticas en este escenario de consolidación de una didáctica otra

y alterna a las coloniales en las que priman los valores científicos occidentales (D'Ambrosio, 2000).

Los saberes matemáticos de los grupos étnicos permanecieron en el tiempo, junto con los demás saberes, de forma oral (Crespo y Vila, 2014). Su mejor ejemplo de perseverancia lo encontramos en las piezas artesanales que se elaboran a partir de estos preceptos matemáticos; tal es el caso de la construcción de los sombreros elaborados en Colón y Génova, en el departamento de Nariño (Enríquez, 2012), en el cual se evidencian secuencias lógicas y de simetría; los artesanos son conscientes de que en cada tejido están aplicando las matemáticas.

Estos artesanos elaboran su artesanía a través del uso de algoritmos y procesos de pensamiento propios de su cultura, en la que, por ejemplo, el color es un insumo importante para el desarrollo del pensamiento geométrico y, por supuesto, del diseño. Con el ánimo de ahondar en este ejemplo, vale la pena reconstruir cómo se confecciona el sombrero de iraca, el cual conlleva los siguientes pasos: el conteo, en el que se cuentan las fibras a usar y que se organizan en pares; el amarrado, en el que se amarran los pares de las fibras deseadas, y el tejido de los cadejos, en el que se componen cuatro cadejos y se tejen de acuerdo a las iracas usadas y la vuelta o chulla, y se teje alrededor del sombrero, con inicio en cualquier iraca y en cualquier parte del sombrero. Este proceso evidencia que las matemáticas aplicadas de este pueblo indígena son parte de un sustento económico. Se trata de un saber de tipo ancestral que denota una configuración cultural que debe ser documentada, preservada y respetada.

Los retos que surgen de la implementación de los saberes matemáticos ancestrales se dan en dos flancos. Por un lado, el cómo hacer uso para ayudar en el proceso de la construcción de una pedagogía decolonial en la que, a través de la enseñanza o la transmisión de conocimientos matemáticos, se impartan conocimientos también de otros aspectos de la vida cotidiana. Por otro

lado, la enseñanza de los saberes matemáticos ancestrales debe “contribuir a la preservación de la identidad de las culturas indígenas, y promover el desarrollo de una educación matemática que promueva una perspectiva crítica y con equidad sociocultural” (Peña Rincón, 2014).

Este es quizás el punto en el que más se discuten los roles o los efectos diferenciados que tiene que impartir una educación no parametral y decolonial en escenarios en los que el público – quienes se educan– hace parte del intercambio intercultural; es decir que hay personas indígenas y personas no indígenas. En otras palabras, surge la pregunta acerca de sí la recuperación de los saberes matemáticos sirve, primero, al fin de generar el diálogo intercultural y si, segundo, tiene los mismos efectos sobre los estudiantes dependiendo de su origen sociocultural; es decir, si en efecto se aleja de la educación matemática formal occidental en el hecho de que contextualiza el conocimiento según a quién se le transmite (Blanco, 2008).

La finalidad de la recuperación de saberes ancestrales matemáticos, en el marco de ésta investigación está centrado en el comprender los elementos culturales y contextuales, que desentrañaron procesos de matematización, en particular, las situaciones problémicas, las representaciones y las concepciones que llevaron a otros orígenes de las matemáticas distintos a convencionales, para resignificar a través de la recontextualización y generar lineamientos multiparametrales que permitan la multiplicidad de las historias de las matemáticas.

Particularmente, en esta investigación se abordan los saberes matemáticos de dos pueblos: Inca y Sikuani, el primero por ser una de las grandes civilizaciones precolombinas que por sus ingenios en la arquitectura, en el diseño de sistemas de registro y contabilidad censal, en ingeniería de vías, hidráulica, en usos de la astronomía y diseños geométricos no euclidianos, generan un espectro amplio de estudio, en términos de análisis de saberes matemáticos, para ser llevados al campo de la educación. El segundo, los Sikuani, como pueblo ancestral ubicado en

tres de los departamentos de Colombia: Vichada , Meta y Arauca, quienes para la tesis desde su cosmovisión generan saberes matemáticos a partir de la astronomía, la cestería y técnicas agrónomas. Como lo expresa Sanabria (2009):

El hombre Sikvani es un mundo relacionador, el hombre Sikvani se relaciona con el bosque, se relaciona con la sabana, se relaciona con los ancestros, se relaciona con el firmamento, las constelaciones; es un conocimiento en el cual nosotros creemos que las estrellas en una tradición son Kwemeni, la serpiente, Kajuyali, un grupito de estrellas que es Tsamanimonae es un contexto muy amplio porque lleva una historia bien remarcada...de ahí salen los diseños (p. 25).

Los saberes matemáticos ancestrales de estas y otras comunidades como las afro, campesinas entre otras, deberán sumarse para entrar en diálogo equitativo con los saberes matemáticos colombianos, en los ambientes de aprendizaje “para todos”.

### **3.3. Didácticas otras - didácticas no parametrales**

#### **3.3.1. Didáctica de las matemáticas.**

Este concepto se deriva de la definición de las relaciones que se establecen entre los saberes, el aprendizaje y la enseñanza en la disciplina de las matemáticas. A partir de la concepción de la escuela francesa, se puede establecer que existen tres etapas particulares en las cuales se ha desarrollado la didáctica de las matemáticas. La primera fase, reconocida como “antigua”, da cuenta de una ausencia en la profesionalización en la enseñanza de las matemáticas. En esta etapa, el aprendizaje se centra en los conocimientos del profesor en el campo de las matemáticas; se considera además que las matemáticas son un arte, por tanto, su sometimiento a normas como proceso de enseñanza moldeable es poco probable (Ruiz,

Chavarría y Alpízar, 2006). Así pues, el proceso de aprendizaje del alumno depende netamente del dominio del profesor sobre los saberes matemáticos y sus habilidades de enseñarlas y transmitir las dentro de un aula de clases.

En la segunda fase, denominada “clásica”, se agregan algunos componentes al proceso de aprendizaje de las matemáticas: conocimientos previos del alumnado y disposición para aprender de los estudiantes, entre otros. Se empiezan a asociar otras disciplinas para explicar cómo se realiza el proceso de aprendizaje y transmisión del conocimiento. Esta etapa se generó partiendo de la base de la psicología educativa, desde la cual se comienzan a considerar otros elementos provenientes del contexto –y fuera del alcance y dominio del profesor como sujeto–, como parte del proceso de aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, la didáctica matemática se concentra en proporcionar al docente la cantidad necesaria y suficiente de herramientas para cumplir con su trabajo de manera adecuada (Gascón, 1998).

La tercera etapa se denomina “didáctica fundamental”. En esta se busca incorporar elementos que permitan renovar y solventar conflictos propios de la labor de la didáctica matemática. Así, a partir de esta será posible incorporar labores creativas, utilizar rutinas para aprender, resolver conflictos desde aprendizajes matemáticos, etc. (Ruiz, Chavarría y Alpízar, 2006). Es posible comprender las características de la didáctica fundamental a partir de la siguiente caracterización propuesta por Gascón (1998):

Uno de los rasgos esenciales de este punto de vista en didáctica consiste precisamente en tomar la actividad matemática en sí misma y, más en concreto, la actividad matemática escolar, como objeto primario de estudio. Este es el origen de la denominación de –epistemología experimental– que Brousseau dio inicialmente a la didáctica de las

matemáticas. Esto comporta, en particular, que –enseñar matemáticas– y –aprender matemáticas– dejen de tener el carácter de objetos primarios de investigación para pasar a ser secundarios (lo que no quiere decir que sean menos importantes), porque son definidos (o contruidos) a partir de los términos primitivos del modelo epistemológico-didáctico en cuestión.

De esta forma, no solo es posible empezar a abordar cuestiones que antes no se podía ni siquiera plantear, sino que, lo que es más importante, se pone de manifiesto que todo fenómeno didáctico (en el sentido tradicional de fenómeno relativo a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas) tiene un componente matemático esencial, inaugurándose una nueva vía de acceso al análisis de los fenómenos didácticos (el propio conocimiento matemático). (p.10).

De esta manera, se construye una nueva etapa en la dinámica matemática, que se asocia con elementos endógenos y exógenos de la disciplina. Así, será posible contemplar un proceso de enseñanza complejo que no se reduce únicamente a las condiciones o características de uno de los actores involucrados en el proceso de enseñanza de las matemáticas. En este sentido, es posible establecer que el objetivo de la didáctica matemática es contemplar, analizar y corregir los diferentes procesos asociados a la enseñanza de las matemáticas en múltiples contextos. Así, desde este tipo de didácticas, la investigación se vuelve central, pues hasta ahora se ha enfocado principalmente en explorar y transformar los currículos a través de los cuales se transmiten los saberes relacionados con las matemáticas (Rico, 2012).

### **3.3.2. Socioepistemología de las matemáticas.**

Otra perspectiva de la didáctica de las matemáticas que retomaremos para esta tesis es aquella que la aborda desde la propuesta de la enculturación. Este es el proceso por el cual el sujeto genera una relación con el contexto con el que interactúa; el sujeto construye su noción de realidad a partir de las relaciones sociales –por medio de las instituciones sociales, tanto formales como no formales– (Berger y Luckmann, 2003). Esta noción de realidad es constituida por un proceso formativo generado por la sociedad a la que pertenece; el sujeto es dotado de una serie de mecanismos lingüísticos, mecánicos y tecnológicos a fin de establecer significados y conceptos que le permitirán dar sentido a su entorno (Gómez, 2013).

Esto quiere decir que en los espacio-procesos de socialización se genera esa noción de realidad, pero indudablemente la enculturación debe ser entendida como un proceso educativo, en el que las generaciones predecesoras integran en un marco cultural a las nuevas generaciones. Esto no quiere decir que sea un proceso inmóvil o estático, todo lo contrario: al ser una forma de relación con el contexto, permite que cada generación transforme en algunos aspectos su propia noción de realidad.

Lo que nos compete aquí es la culturización matemática desde la perspectiva de Bishop (1999), fundamentada específicamente en su texto “Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural”, en el cual analizaremos la relación entre las matemáticas y el contexto, mediante la exploración de los seis actos de matematización propuestos por el autor. La principal preocupación de Bishop (1999) está en que considera que las matemáticas son y seguirán siendo relevantes en las distintas sociedades, sobre todo en su apertura a un mundo globalizado, pero demuestra que indudablemente en los procesos educativos muy pocas personas tienen éxito en el campo, y que inclusive hay un generalizado

rechazo de una parte de las personas que han tenido contacto con ellas, entonces vemos que se va moldeando un interrogante, pues a pesar de que la educación matemática sea necesaria en la sociedad –y la gente reconoce su importancia–, existe un rechazo hacia esta, de manera que es evidente que algo falla en el proceso. ¿Cómo las matemáticas, como herramienta que se supone “soluciona” problemas, generan confusión a la mayoría que las aborda?

La solución está en el enfoque que trabaja Bishop (1999), ya que considera que las matemáticas son un fenómeno cultural que implica cómo los seres humanos se relacionan con su entorno; la enseñanza de las matemáticas, entonces, debe nacer del reconocimiento de la diversidad cultural y entender cómo esta afecta la forma en que se entienden y realizan los procesos matemáticos. Bishop no niega que exista un conjunto de “verdades” matemáticas universales que independientemente del contexto son comprobables; lo que sí niega es la idea de una forma universal de enseñar matemáticas; es decir, una forma infalible que sea aplicable a todos los contextos educativos.

Por tal motivo, el interés de Bishop (1991, 1998, 1999, 2000, 2005) recae en la construcción de una educación que no sea generada a partir de la cultura de la gente, pero sí con sus pautas culturales. Para ello, el autor revisa la literatura antropológica para identificar una serie de actos matemáticos que son inherentes a la cultura, y así llegar a la concepción de una nueva forma de entender las matemáticas en todas las culturas.

Algo a tener en cuentas es que, según la concepción del autor, las matemáticas como proceso social recaen en las distintas formas de entender esta disciplina por medio de sus definiciones lingüísticas, lo que nos lleva a la formulación de que las matemáticas están no solo dentro de una dimensión interpretativa, sino que además se encuentran en una dimensión comunicativa, que expresa la vasta diversidad cultural en ideas que pueden ser comunes a todas

las sociedades, pero que demuestran sutilezas (producto de relaciones ideológicas, sentimentales y políticas inherente de los grupos humanos) en cada sociedad. El autor concibe que las matemáticas están universalmente presentes en seis actos: contar, localizar, medir, diseñar, jugar y explicar.

El primero, contar, se refiere al acto humano de calcular y cuantificar una serie de objetos de alguna manera, por lo cual se generan tecnologías y símbolos para su ejecución, con el fin de tener un conocimiento de lo que se tiene. Su expresión lingüística se demuestra a partir de la utilización de cuantificadores que en relación con un referente numérico y un sistema de contar permiten tener una idea de lo que existe, se necesita, se utiliza, etc. Los sistemas de contar más sencillos (es decir que manejan menos cifras) se generan simplemente porque el contexto dentro del cual se desarrollan (tanto físico como social) ya que no exige tener en cuenta grandes cifras, por lo cual se utilizan sistemas que hagan uso principalmente del cuerpo (y lo que parece ser la primera forma de representación numérica). Pero mientras más se vaya agrandando el contexto en que se desarrollan las actividades de sociedad(es) específica(s), más se hace necesario adicionar formas cada vez más complejas de contar<sup>12</sup>.

El siguiente acto es localizar, necesidad que se crea al tener que comprender la geografía del lugar que se habita, además que esta geografía produce el imperativo de concebir unos referentes para la ubicación espacial. El espacio también debe ser entendido desde distintos niveles: el espacio físico, el sociogeográfico y el cosmológico. Muchas de las actividades

---

<sup>12</sup> El autor pone como ejemplo el sistema de los *quipus*, ya que, en el caso de los Incas, al ir estos agrandando su imperio hasta llegar a grandísimas fronteras, se vieron en la necesidad de utilizar un complejo sistema de representación matemático para llevar las cuentas de sus dominios.

geométricas se desarrollan a partir de la necesidad de localizar y delimitar un espacio geográfico que cumple unas funciones específicas; detrás de la necesidad de localizar está el interés de los grupos humanos por entender de una manera más precisa el espacio que ocupan. Los conceptos utilizados en las diversas culturas cambian, por tanto, de acuerdo a la geografía del lugar, lo que inclusive genera problemas de interpretación (como entender el concepto de vertical u horizontal), pero también nuevas categorías de apreciación del espacio.

Medir es el acto de comparar, ordenar y cuantificar objetos que tienen alguna importancia; el entorno inmediato genera la idea de cuáles son los objetos que tienen importancia para medirse. Por lo general, existen diversos dispositivos para medir (cuencos, varas, cordeles) pero el primero fue el propio cuerpo humano, mediante la toma de referencia de varias de sus partes (brazos, pies, manos, etc.).

El entorno social genera la necesidad de comparar objetos, por eso, mientras mayor presión ambiental y social de comparar haya, más detallada será la medición. En cambio, mientras menos necesidad exista, comparar muchos objetos puede parecer absurdo (por ejemplo, comparar una piedra con un árbol).

Diseñar se refiere a las diversas tecnologías que las sociedades crean (manufacturan) con diversos propósitos, pero lo importante de todos estos objetos es que la imaginación de los diversos grupos humanos se proyecta sobre fenómenos naturales para su transformación en objetos que tengan algún uso específico.

En el acto de jugar vemos cómo todas las culturas humanas generan concepciones y representaciones que implícitamente constituyen imaginarios de las comunidades. Bishop (1999)

retoma a Huizinga al considerar que el juego tiene interés en sí mismo<sup>13</sup> y permite vincular a los participantes y espectadores en una serie de reglas y un orden innatos al juego, algo que comparte con las matemáticas.

Explicar es el último acto; uno de los más complejos, pero más necesarios del ser humano, pues es el que “eleva la cognición humana por encima del nivel asociado con la mera experiencia del entorno” (Bishop, 2005, p.71). Con este acto se busca responder y analizar las relaciones existentes entre un fenómeno y una manera de interpretarlo. Uno de los mecanismos más efectivos es la similitud, que busca relaciones existentes entre fenómenos y objetos para ser categorizados, mediante el establecimiento de conexiones que permiten enlazarlos; acción común expresada universalmente en cualquier lenguaje. Si las acciones de explicar están dadas por la categorización, podemos decir que existe una gran diversidad a la hora de hacerlo, no obstante, es posible definir dos categorías macro en ellas: la taxonómica, que se fundamenta en la idea de encontrar categorías, y la de emparejar, que busca agrupar objetos o fenómenos relacionados entre sí.

A pesar de que exista una gran variedad, podemos reconocerlos en cada una de las culturas que se estudien. Esta propuesta de seis actos matemáticos tiene la función de ayudar a la finalidad buscada por Bishop (1999): permitir que exista una educación matemática que tenga en cuenta la diversidad cultural del mundo y que se adapte a ellas.

---

<sup>13</sup> Es necesario traer a colación el clásico de Huizinga *Homo ludens* (2007), en el que considera que el juego es una actividad humana inherente a la acción cultural (y que antecede a la cultura; hecho demostrable en que algunos animales tengan también juegos), que ha existido y existe en todas las culturas, en las que funciona como cohesionador, organizador y desarrollador social.

### 3.3.3. Teoría Antropológica de lo Didáctico.

Desde el enfoque sociocultural de las matemáticas, encontramos la propuesta epistemológica de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD). Se trata de una apuesta teórica de Yves Chevallard (1999), quien propone no solo analizar e investigar los procesos de enseñanza (ejercicio de la profesión y solución de problemas), sino, además, “todo el proceso que va desde la creación y utilización del saber matemático [en nuestro caso] hasta su incorporación en la escuela como saber enseñado” (Bosch y Gascón, 2009, p.90). También tiene en cuenta las instituciones y marco social dentro del cual se desarrollan y utilizan estos saberes. El postulado parte de considerar que existe un marco social e institucional en el que los saberes son generados y dotados de sentido como respuesta a “situaciones problemáticas”. Al no querer caer en preconcepciones o en limitaciones dadas por conceptos, como habilidades, estilos, competencias, y demás, la TAD genera el concepto de “praxeología”, en el que integra los términos tomados del griego, *logos* (tratado, discurso) y *praxis* (práctica), con el que busca definir que todo saber-hacer está ligado a un discurso que lo sustenta y legitima. Desde este punto de vista, se puede asegurar que toda práctica humana está enmarcada en praxeologías. A continuación, se presenta un esquema para su entendimiento.

Enseñanza de las matemáticas: existencia de dos bloques que constituyen la praxeología:  
 PRÁCTICA (T)- TÉCNICA (t)  $\Leftrightarrow$  TECNOLÓGICO (q) - TEORÍA (Q). Relación entre ambas indivisible, saber-hacer (T, t) y discurso (q, Q) que legitima la acción.

En este caso, cualquier el tipo de tareas (t), como lo es enseñar matemáticas, lleva implícita una manera de realizar la tarea (T), como ejercicios, actividades, talleres. Para llevar de la T a la t (hacerla inteligible) es necesario que exista un discurso razonado (q) y para que este q

exista, es necesario un componente teórico (Q), que en este caso son los saberes previos del educador con respecto al tema.

Como vemos, esta concepción considera igual de importante una medición en su realización, como el discurso que lo racionaliza (Sastre y Boubée, 2012), entonces evidenciamos que existen “los objetos de representación” y el hecho simbólico que representa. Aclaremos que dentro de una institución existe una serie de objetos que funcionan como medio de representación material, es decir que se pueden sentir (entiéndase en el sentido extenso de la palabra), definidos como ostensivos, y otros que aunque no existan materialmente son considerados reales, como las ideas, creencias y conceptos, definidos como no-extensivos, pero que a pesar de no tener una forma “real” pueden ser representados por medio de objetos ostensivos, inclusive hasta establecer una función semiótica<sup>14</sup>.

La TAD toma esta relación como dialéctica, como nos dicen Sastre y Boubée (2012):

Los objetos no-ostensivos emergen de la manipulación de objetos ostensivos, pero, al mismo tiempo, dicha manipulación está siempre guiada y controlada por objetos no-ostensivos. Recíprocamente, toda manipulación de ostensivos viene controlada por la “activación” o “evocación” de objetos no-ostensivos cuyas características pueden verse modificadas a lo largo de la actividad”. (p.352)

---

<sup>14</sup> “Se dice que se establece entre dos objetos matemáticos (ostensivos o no ostensivos) una función semiótica, cuando entre dichos objetos, se establece una dependencia representacional o instrumental, esto es, uno se pone en lugar de otro o uno es usado por otro” (D’Amore, 2006, p.181), como por ejemplo el cuadrado, que la Real Academia Española define así: “Dicho de una figura plana: Cerrada por cuatro líneas rectas iguales que forman otros tantos ángulos rectos”, figura abstracta de la que inmediatamente se nos viene la representación □.

La relación que establecen los ostensivos y los no-ostensivos está dada desde la misma construcción praxeológica; es necesario que los no-ostensivos recurran a los ostensivos para hacerse de una representación que sea efectiva a la hora de utilizarse en la solución de un problema.

Los objetos ostensivos no solo tienen una función de “evocar” a los no ostensivos; su función es representar los objetos desde la explicación de uso, lo que permite llegar a la comprensión mediante otras representaciones del lenguaje para comunicar la función del objeto en cuestión. Entonces, estos objetos aparecen no solo en un valor semiótico, sino en un valor instrumental, de manera que son necesariamente utilizados para realizar actividades de tipo técnico- práctico (Sastre y Boubée, 2012), lo que muestra que no es importante solo lo que pueda representar el objeto, sino también su papel en la operatividad.

Como vemos, la TAD puede ser definida como una teoría epistemológica que intenta explicar y comprender las actividades humanas, a partir del postulado que reza que las estas son realizadas en un saber-hacer justificado por un discurso; una praxeología. También decimos que de las prácticas de estas actividades se realiza un constante intercambio entre unos objetos reales, tangibles y los “irreales”, que no pueden ser apreciados materialmente; pero que por medio de esos objetos reales (ostensivos) se representan los “irreales” (no-ostensivos). El papel de estos objetos no queda solo allí, pues su función principal es la de servir a unas organizaciones de manera instrumental, o sea, un complejo de saber-hacer y discursos que articulan y dan coherencia a las praxeologías.

### 3.3.4. Didácticas otras.

Contemplar el conocimiento como producto de múltiples caminos que se encuentran situados en un contexto particular, desde unos sujetos particulares, requiere didácticas y pedagogías que se adapten a esos espacios específicos. Esto recobra una importancia aún mayor cuando se está tratando el tema de comunidades o poblaciones que están en situación de dominación o marginación. Por ello, resulta fundamental retomar otras aproximaciones a la noción de didácticas y prácticas pedagógicas alternativas. Dentro de estas es posible encontrar la noción de “prácticas pedagógicas decoloniales”. Este tipo de pedagogías, en palabras de Walsh (2013), son:

(...) prácticas entendidas pedagógicamente –prácticas como pedagogías– que, a la vez, hacen cuestionar y desafiar la razón única de la modernidad occidental y el poder colonial aún presente, desenganchándose de ella. Pedagogías que animan el pensar desde y con genealogías, racionalidades, conocimientos, prácticas y sistemas civilizatorios y de vivir distintos. Pedagogías que incitan posibilidades de estar, ser, sentir, existir, hacer, pensar, mirar, escuchar y saber de otro modo, pedagogías enrumbadas hacia y ancladas en procesos y proyectos de carácter, horizonte e intento decolonial. (p.7)

En este sentido, las didácticas o pedagogías pasan de ser una perspectiva que busca explicar un proceso de aprendizaje a ser instrumentos que desde la acción transforman la visión totalitarista de la realidad. Así, se configuran como pedagogías insurgentes que buscan transgredir el orden establecido y, de esta manera, entregan a las poblaciones marginalizadas una herramienta para resurgir dentro de un contexto invisibilizador. En este sentido, las pedagogías

no se establecen como algo externo a las poblaciones que les es enseñado o entregado, sino que son producto de las luchas que se tejen en el interior de esas poblaciones. Así pues, las didácticas pasan a convertirse en prácticas que desencadenan un cuestionamiento activo de las estructuras que hemos heredado desde la Colonia y que se han convertido en sistemas basados en el poder de la colonialidad.

El objetivo final es, entonces, construir el proyecto decolonial basado en estas pedagogías y visibilizar esos saberes marginalizados para empezar a construir un proyecto político propio, fuera de las estructuras de la colonialidad. Esto abre paso a la última sección de esta revisión de literatura, dedicada particularmente a la decolonialidad en la educación y la interculturalidad como herramienta de diálogo para la composición de nuevos sistemas educativos.

#### *3.3.4.1. Didácticas no parametrales.*

Frente a las didácticas matemáticas anteriores se erige una nueva forma de didácticas que derivan de un nuevo paradigma en la formación de docentes y en la comprensión del proceso de aprendizaje y transmisión del conocimiento. Se considera que es el resultado de un nuevo paradigma porque busca caracterizar a los sujetos a partir de su trayectoria y posición como tales dentro de una sociedad. En este sentido, se centra en comprender la historicidad de los actores involucrados en el proceso de aprendizaje (Del Campo, 2012). Más allá de esto, busca reconocer el papel de los estudiantes como sujetos productores de conocimiento y participantes en el proceso de construcción colectiva de saberes. En general, el concepto de didácticas no parametrales no se limita a la enseñanza de saberes matemáticos; por el contrario, puede ser utilizado para comprender y transformar el proceso de aprendizaje en todas las disciplinas.

Desde esta aproximación al proceso de aprendizaje, se han diseñado múltiples investigaciones que buscan comprender de manera amplia las maneras como se aprenden las distintas disciplinas, teniendo en cuenta la multiplicidad de contextos dentro de los cuales se desarrolla el proceso de aprendizaje. La tesis de maestría *Didáctica no parametral mediada por la minga de saberes y las TIC en el aprendizaje de la educación ambiental, para el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de grado noveno de la institución educativa Cunchila*, realizada por Bastidas, Cabrera, Domínguez y Pantoja (2014), propone una aproximación a la educación ambiental partiendo desde las didácticas no parametrales. Así, queriendo generar una didáctica no parametral desde la minga de saberes y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se buscaba determinar la eficacia en la generación de procesos metacognitivos relacionados con la educación ambiental. Pudo concluirse que la aplicación de esta didáctica no parametral muestra resultados positivos en los estudiantes.

La configuración de didácticas no parametrales para la consecución de procesos de aprendizaje aún más complejos e integrales, que exploren la profundidad de la historicidad y la subjetividad, se ha convertido en un elemento propio de la exploración desde los saberes matemáticos ancestrales.

En gran medida, porque existe una relación entre los contextos propios de los distintos saberes que se busca visibilizar y esa perspectiva contextualista e historicista de las didácticas no parametrales. La propuesta de didáctica parametral de Quintar (en entrevista realizada por Salcedo, 2009) se centra en la existencia de algunos elementos constitutivos y propios de la didáctica.

En primer lugar, en la propuesta de Quintar se habla de los círculos de reflexión. La autora parte del análisis subjetivo y la contemplación individual y colectiva del sujeto o sujetos

en una situación particular. En este sentido, es posible contemplar los problemas a través de perspectivas diversas y generar razonamientos basados tanto en la lógica, como en la crítica, centrados en una perspectiva epistemológica particular. En segundo lugar, plantea la resonancia didáctica; este componente hace alusión al efecto que produce el círculo de la reflexión después de haberse realizado, lo que genera una metáfora con el resonar de la música que permanece tiempo después de haber sonado. En tercer lugar, se habla de la “didactiobiografía”, herramienta que invita a la historización de los sujetos, y hace manifiesta la relevancia de la subjetividad dentro del proceso educativo (Salcedo, 2009).

Las didácticas no parametrales, como su nombre lo indica, se caracterizan por no responder a las normativas propios de otro tipo de didácticas. En palabras de Quintar:

Creo que justamente son “paralelas” (las didácticas parametrales y las no parametrales), diría que lo único que las encuentra es el horizonte de sentido: la enseñanza. Y es que sus ángulos epistémicos desde donde miran este horizonte realmente son contradictorios. La didáctica parametral, en mi opinión, lo que hace es eso, instala parámetros, sistemas de creencias, mitos y ritualizaciones propias de la lógica civilizatoria. La didáctica no parametral es un esfuerzo ético político por generar una propuesta alternativa, esto es, de ruptura con lo establecido por la lógica dominante que configura al sistema educativo en su conjunto. (Salcedo, 2009, p.3)

En este sentido, es posible adoptar las didácticas no parametrales como estrategias adecuadas para comprender, evaluar y transformar los procesos educativos que se derivan de todos los esfuerzos sociales y políticos por crear nuevos modelos educativos. De esta manera, se

correspondería con elementos propios de los saberes matemáticos ancestrales, pues pone el énfasis en los contextos, las historias y los sujetos como producto de una serie de condiciones sociales, culturales y políticas particulares.

### **3.4. Interculturalidad y el proyecto decolonial en la educación**

#### **3.4.1. Decolonización de la enseñanza.**

Todo lo que se ha escrito respecto a este tema tiene un proyecto social y una postura política que, virtualmente, es imposible de dissociar del proyecto pedagógico. En términos escuetos, la decolonización de la enseñanza y de la pedagogía busca eliminar todo rastro de colonialismo en la enseñanza; es decir, todo rastro de racismo y exclusión de la otredad que, de forma sistemática, se dé en los procesos de enseñanza basados en modelos “formales” y occidentales. Por supuesto, este es un proyecto complejo que requiere de un trato más cuidadoso y que además demanda que se traten otros temas como responder qué se entiende por “Colonialismo” en la enseñanza y cómo y de qué formas se manifiesta.

Adicionalmente, hablar de la decolonización de la enseñanza implica también hablar de qué propuestas surgen como respuesta a los sistemas educativos “colonizados”, es decir que se deben discutir las posibilidades de la aparición y la construcción de nuevas pedagogías y didácticas que ayuden a solucionar el problema de la colonización de la enseñanza. Esto significa que discutir la decolonización de la enseñanza es al mismo tiempo hablar sobre la posibilidad de unas didácticas no convencionales.

En esta sección se habla de didácticas “otras”, didácticas “decoloniales” y didácticas “no parametrales”. Parece dar impresión, que se utilizan como si fuesen intercambiables, es pertinente aclarar que no se trata de lo mismo.

Las “no parametrales” desde Quintar, surgen de una propuesta del uso no instrumental, resaltando la enseñanza desde una perspectiva política, que pretende darle sentido a la vida, respecto a lo anterior según Quintar (2008) “para la formación de sujetos poniendo en tensión sus sistemas de creencias, mitos, y formas de relación de sujeto mundo de la vida” (p. 4). Esta se basa en los siguientes elementos: el círculo de reflexión, la resonancia didáctica, didactobiografía y dispositivos didácticos, elementos centrados en la pedagogía de la potencia de Hugo Zemelman, que a su vez la fundamenta en el pedagogía crítica de Paulo Freire, trabajo paralelo con Boaventura de Sousa Santos.

Para dar cierre a la postura en el uso de los términos, se aclara que los paradigmas “otros” surgen como respuesta a la necesidad de generar una opción a la preexistente postura decolonial, las cuales se fundamentan principalmente en palabras de Sousa Santos Boaventura (2017) como:

una crítica a la instauración de lo eurocéntrico como único discurso...se argumenta en tres ideas básicas: 1) La comprensión del mundo excede con mucho la comprensión occidental. 2) No hay justicia social global sin justicia cognitiva global. 3) Las transformaciones emancipadoras en el mundo pueden seguir gramáticas y guiones distintos a los desarrollados por la teoría crítica occidental.. (Torres 2017, p.1)

Como punto de partida, expongamos qué se entiende por Colonialismo en la enseñanza, que es al mismo tiempo intentar entender la colonialidad del conocimiento y del poder. El punto central de esta discusión radica en el efecto que tuvo el encuentro entre culturas (desde las

exploraciones de los reinos europeos en el resto del globo “no explorado”), lo que derivó, especialmente desde la mentalidad occidental, en la construcción de discursos y prácticas de diferenciación y de exclusión, en las que surgió la “otredad” como una realidad que era al mismo tiempo identitaria, epistemológica y además política –por supuesto, también cultural y económica– (Said, 2002).

Esa construcción de una identidad diferenciadora y excluyente fue el espíritu del proyecto colonial europeo en las Américas, África, Asia y Oceanía, y fue a partir de donde se construyó también un proyecto epistemológico de la construcción del conocimiento (y por tanto, también de la “verdad”) que, paradójicamente, estuvo acompañada tanto del misticismo y el dogmatismo de la religión, como de la aparente objetividad y omnipotencia de las ciencias naturales, lo que terminó en la construcción de unos términos de referencia conocidos como los “universales del Atlántico Norte” (Trouillot, 2010).

Como punto de fuga de este proceso de colonización, es decir, del proceso simultáneo de definición y construcción de la otredad y de la construcción de una “verdad absoluta”, basada en valores creados en Europa (eurocentrismo) que beneficia a los colonizadores, se presentó el problema de la raza. La razón por la cual la raza se constituyó en un punto radical de diferenciación, de distribución desigual del poder y de discriminación, es porque a diferencia del misticismo improbable de la religión y de lo debatible de los métodos científicos, la raza aparece como un factor natural, invariable e inmutable, como algo no discutible y, en cambio sí, un elemento que demarca fronteras para la exclusión (Quijano, 2000).

De esta forma, todo el proyecto colonial, que es al mismo tiempo el proyecto de la Modernidad, implica un dominio no solo sobre las personas (según su raza) sino también sobre el conocimiento y, como se señaló anteriormente, en los grupos étnicos el conocimiento es parte y

es al mismo tiempo la vida misma, lo que implica que el proyecto colonial sea un proyecto de dominación del conocimiento para la dominación de las personas y las culturas; un proyecto del ejercicio del poder (Quijano, 2000).

Así como la “raza” forja un proyecto de dominación y supremacía que desplaza y segrega, la lengua, las metonimias del lenguaje de los pueblos originarios, la potencia de la oratura, las cosmovisiones, las cosmogonías, las comprensiones del mundo, las formas de organización social y política, las formas de gobernanza, entre otros, son desplazados por los saberes estandarizados y formas de organización jerárquica que mediante la imposición, por violencia coercitiva y persuasiva, no solo condujeron a la evangelización de una religión universal, sino a la unificación del papel del hombre como transformador en función de los intereses económicos de unos pocos.

La consecuencia directa de esta realidad colonial no solo es la exclusión del otro (partiendo de la raza y la cultura), aunada al control de la producción y la transmisión del conocimiento, sino también, y producto de esto último, es la exclusión de la “otredad”, del flujo de la historia misma (Mignolo, 2005). Por esto, el proyecto decolonial de la pedagogía y el conocimiento no solo es un intento por incluir a las otras culturas en la forma en la que se produce y se transmite conocimiento, sino también un esfuerzo por traerlos a la construcción de la historia, por hacerlos parte fundamental y activa del flujo de la humanidad en la misma (Díaz, 2010).

Ya que el proyecto de construir una pedagogía y una didáctica que combatan dicho colonialismo implica también una influencia sobre la identidad, la existencia y el ser de las personas y los pueblos (es un problema pedagógico, político, pero también ontológico), un primer paso de estas nuevas pedagogías implica también un proceso de desaprendizaje del

colonialismo impreso en el conocimiento, para así hacer campo a los nuevos aprendizajes y saberes de corte no colonial –como los ancestrales de grupos étnicos– (Walsh, 2010).

La pedagogía decolonial comienza a conformarse en torno a tres elementos fundamentales. El primero de los cuales, como se ha mencionado, es el reconocimiento de la colonialidad en la enseñanza, para poder comprenderla y ampliar la mirada; es decir, activar una lectura crítica del mundo y de la pedagogía, lo que significa que es una invitación a la resistencia desde la voz de la otredad y de otras formas de conocimiento y de trasmisión del mismo (Walsh, 2009). El segundo elemento consiste en reconocer que una pedagogía decolonial depende vitalmente del reconocimiento, el respeto y la invitación de la diversidad al ejercicio pedagógico, es decir que se trata de un proyecto intercultural en sí mismo, de acuerdo a lo que se discutía en la sección anterior, y esto se da en parte para combatir el racismo que yace en el corazón del proyecto colonial (Calvo Buezas, 2003). Por último, el tercero, y quizás el que condensa con mayor exactitud todo lo que implica y contiene el proyecto decolonial (no solo en términos pedagógicos), está íntimamente relacionado con la supervivencia de las culturas, la libertad de construir identidades de acuerdo a los saberes ancestrales más el diálogo intercultural y la naturaleza emancipadora de una consciencia no colonizada.

Sintetizando, la pedagogía decolonial brinda la oportunidad no solamente de integrar nuevos seres, saberes y experiencias, previamente excluidos, a los espacios tradicionales de formación, sino que además se dé la oportunidad de crear nuevas prácticas pedagógicas “que formen en la conciencia histórica y permeen los escenarios de la escuela actual, creando espacios donde la mirada crítica se constituya en ángulo epistémico capaz de producir nuevos significados sobre sí y la realidad constituida” (Díaz, 2010).

Por supuesto, hay una pregunta que surge inmediatamente frente al proyecto de una pedagogía decolonial: ¿Qué sucede con la profesión de las y los educadores frente a este radical intento de cambio de paradigma pedagógico? Las investigaciones acerca de la didáctica no parametral arrojan un punto de vista que parece apropiado para esta propuesta.

La didáctica no parametral surge como una propuesta de salir de las nociones de pedagogía entendida como “una práctica de transmisión de información, de explicación de mundo o de objetos, solamente, como suele entenderse a la enseñanza” (Quintar, 2009). Al contrario, este tipo de pedagogía busca comprometerse no solo con la transmisión de conocimientos sino también con la formación de identidades y subjetividades (Quintar, 2009).

Lo que le da a la pedagogía “formal” occidental su característica de “parametral” es que se ha construido sobre unas bases que la obligan a funcionar en forma de recetario, repitiendo fórmulas y aplicando formatos (Quintar, 2009). Como fundamentos de la didáctica no parametral, se encuentran el cultivo de la autonomía, de la autosuficiencia, la autoestima y el respeto, pero principalmente, esta se preocupa por entender el contexto de los sujetos que se están educando, es decir que deja de lado los formatos rígidos que intentaban aplicarse a todos por igual, a pesar de su diferencia, y busca más bien resaltar la diferencia y la importancia de tenerla en cuenta como vital a la hora de transmitir y construir conocimiento (Del Campo, 2012). Es quizás este el punto de conexión más importante entre la decolonización de la enseñanza y la didáctica no parametral.

De esta forma, el docente, quien imparte o transmite el conocimiento, también debe realizar todo un proceso de transformación de sí mismo y de su labor. Ya no se trata solo de alguien que imparte unos conocimientos y aplica unas fórmulas pedagógicas, sino también de

alguien que acompaña todo un proceso de construcción de identidades y de subjetividades (Bastidas Bastidas, Cabrera Arcos, Dominguez Chauza, y Pantoja Vallejo, 2014).

La didáctica no parametral parte, entonces, de la actitud crítica a la educación y sus actores, respecto a la transmisión del conocimiento, ya que es una didáctica que invita a retar y también a resistir las formas tradicionales en la que se imparte la educación (Loaiza Robles, 2009).

Para concluir, la descolonización de la pedagogía propone una revisión y una postura crítica frente a los modelos pedagógicos actuales, al invitar al diálogo intercultural, a la construcción conjunta de identidades y a la eliminación de la exclusión tanto en la transmisión como en la construcción de conocimiento. La construcción de didácticas no parametrales se plantea como la postura metodológica y teórica desde la cual se puede presentar esa descolonización de la enseñanza, en este sentido, se debe aclarar que las pedagogías decoloniales sirven como fundamento epistémico para las posturas más específicas, como es el caso de las “didácticas no parametrales”, dicho en otras palabras, el enfoque decolonial, fundamenta desde las pedagogías decoloniales lo que se concretiza con las “didácticas no parametrales” mediante dispositivos didácticos que implementan en el aula de clase.

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo, el sistema educativo imperante en los países que fueron colonias está marcado por la típica visión europea y occidental del conocimiento. Esto no solo ha determinado las formas como se enseña y se transmite el conocimiento, sino que además ha condicionado los conocimientos que se consideran legítimos.

Como se ha observado, la mayoría de los conocimientos que se producen desde las periferias y no desde los centros son marginados. En este sentido, más allá de la eliminación de los saberes ancestrales culturales de las tribus nativas que habitaban colonias, se generó un

proceso de larga duración que ha creado una continuación de este proceso de marginación de saberes.

La decolonización de la enseñanza se centra en eliminar cualquier rasgo de estructuras coloniales que hagan parte de la educación como institución. Cuando se habla de esas estructuras coloniales, no se está haciendo alusión necesariamente a elementos que son reconocibles a primera vista; por el contrario, se refiere a los elementos de la colonia que se han encarnado en las sociedades latinoamericanas, se han corporizado en los sujetos y naturalizado dentro de sus actividades cotidianas.

De hecho, las consideraciones relacionadas con los saberes ancestrales como parte de la alteridad de esa otredad diferenciadora que establece los límites entre el yo y el otro hacen parte de esa colonialidad heredada. El encuentro entre las culturas, durante la Colonia, derivó en la consolidación de discursos y prácticas vinculadas con la diferencia.

A partir de esa diferencia, de esa construcción del otro, se empieza a configurar la alteridad. Esa construcción del otro, para la comprensión de mí mismo y no para marginar y excluir, sino para configurar la identidad, derivó concepciones epistemológicas y ontológicas de Occidente (Said, 2002).

Mediante estas dinámicas de construcción de la alteridad se establecen parámetros sobre los cuales se puede producir una identidad propia como proyecto político y epistemológico. Vale decir que la construcción de la alteridad, que se configuró en un principio en contra de la discriminación, para marcar los límites entre europeos y colonizados (nativos, criollos, mestizos), pronto se asumió por los criollos blancos que necesitaban diferenciarse de las demás razas aludiendo a esa identidad occidental superior. Esta adopción de estructuras racializadas de poder es, precisamente, la que impidió la concreción de un proyecto de Estado nación moderno

(Quijano, 2000). Son entonces esas nociones de raza y cultura las que se han enquistado en las sociedades y que funcionan como dispositivos clasificadores de sujetos que perpetúan ese modelo colonial imperante en las naciones occidentales (Castro-Gómez, 2000).

Ahora bien, partiendo de la perspectiva de Freire, no es posible pensar la pedagogía desvinculada de la política. Por lo tanto, según lo expuesto anteriormente, se precisa partir de la pedagogía y la educación a fin de transformar la mentalidad colonial que caracteriza a las sociedades actuales. Entonces, es importante trazar un proyecto político que intervenga en lo pedagógico y lo transforme desde sus raíces más enquistadas. La unión entre la aproximación de Freire y la lucha política de Frantz Fanon deja ver cómo se conectan las luchas decoloniales en un proyecto de transformación e intervención desde la pedagogía; “pensando lo decolonial pedagógicamente y lo pedagógico decolonialmente” (Walsh, 2013, p.56).

A partir de la conexión anterior entre lo pedagógico y lo decolonial, es posible comprender con mayor amplitud la propuesta en la que Walsh comprende las pedagogías como prácticas que están inmersas en las subjetividades, trayectorias, posiciones e historias de los pueblos y de las gentes. Pedagogías situadas y producidas de forma histórica que dan cuenta de sus luchas, enfrentándose a través de estas a la alienación y la exclusión (Walsh, 2013). De esta manera, es fundamental desarrollar pedagogías decoloniales que permitan eliminar las estructuras coloniales de la educación. Desde la propuesta de Díaz (2010):

Como punto introductorio para la discusión, argumentamos que una pedagogía en clave decolonial asume como horizonte de trabajo las categorías propuestas y desarrolladas a partir del denominado “giro decolonial”, sus significados y propósitos, pero en un acercamiento en el que se vincula lo pedagógico como eje, horizonte y dispositivo para su

concreción. En otras palabras, la pedagogía en clave decolonial es un esfuerzo sostenido por viabilizar la apuesta del programa modernidad/colonialidad en la perspectiva de una reflexión crítica en torno a lo educativo y a sus conceptos asociados.

Así mismo, pensamos que, en esta misma orientación, una pedagogía concebida en este sentido, asume una comprensión crítica de la historia, reposiciona prácticas educativas de carácter emancipatorio, y se descentra de la teoría tradicional abriéndose a otras perspectivas de saber que afectan no solo los contenidos susceptibles de ser enseñados, sino también sus metodologías y apuestas didácticas. (p.211)

Ante esto, es fundamental retomar tanto las ideas de didácticas parametrales, como las didácticas otras relacionadas directamente con las pedagogías decoloniales. En este sentido, es posible rescatar el propósito de ambos elementos como proyectos epistemológicos y prácticos que buscan historizar y contextualizar. A pesar de que las didácticas no parametrales son una herramienta fundamental para conectar los proyectos políticos propios de la etnoeducación con los sistemas tradicionales educativos, las pedagogías de la decolonización resultan una herramienta indispensable. Esto, en la medida en que no solo implican la contemplación contextual de la producción de un saber, sino también la lucha política por su reivindicación en un contexto de marginación, alienación y exclusión.

Ahora bien, vale la pena retomar el tema de la interculturalidad como elemento básico para la inclusión de saberes culturales ancestrales dentro del sistema educativo. La noción de interculturalidad alude a la capacidad que tiene una sociedad no solo de aceptar la existencia de múltiples culturas –es decir, cuando se elimine la base identitaria a partir de la diferencia–, sino

de comprender y hacer suyas todas las manifestaciones y expresiones culturales de las diferentes poblaciones. Estas expresiones culturales no se reducen a elementos del folklor tradicional, sino de los saberes, las comprensiones cosmogónicas, las creencias religiosas, etc.

En palabras de Mendoza (2010):

La interculturalidad bien entendida y mejor practicada elimina los prejuicios culturales; reconoce la igualdad de las culturas y supera la vieja distinción entre culturas o pueblos superiores e inferiores, entre grupos humanos altamente civilizados, poco civilizados o sin civilización, entre sociedades hegemónicas y subordinadas. La conciencia de esta equidad entre culturas permite la práctica de la ciudadanía intercultural, en virtud de la cual los miembros de los pueblos o etnias antes dominados reclaman su participación en actividades políticas, sociales o económicas, antes privativas de los grupos dominantes. Se asume así el sentimiento de pertenencia a la nación con iguales derechos que los demás ciudadanos y la interculturalidad se constituye en el mecanismo para llegar al poder y participar en las soluciones nacionales. (p.2439)

Teniendo en cuenta esta definición, será ahora posible extrapolar el concepto de “interculturalidad” al ámbito educativo. En este campo, se puede entender el diálogo entre distintas culturas para configurar un sistema educativo incluyente, en el cual se tomen en cuenta los múltiples saberes provenientes de las culturas participantes. Además de esto, debe haber un auto reconocimiento como parte de una sociedad que construye una identidad particular desde la multiplicidad. En el caso de esta investigación, se busca establecer didácticas que permitan la configuración de una identidad latinoamericana a partir de la diferencia cultural que caracteriza a

la región (Díaz, 2010). Es posible reconocer en la interculturalidad un concepto descriptivo que busca explicar las relaciones entre grupos culturalmente diversos, como propone Mato (2008); también puede observarse como una parte activa de un proyecto político que busca la decolonialidad de la educación.

A través de esta revisión de literatura, fue posible comprender la producción de conocimiento existente con respecto al tema central de esta investigación y a los conceptos teóricos relacionados. Así, se puede concluir que existe una amplia producción en el tema, en especial desde la perspectiva de la etnomatemática. No obstante, se evidencian múltiples vacíos y cuestionamientos por desarrollar: ¿cómo incorporar los saberes ancestrales matemáticos a los currículos de los licenciados en matemáticas y áreas afines?, ¿cómo incorporar la historia de las matemáticas de los diversos pueblos ancestrales en la enseñanza del sistema colombiano?, ¿qué tipo de proyectos interculturales permitirían el aprendizaje de las matemáticas desde los saberes ancestrales?, entre otros cuestionamientos que desbordan esta investigación.

### **3.4.2. Pedagogías y didácticas ancestrales.**

La literatura que se ha encargado de este tema tiene una conexión muy especial con la antropología, disciplina que ha sido la encargada principalmente de acercarse a la otredad (con sus prácticas, costumbres, saberes, etc.) para analizarla, estudiarla y ponerla en términos de la comprensión intelectual occidental (Clifford, 1973). Para este caso, no interesa tanto hacer una descripción densa y detallada de saberes o formas de transmisión de conocimiento en grupos indígenas y étnicos (Clifford, 2003), ya que no existe un interés, en este proyecto, únicamente relacionado con los pormenores culturales de ese conocimiento, sino que también prima un

interés por saber cómo esas pedagogías, conocimientos y saberes se han sometido y, al mismo tiempo, se han enfrentado o resistido a corrientes más “formales” (tradicionales occidentales) de entender y enseñar el conocimiento.

Para esta comprensión de las pedagogías, saberes y conocimientos ancestrales, se debe tener en cuenta que la mayoría de los trabajos aquí referidos tienen no solo una actitud académica frente al tema, sino que asumen una suerte de postura política al respecto, ya que al observar o retratar el cómo estos conocimientos y saberes ancestrales han luchado por mantenerse vivos frente a los conocimientos occidentales, también buscan hacer una reivindicación de esos saberes ancestrales. Teniendo esto en cuenta, es más fácil entender cómo una apuesta teórica por comprender pedagogías, saberes, conocimientos ancestrales y la transmisión de los mismos se articulan con la tarea de encontrar, diseñar o construir una didáctica otra.

Aun así, en esta sección no se hará bastante énfasis en esa resistencia, íntimamente relacionada con el “proyecto” de la decolonización del saber y de la pedagogía (Walsh, 2010), ya que eso es tema de la siguiente sección de este marco teórico, sino que se hará mayor énfasis en la forma en la que estos saberes ancestrales se manifiestan, se entrelazan con la identidad y se han intentado incluir, de una forma u otra, en otros escenarios de la enseñanza a partir del concepto de la interculturalidad.

Respecto a los saberes y conocimientos ancestrales, se reconocen como aquellos conocimientos que se han transmitido de generación en generación. Este saber “ha sobrevivido a los 500 años de negación ‘por la cultura occidental’”. Este saber de carácter milenario, transmitida de la generación precedente a la futura por medio de la oralidad, hoy se mantiene con muchas

dificultades. Sin embargo, los soportes de estos saberes son los propios practicantes” (Karkras, Tasiguano, Cachiguango, Lema, y Yemberla, 2014).

De esta forma, los saberes y conocimientos ancestrales tienen una naturaleza que por un lado es oral y por otro es practicada en comunidad. Es en sus practicantes (todas las personas del grupo étnico) en quienes sobrevive ese conocimiento y sus formas de transmisión.

De aquí vienen los retos de las pedagogías y los saberes ancestrales, ya que tanto en su oralidad como en la exclusión sistemática de sus practicantes en donde más se ha visto afectada por los mecanismos de legitimación de los saberes que están basados en parámetros occidentales bajo el nombre de “ciencia” (Mato, 2005a), la apuesta de la tesis se centra en la plausible articulación de los saberes matemáticos ancestrales con los occidentales, es decir, una mirada intercultural desde una didáctica multiparametral a la enseñanza de las ciencias, en particular a las matemáticas. Se ampliará la discusión en el capítulo de conclusiones, específicamente, en la página 258 donde se plantean los lineamientos de la propuesta.

En cuanto a estos conocimientos y saberes ancestrales, se reconoce “que hace referencia al conjunto del conocimiento acumulado por las comunidades indígenas en su adaptación al medio: económico, social, político, cultural, lingüístico, ecológico, simbólico, etc.” (Mendizábal, 2013). Desde aquí ya hay señales de que este conocimiento, así como su transmisión y la forma de manifestarse en su pedagogía, están íntimamente relacionados con los demás aspectos de la vida. Es por esto que los escenarios en donde se transmite ese conocimiento, y las técnicas pedagógicas a través de las cuales se comparte, también están relacionadas con otras prácticas de la vida cotidiana, es decir, bajo un ejercicio de categorización, sería virtualmente inútil o imposible separar la actividad y las prácticas pedagógicas de las demás actividades, así como es

complejo diferenciar entre los conocimientos y los saberes ancestrales como elementos únicos de información diferenciados de otros tipos de conocimientos dentro del grupo étnico (Crespo y Vila, 2014).

De esta forma es que se estructuran las prácticas pedagógicas de los conocimientos y saberes ancestrales. Toda actividad pedagógica es al mismo tiempo una actividad de la vida cotidiana, en la cual se transmite el conocimiento tanto para la educación como para la realización de las distintas actividades del día a día:

La transmisión de la sabiduría es un mundo lúdico. Las actividades como la preparación de la tierra, la siembra, la cosecha, el cuidado, la caza de los animales, las labores artesanales como hilar, tejer, cardar, entre otras, están impregnadas de saberes, no se da bajo sistemas escolarizados. Toda la vida es un gran ritual de estar aprendiendo a saber hacer la vida. (Crespo y Vila, 2014)

Esto significaría que la especialización y la división de las áreas de la vida humana, así como del conocimiento, son características del conocimiento occidental científico que se apartan radicalmente de los saberes y la pedagogía ancestral, en la que estas actividades son difíciles de separar las unas de las otras. Varias experiencias con grupos indígenas indicaron a antropólogos y etnólogos que el acercamiento occidental científico y sus nociones divididas/divisorias del conocimiento no eran del todo apropiadas para comprender diversos fenómenos sociales y culturales. Por ejemplo, Malinowski (1976) observó que las nociones de propiedad en las islas Trobriand incluían e implicaban nociones sobre magia y ritualismo, sobre poder y jerarquía social y política de la isla, así como sobre relaciones de parentesco, entre otros temas.

Por supuesto, una de las grandes preguntas que surgen aquí tiene que ver con el modo de crear un vínculo o una interacción simbiótica, una integración no solo funcional sino también substantiva y substancial entre conocimientos ancestrales y escenarios de pedagogía “formal” y occidental. El acercamiento que han tenido varios estudios para entender o imaginar escenarios en los que una mentalidad de pedagogía ancestral interactúe con pedagogías occidentales ha sido el del análisis de estudiantes indígenas en instituciones educativas “formales”.

A partir de aquí surge el concepto de interculturalidad. Este concepto es realmente complejo en su definición, ya que, en principio, la interculturalidad existe ya antes de convertirse en un proyecto social o académico/pedagógico:

No obstante, debe decirse que en principio se trata de una categoría meramente descriptiva que refiere de manera genérica al campo de las ‘relaciones entre culturalmente diferentes’. Estas relaciones pueden asumir diversos signos. Las sociedades contemporáneas son ‘interculturales de hecho’. Esa ‘interculturalidad de hecho’ frecuentemente reviste contornos sumamente negativos, que desafortunadamente incluyen formas de racismo y desvalorización de diferencias culturales significativas. (Mato, 2008)

Para este caso, esa interculturalidad sí se refiere a las relaciones entre diversas culturas (con sus saberes y sus pedagogías), pero en un sentido positivo, en el que, según Mato (2008), se presentan “relaciones interculturales equitativas y de valoración mutua” que, a su vez, propenden a “valorizar la diversidad cultural” (p.15).

Teniendo esto como punto de partida, ya se observa que en el proyecto por traer conocimientos, saberes y pedagogías ancestrales a la educación “formal” occidental, hay también un proyecto social, y este es el primer instante de intento de comunicación intercultural. Se recuerda que la transmisión de conocimientos y saberes ancestrales no es solo una práctica pedagógica, sino también de formación misma de la vida; es decir, también en valores (Nieto Villegas, 2015), razón por la cual, por ejemplo, en algunos proyectos de interculturalidad de saberes y pedagogías ancestrales traídas al mundo y a la educación occidental se hace un llamado a la integración de proyectos de vida con proyectos educativos, como en el caso ecuatoriano, en el que se busca la integración del “Buen Vivir” (*Sumak Kawsay*), intención espiritual y social de las sociedades Incaicas -Kichwas y quechuas- para la vida en armonía, con el “Buen Saber” (*Sumak Yachay*), que hace referencia no solo al conocimiento y a los saberes en términos “intelectuales”, sino también respecto a las jerarquías de la transmisión de los conocimientos de los abuelos y ancestros para el *Sumak Kawsay* (Crespo y Vila, 2014).

De esta forma, yace en el punto central del encuentro entre las pedagogías ancestrales y los escenarios de educación “occidental” un llamado por entrelazar el proceso de la enseñanza con el proceso de la construcción de identidad. Esta identidad aquí comienza a ser entendida como algo dinámico, que se construye a partir del diálogo entre saber ancestral y los “modos” de la vida académica occidental, es decir que esas identidades surgen de la comunicación intercultural (Zelada Muñoz, 2013) y se plantean en escenarios de enseñanza, en los que no solo se busca hacer una transmisión de conocimiento de forma unidireccional y solo con el fin de transmitir el conocimiento, sino que además se hace un ejercicio reflexivo por la vida misma y por entender la relación de esos conocimientos con la vida y con las particularidades culturales y

del encuentro intercultural (Quinto Salas, Cuchillo Jacanamijoy, Cartagena Muñoz, y Domico Murillo, 2014).

## 4. Metodología

En este capítulo se plantea una investigación de tipo cualitativo que permite interpretar y entender desde el método inductivo los aspectos relacionados con los saberes matemáticos. Este paradigma se articula con el enfoque hermenéutico pluritópico, cuyos principios se identifican en Mignolo (2007). El diseño es de corte etnográfico y para la obtención de la información se recurrió a los instrumentos de entrevistas con expertos investigadores Incaicos y Sikuanis al análisis de evidencias (documentales y pictóricas).

### 4.1. Paradigma: cualitativo

Para desarrollar esta investigación se ha elegido el paradigma cualitativo, que permite explorar a profundidad las distintas acepciones y concepciones de los saberes matemáticos Incas y Sikuanis situados en contextos sociales y culturales particulares. En este sentido, genera conexiones a un nivel de profundidad mayor, que permiten recabar información detallada y densa para realizar el análisis adecuado propuesto en el proyecto de investigación. El enfoque principal etnográfico hace posible generar lazos de confianza con los sujetos de investigación, y procura la generación de espacios y escenarios en los que se puedan contemplar las actividades diarias y los saberes matemáticos desde la mayor proximidad posible.

El paradigma cualitativo está íntimamente relacionado con el enfoque constructivista que reconoce la realidad como el producto de construcciones sociales, mediadas por relaciones de poder que producen y reproducen experiencias determinadas. A través del estudio de esas prácticas y su observación en la cotidianidad, es posible comprender los significados que los

sujetos de estudio asocian a las distintas actividades. Así mismo, se puede entender la relación que existe entre las estructuras y los agentes. Esto hace que se consolide un panorama integral que admita la comprensión holística de un fenómeno determinado.

Teniendo en cuenta que desde el paradigma cualitativo se busca generar comprensiones amplias a partir del entendimiento de las actividades cotidianas, la teoría se construye a partir del trabajo de campo, pues es este el que permite la construcción de categorías que se asocian, indudablemente, a las prácticas, estructuras y relaciones reconocidas a través de la recolección de la información. El comprender la realidad en un contexto dado, específico y particular impide que el trabajo se realice partiendo de premisas o categorías *a priori*. Estas categorías se producirán después de haber recogido la mayor cantidad de información dentro de ese contexto o realidad que se busca entender. De igual manera, vale la pena establecer que este tipo de aproximación busca comprender los fenómenos de manera profunda y no generar relaciones de causalidad, como sucede con aproximaciones de corte cuantitativo.

#### **4.2. Enfoque: hermenéutica pluritópica**

Ahora bien, tanto la etnografía como las demás herramientas mencionadas se desarrollan con el fin de generar una comprensión exhaustiva de los significados asociados a diferentes elementos, acciones o actividades dentro de una comunicad. En este sentido, es importante establecer que esta investigación partirá de la noción de la hermenéutica pluritópica de Mignolo (2009). De acuerdo con el autor, esta perspectiva se entiende de la siguiente manera:

(...) la hermenéutica pluritópica que estoy tratando de articular se mueve hacia un concepto interactivo de conocimiento y entendimiento que se refleja en el proceso mismo de construir (poner en orden) esa porción del mundo para ser conocida. Hoy en día está de moda contar una historia desde diferentes puntos de vista para mostrar cuán relativa es la invención de la realidad. Una aproximación pluritópica no enfatiza la relatividad cultural ni el multiculturalismo, sino los intereses sociales y humanos presentes en el acto de contar historias o construir teorías. Lo que está en juego son las políticas de representar y de construir lugares de enunciación, más que la diversidad de representaciones resultantes de locaciones diferenciales al contar historias o construir teorías. (pp.186-187)

En general, esta visión metodológica apunta a develar y contemplar de forma analítica las relaciones de poder que se configuran en diferentes espacios y escenarios. Además de eso, considera como parte de su configuración ontológica y epistemológica las nociones del relativismo, lo cual permite comprender las subjetividades, historicidades y particularidades de las historias que se recojan a través de la investigación. Esto permite que la metodología apunte a dos niveles analíticos diferentes. Adoptar la hermenéutica pluritópica permite otorgarle coherencia y cohesión al proyecto investigativo, recordando que se trata directamente el tema de la decolonización de la educación. Es entonces dicha aproximación metodológica la que permite comprender con mayor detalle esas estructuras coloniales que subyacen a los lugares, relaciones y espacios.

Para complementar la noción de hermenéuticas pluritópicas de Mignolo, se plantea utilizar las propuestas de Eduardo Restrepo (2007), para el cual el estudio de las identidades

culturales implica el estudio de lo singular. En este sentido, es fundamental no concentrarse en la consolidación de comparaciones, ni de posibles teorías universalistas; por el contrario, debe hacerse hincapié en la comprensión de los sujetos de estudios en su contexto particular, previendo no caer en la construcción premeditada de exotismos o esencialismos. De igual manera, señala Restrepo (2007) que es necesario generar estudios que comprendan las relaciones que se establecen entre los individuos de una comunidad para comprender las estructuras que les subyacen como sociedad. Tanto los diálogos como los silencios son fundamentales para comprender las interacciones y sus significados en un contexto determinado.

Partiendo de esta comprensión de las identidades culturales, relacionales, que se construyen en contextos específicos y culturales, se puede llegar a esa comprensión fronteriza que se propone desde la hermenéutica pluritópica de Mignolo. Es posible movilizarse hacia una lógica otra, y así lograr escapar de las lógicas hegemónicas y predominantes que se derivan de las estructuras eurocéntricas construidas desde las relaciones de poder centro-periferia. De esta manera, se construye el pensamiento fronterizo que nos permitirá no solo cambiar la forma como concebimos la realidad, sino además la forma como nos pensamos como individuos y sociedad dentro de ella (Restrepo, 2010).

Además de las herramientas de recolección directa de la información (observación participante, entrevistas semiestructuradas y etnografía), se realizará una revisión documental que complemente la información recabada en campo. Esto permitirá identificar las diferentes situaciones que a lo largo de la historia permitieron el desarrollo de saberes matemáticos en la comunidad Sikuni. Para ello, se recurrirá a los archivos del Ministerio de Educación Nacional (MEN), las fuentes secundarias producidas por etnógrafos e investigadores y otros textos a los

que sea posible acceder en instituciones como el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh) y la Universidad Nacional de Colombia.

Las categorías establecidas para desarrollar la investigación aún no se han determinado, teniendo en cuenta que el paradigma cualitativo permite la configuración de categorías durante el proceso de recolección de información. Sin embargo, se han establecido tres grupos dentro de los cuales se planea determinar las variables y categorías analíticas, a saber: interculturalidad, pedagogías de la decolonización y saberes matemáticos ancestrales. Si bien se espera que estos lineamientos se mantengan a lo largo del desarrollo de la investigación, no hay una restricción que limite las oportunidades de crear nuevos lineamientos a partir del trabajo de campo.

### **4.3. Tipo de estudio: casos etnográficos**

La etnografía como aproximación tiene una serie de ventajas y beneficios para el investigador, en la medida en que permite acceder a una infinidad de información obtenida de primera mano. Sin embargo, resulta fundamental hacer parte clave del proceso la noción de reflexividad. De esta manera, el investigador debe ser consciente de su rol dentro de la comunidad que investiga y cómo este afecta y transforma de distintas maneras las prácticas, dinámicas y acciones dentro de esta (Guber, 2011).

Una parte fundamental del trabajo etnográfico es el diario de campo como herramienta central. Este permite recabar la información suficiente y necesaria que no se puede derivar de las entrevistas que se realicen. Es clave, en este ejercicio de registro, que el investigador trabaje a consciencia y haga evidente en sus escritos la diferencia entre hechos, realidades, opiniones y

percepciones. Este diario de campo debe hacer parte del posterior análisis y triangulación de la información recabada, y es también el medio perfecto para trabajar sobre la reflexividad. De esta forma, la persona que realice el estudio podrá ser consciente del rol que entra a desempeñar dentro de la comunidad que estudia.

El trabajo de campo es el medio por el cual el investigador puede realizar una etnografía de manera adecuada. De acuerdo con Guber (2011), a través de este no solo se conocen los sujetos de investigación, sino que es también donde el investigador reconstruye las narrativas con los sujetos que hacen parte del proceso investigativo. Así, este último debe hacerse consciente de las limitaciones que le son propias debido a su contexto, a sus presupuestos tanto epistemológicos, como culturales y sociales. Estos elementos se vuelven restricciones para que el investigador pueda reconocer de forma integral una cultura o sociedad que le es ajena. Sin embargo, el reconocimiento de estas limitaciones le permitirá, al menos, ser consciente de cómo se está limitando dentro del desarrollo del trabajo de campo y el impacto que ello puede tener en su investigación (Guber, 2011).

#### **4.4. Población y muestra**

El diseño metodológico está basado desde el paradigma cualitativo, bajo el enfoque de la hermenéutica pluritópica y el tipo de estudio de casos etnográficos como se fundamentó en los apartados anteriores.

Se estudia dos culturales ancestrales: la Inca y la Sikuani, por lo cual, la tesis cuenta con poblaciones distintas además atemporales, con el propósito de recuperar los saberes ancestrales

matemáticos de los de los pueblos latinoamericanos potentes en tecnologías andinas en pro de lo ambiental, las matemáticas al servicio del “buen vivir”, no con la pretensión de realizar un estudio comparativo, sino con el propósito de describir, comprender y fundamentar lineamientos de una didáctica multiparametral basados en las representaciones, nociones y situaciones problemáticas del Imperio Incaico y de los Sikuani colombianos.

Por lo anterior, se presenta como dos poblaciones distintas:

#### 4.4.1. La población Sikuani:

Tabla 3

*Asentamiento y concentración de la población Sikuani*

Total de la población: 19.791 personas			
Patrones de asentamiento		Población Sikuani	Porcentaje sobre el total de población Sikuani
Departamentos de mayor concentración	Vichada	12.119	61,20%
	Meta	4.966	25,10%
	Arauca	891	4,50%
	Total	17.976	90,80%
Población Sikuani en áreas urbanas		2.895	2.895

Tabla elaborada con base en el Censo DANE 2005.

Los Sikuani habitan tres de los departamentos, tiene más de 2.800 habitantes (604 familias) según censo 2005 como se puede evidenciar en la tabla 3. La investigación etnográfica se centra en dos de las familias de la población Sikuani en el Meta, específicamente en Puerto Gaitán, que acceden y les interesa en mutuo acuerdo recuperar los saberes ancestrales matemáticos, con el compromiso de continuar el trabajo con la comunidad

Las entrevistas autorizadas por el resguardo mediante consentimiento informado (anexo 9.1) para hacer parte de la tesis son las correspondientes a las compartidas por las autoridades del territorio al Taita Mayor Clemente Gaitán y el Mayor Eduardo Bejarano.

#### 4.4.2. Los expertos de saberes matemáticos Incas:

Los expertos en saberes ancestrales inca: Para el caso de los Inca, se seleccionaron los expertos teniendo en cuenta dos factores, la productividad investigativa en torno a los saberes ancestrales incaicas y que hicieran parte de la comunidad del territorio incaica.

- La Doctora María del Carmen Bonilla, presidenta de la Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática, investigadora y experta en Articulación de saberes etnomatemáticos en instituciones educativas primarias, docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Quien además de ser ponente en OEI, cuenta con las siguientes distinciones en su trabajo en geometría basado en articulación de saberes matemáticos ancestrales: Premio a la Investigación Interuniversitaria y Multidisciplinar 2015 El Consorcio de Universidades convocó a la segunda edición del Premio a la Investigación Interuniversitaria y Multidisciplinaria (PIIM) 2015, cuyo producto final es el resultado de un trabajo académico de excelencia realizado en coautoría con una visión interdisciplinaria y Premio al proyecto "Articulación de saberes etnomatemáticos en procesos de aprendizaje en instituciones educativas primarias quechuas y shipibas" ganó el PIIM 2015. PERÚ noviembre 2015.

- El Doctor Ubiritan D'Ambrosio (director en la Federación de las Industrias del Estado de São Paulo - FIESP, Premio Kenneth O. May durante el 21° Congreso Internacional de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México) nota, Medalla Félix Klein por parte de la Comisión Internacional de Instrucción Matemática en reconocimiento a su contribución en la educación matemática como campo de investigación en América Latina. Investigador, pionero de diversas obras en etnomatemática.

- Dina Inés Díaz Sucari. Directora de en IEP UROS TORANI PATA y coordinadora CIMCE (Círculo de Investigación para el Mejoramiento de la Calidad Educativa) en Puno, Perú. Docente de matemáticas en las Islas Flotantes de Uros, Puno, Perú, en el lago Titicaca, encargada de articular los saberes ancestrales de los pobladores los Uros de origen quechua.

Por otro lado, se debe clarificar que se realiza análisis de evidencias documentales y pictóricas, para el caso Inca, dado que es de interés de la tesis recuperar los saberes ancestrales matemáticos de la época del Tahuantinsuyo, donde los Incas fue el esplendor del Imperio Inca y como se fundamentó en el capítulo correspondiente, es allí donde se devela el uso de las matemáticas en la ingeniería, arquitectura, organización, social, política y religiosa.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos**

- Entrevistas a profundidad comunidad Sikuni.

- Entrevistas con expertos investigadores Incaicos.
- Análisis de evidencias (documentales y pictóricas).

Como parte de la consecución de la etnografía, se propone realizar entrevistas semiestructuradas, entendidas como aquellas que se realizan desde el lineamiento de un guion preparado, pero que no exige un seguimiento estricto y que proporciona la libertad de tratar la entrevista como una conversación espontánea (Corbetta, 2007) y la observación participante que se centra en la participación respetuosa del investigador en una serie de situaciones que pueden ser cotidianas o no, pero que son particularmente importantes para el desarrollo del tema que ha elegido (Taylor y Bodgan, 1987). Esta última permitirá que se realice el desarrollo de la etnografía de manera adecuada, pues el investigador deberá tomar parte de las actividades y enrolarse dentro de la comunidad, para así pasar de ser un espectador, a ser un participante (evidentemente guardando su rol de etnógrafo e investigador) de la comunidad.

La tesis se circunscribe bajo la premisa de trabajar con y para la comunidad y no desde la mera observación indagadora de los paradigmas y prácticas colonizadoras. Esto se alcanza con la socialización de los resultados con la comunidad Sikuaní, retornando al territorio la propuesta que emerge de esta investigación.

Del mismo modo, se realizan entrevistas a profundidad, las cuales buscan reconocer de manera densa los significados y representaciones asociados a las diferentes prácticas que se busca comprender; en este caso, aquellas relacionadas con los saberes culturales matemáticos de los Sikuanis. Las entrevistas dejan comprender cómo se han desarrollado estos saberes, y además reconocer sus conexiones con rutinas, actividades y prácticas cotidianas de esta población. De igual manera, ayudan a encontrar los significados culturales asociados a esos saberes,

comprendiéndolos desde el contexto actual y desde la tradición histórica de la población. Para reconocer los saberes matemáticos Incas se realizarán entrevistas a profundidad a expertos en el tema.

Con respecto al caso de los Incas, una población prácticamente extinta, se realizará etnografía en el archivo histórico. Esto quiere decir que se hace una aproximación a archivos y documentos que contengan información relevante para la investigación, pero no desde la mirada que podría tener un historiador sobre el tema, sino desde la mirada de la etnografía. Aun así, vale la pena aclarar que esta herramienta de recolección de información parte de una mirada transversal de las ciencias sociales y, por tanto, de las metodologías que las caracterizan. Es fundamental comprender, entonces, lo siguiente:

(...) el principio común es que las fuentes sobre las que se elabora el análisis (archivos externos al investigador o notas de campo) no son nunca “datos” puros: reflejan una cierta perspectiva (institucional o individual) y fueron producidos en respuesta a diversas tensiones (...) Por lo tanto, los etnógrafos de lo contemporáneo tienen mucho que aprender de los especialistas del método crítico: en efecto, los materiales que producen (principalmente el diario de campo y las transcripciones de entrevistas) constituyen “archivos” y en este sentido pueden ser analizados con una mirada crítica similar a la que el investigador del pasado toma sobre sus fuentes. (Bosa, 2010, p.513)

Estas tres herramientas, incluyendo también el diario de campo mencionado en la sección anterior, serán las principales formas de recolección de información que permitirán el desarrollo adecuado de la etnografía que se propone hacer.

El trabajo de campo etnográfico se realizará con la comunidad Sikuni en Colombia. Este pueblo indígena habita, mayoritariamente, el territorio de los Llanos Orientales; esto incluye lugares dentro de los departamentos de Arauca, Guaviare, Guainía y Vichada. Algunos grupos de indígenas Sikuni se encuentran hacia el occidente del país en los departamentos de Amazonas y Bolívar. Se piensa que en la actualidad existen alrededor de 39.000 individuos que se identifican a sí mismos como parte de la tribu Sikuni. A pesar de la constante interacción con otros grupos no Sikuni y el proceso de aculturación que esto implica, los Sikuni han logrado mantener, en gran medida, sus costumbres y tradiciones. Se caracterizan, especialmente, porque mantienen su lenguaje nativo (un 83,3 % de la población aún lo habla). De la población actual un 19,1 % se reconoce a sí mismo como indígena Sikuni, de estos el 51,1 % son hombres y el 48,9 %, mujeres. Un porcentaje significativamente bajo (14,9 %) de la población Sikuni vive en algún casco urbano del país; el resto de ellos se encuentra en zonas rurales.

#### 4.5.1. Desarrollo de los objetivos específicos con los instrumentos.

Tabla 4

*Las tensiones y sus comprobaciones metodológicas*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Técnica e instrumentos</b>	<b>Descripción</b>
Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis documental</li> <li>- Convivencia con la comunidad</li> <li>- Entrevista semiestructurada</li> <li>- Entrevista a expertos</li> </ul>	<p>Se revisarán los conceptos matemáticos existentes en la literatura de los etnógrafos e investigadores, así como libros de historia de las matemáticas que expliciten saberes matemáticos latinoamericanos, en particular Incas y Sikunis</p> <p>Y las que vislumbren en la convivencia con la</p>

---

<p>Comprender los conceptos y representaciones matemáticos significativos de las culturas Inca y Sikuani desde su relación cosmogónica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis documental</li> <li>- Convivencia con la comunidad</li> <li>- Entrevista semiestructurada</li> <li>- Entrevista a expertos</li> </ul>	<p>comunidad Sikuani, así mismo, las situaciones problemáticas que llevarán al proceso de matemización que expliciten las narrativas de las entrevistas a profundidad (con expertos de la cultura Incaica) y entrevistas semiestructuradas (sabedores, mamos y maestros de las comunidades indígenas)</p> <p>Se propone entrevistar a Expertos (en saberes Incaicas y Sikuanis) y entrevistas semiestructuradas (Sabedores, Mamos y Maestros de las comunidades indígenas) respecto a las concepciones y representaciones geométrico-matemáticas representativas de sus culturas, desde su relación cosmogónica y cosmovisión, a partir de sus prácticas cotidianas, con una mirada intercultural</p>
<p>Fundamentar una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e</p>		<p>El análisis documental a fuentes primarias que expliciten las representaciones y concepciones de los saberes ancestrales matemáticos</p> <p>A partir de las comprensiones alcanzadas, en cuanto a las situaciones problemáticas, concepciones y representaciones de los saberes matemáticos,</p>

---

Inca para incorporar a la educación matemática colombiana

fundamentar una propuesta de comprensión de las matemáticas para la articulación con la propuesta de formación para la enseñanza de las matemáticas desde un enfoque intercultural

Fuente: elaboración propia

#### 4.5.2. Entrevista a profundidad con expertos Incas.

Tabla 4

*Estructura de entrevistas a profundidad a expertos en saberes Incas*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<p>Recuperar los saberes matemáticos ancestrales Incaicos y Sikuanis para proponer lineamientos de una –didáctica – de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión propia de mundo-ciencia-pedagogía en estas comunidades</p>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="967 1163 1425 1381">• Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuani</li> <li data-bbox="967 1423 1425 1604">• Comprender los conceptos y representaciones matemáticos representativos de las culturas Inca y Sikuani desde su relación cosmogónica</li> <li data-bbox="967 1646 1425 1898">• Fundamentar lineamientos de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación</li> </ul>

**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los fundamentos de una “didáctica otra” desde los saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis con un enfoque intercultural que contribuya el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación matemática colombiana?

**TÉCNICA**

Entrevista a expertos

**INSTRUMENTO**

Pautas o guion de la entrevista

**OBJETIVO ESPECÍFICO RELACIONADO CON INSTRUMENTO**

- Proponer lineamientos de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Inca para incorporar a la educación matemática colombiana (preguntas 1, 2 y 3)
- Identificar las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca (preguntas 4, 5 y 6)

---

Nota: se omite de los objetivos la comunidad Sikuanis, dado que solo se aplicará a expertos en la los Incas.

**Entrevistas a profundidad**

- ¿De qué forma pueden incorporarse los saberes de los Incas a los programas de matemáticas, dados a los estudiantes colombianos, para contribuir a un pensamiento matemático latinoamericano?
- ¿Qué elementos pedagógicos permitirían el desarrollo de una didáctica no parametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de los Inca para incorporar a la educación matemática colombiana?
- ¿Cómo contribuye el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas a la conformación de comunidades más conscientes de la importancia de nuestras raíces y al afianzamiento de nuestra cultura, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación y no separe el mundo de las matemáticas?
- ¿Cuáles son/fueron los usos y significados de la *yupana* y del *quipu* en la construcción de pensamiento matemático Incaico?
- ¿Cómo concebían los Incas el infinito y el cero desde su cosmogonía?
- ¿Qué situaciones contextuales llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca?

#### 4.5.3. Entrevista semiestructurada a Sikuanis.

Tabla 5  
*Estructura de entrevistas semiestructuradas a Sikuanis*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
TESIS	“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN

---

**LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE  
DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA  
INTERCULTURAL”**

- OBJETIVO GENERAL** Recuperar los saberes matemáticos ancestrales Incaicas y Sikuani para proponer lineamientos de una –didáctica otra– de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión propia de mundo-ciencia-pedagogía en estas comunidades
- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**
- Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuani
  - Comprender los conceptos y representaciones matemáticos representativos de las culturas Inca y Sikuani desde su relación cosmogónica
  - Fundamentar lineamientos de una didáctica no parametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática colombiana

**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN** ¿Cuáles son los fundamentos de una “didáctica otra” desde los saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis, con un enfoque intercultural que contribuya el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación matemática colombiana?

#### **TÉCNICA**

Entrevista semiestructurada

#### **INSTRUMENTO**

Pautas o guion de la entrevista

---

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS RELACIONADO CON INSTRUMENTO**

- Identificar las situaciones problémicas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Sikuanis
- Analizar los conceptos y representaciones matemáticas representativos de la cultura Sikuanis desde su relación cosmogónica

Para identificar situaciones problémicas y representaciones matemáticas, se analizan, a través de la categoría, saberes matemáticos ancestrales, bajo cuatro subcategorías: saberes y prácticas de agricultura, saberes y prácticas de cestería, saberes y prácticas de astrología y juego. Estas, a su vez, se subdividen bajo criterios y ordenadores que jerarquizan las preguntas deductivamente

Nota: se omite de los objetivos la comunidad Inca, dado que solo se aplicará a la comunidad Sikuani.

Tabla 6  
*Guion de entrevistas por categorías, criterios y ordenadores*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍAS</b>	<b>CRITERIOS Y ORDENADORES</b>	<b>PREGUNTAS</b>
<b>SABERES MATEMÁTICOS ANCESTRALES</b>	<b>SABERES Y PRÁCTICAS DE AGRICULTURA</b>	<b>ESTIMACIÓN</b>	¿Qué tipo de métodos utilizan para la predicción o estimación en la cosecha y siembra?
		<b>DISEÑO</b>	¿Cuáles patrones se replican en la agricultura?
		<b>INSTRUMENTOS</b>	¿Qué instrumentos de medición utilizan y cuáles unidades de medida utilizan de forma autóctona?
		<b>MEDIR</b>	
		<b>LOCALIZAR</b>	¿Cuáles de las formas de cultivo son susceptibles de matematización?
	<b>SABERES Y PRÁCTICAS DE CESTERÍA</b>	<b>COSMOVISIÓN - RELACIÓN CON OTRAS REPRESENTACIONES</b>	¿Cómo se relacionan las representaciones de la cestería con las representaciones en la agricultura y otras actividades diarias?

**TESALADOS Y  
REPRESENTACIONES  
GEOMÉTRICAS**

¿Cuáles son representaciones culturales de transformaciones geométricas en el diseño de la cestería Sikuani?

**DIMENSIONES (NO  
EUCLIDIANAS)**

¿Cuáles son los elementos de la geometría proyectiva o de las geometrías no euclidianas que se visibilizan en los diseños de cestería?

**COSMOGONÍA Y  
CONSTELACIÓN SIKUANI**

¿Cuáles de las prácticas de la cestería se replican en las otras prácticas ancestrales?

¿Cuál es la relación de la constelación Sikuani respecto a las técnicas hortícolas de la comunidad?

**SABERES Y  
PRÁCTICAS DE  
ASTROLOGÍA**

¿Cuál es su relación con la cosmovisión con la Constelación Sikuani?

¿Cómo funciona el calendario Sikuani?

**CALENDARIO SIKUANI**

¿Cuáles representaciones ostensivas y no ostensivas matemáticas se evidencia en el uso del calendario Sikuani?

	<b>MEDICIÓN</b>	¿Qué elementos ostensivos y no ostensivos se presentan en los actos de medición Sikuaní?
	<b>PREDICCIÓN – ESTIMACIÓN</b>	¿Cuáles elementos de representación matemática se utilizan en los actos de predicción y estimación para pronosticar hechos de la comunidad Sikuaní? ¿Cuáles situaciones conducen al proceso de matematización con el uso de los saberes astrológicos? ¿Cuáles de los juegos autóctonos conducen al desarrollo de pensamiento matemático?
<b>JUEGO</b>	<b>COSMOGONÍA Y COSMOVISIÓN ASOCIADOS AL CONTEO-SISTEMA DE NUMERACIÓN,</b>	¿Cómo los juegos se relacionan con la cosmogonía Sikuaní?
	<b>INSTRUMENTOS</b>	¿Qué instrumentos utilizan que permitan representaciones ostensivas y no ostensivas matemáticas?

#### 4.5.4. Análisis documental.

Tabla 7

*Estructura de análisis documental*

<b>TESIS</b>	<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Recuperar los saberes matemáticos ancestrales Incaicos y Sikuanis para proponer lineamientos de una –didáctica otra– de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión propia de mundo-

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<p>ciencia-pedagogía en estas comunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuani</li> <li>• Comprender los conceptos y representaciones matemáticos representativos de las culturas Inca y Sikuani desde su relación cosmogónica</li> <li>• Fundamentar lineamientos de una didáctica mutliparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de las comunidades Sikuani e Inca para incorporar a la educación matemática colombiana</li> </ul>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<p>¿Cuáles son los fundamentos de una “didáctica otra” desde los saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis con un enfoque intercultural que contribuyan al reconocimiento de nuestras culturas autóctonas, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación matemática colombiana?</p>
<b>TÉCNICA</b> Análisis documental	<b>INSTRUMENTO</b> Análisis de contenido

---

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS RELACIONADOS CON INSTRUMENTO**

- Identificar las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca
- Proponer lineamientos de una didáctica multiparametral de apropiación y comprensión de lo cultural y lo cotidiano desde los saberes propios de la comunidad Inca para incorporar a la educación matemática colombiana

Tabla 8

*Ficha de recolección y análisis documental*

---

### **IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO**

Número de ficha  
Nombre del documento  
Tipo de documento  
Autor  
Páginas  
Institución a la que pertenece  
Ciudad y fecha de edición

**ANÁLISIS DEL DOCUMENTO****CATEGORÍAS DE ANÁLISIS**Secciones y párrafos  
CULTURA INCA**CONTENIDO DE LA CATEGORÍA DE ANÁLISIS****RELACIÓN CON OTRAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS****RESULTADOS DEL ANÁLISIS**SABERES  
MATEMÁTICOS  
ANCESTRALES  
IncaicosINTERCULTURALI  
DAD Y PROYECTO  
DECOLONIAL EN  
LA EDUCACIÓN

4.4.5 Matriz metodológica

Tabla 9

*Matriz metodológica*

<b>Título</b>	<b>Matriz metodológica</b>
<b>Pregunta</b>	¿Cuáles son los fundamentos de una “didáctica otra” desde los saberes matemáticos Incaicos y Sikuanis con un enfoque intercultural que contribuya al reconocimiento de nuestras culturas autóctonas, desde un hacer crítico que permita empoderar nuevas epistemes en nuestra educación matemática colombiana?
<b>Objetivo general</b>	Recuperación de saberes matemáticos para una propuesta didáctica otra de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión de mundo-ciencia-pedagogía Sikuanis e Inca
<b>Objetivos específicos</b>	<p>Describir las situaciones problemáticas que llevaron a los procesos de matematización de las comunidades como parte de la cultura matemática Inca y Sikuanis</p> <p>Comprender los conceptos y representaciones matemáticas representativos de las culturas Inca y Sikuanis desde su relación cosmogónica</p> <p>Fundamentar comparativos entre los obstáculos epistémicos, en la construcción del pensamiento matemático occidental, respecto al pensamiento matemático de las comunidades ancestrales</p>
<b>Metodología</b>	<p>Paradigma cualitativo</p> <p>Hermenéutica pluritópica</p> <p>Etnografía (estudios de casos)</p>
<b>Técnicas</b>	<p>Permite estudiar a profundidad un número reducido de sujetos particulares, permitiendo direccionar una investigación hacia preguntas de ¿Cómo? y ¿Por qué?</p> <p>Estudiar de manera densa uno o dos casos particulares permitirá conseguir una comprensión profunda del problema que se aborda. Esta aproximación requiere de una inmersión en campo de larga duración con el fin de lograr relaciones de confianza con los sujetos</p>

de estudio

Estudio de caso	<p>Se conecta con las bases epistemológicas de esta investigación al apuntar al reconocimiento profundo de la existencia de perspectivas divergentes a las imperantes y reconocidas por el proyecto de Estadonación, en respuesta a las necesidades metodológicas y prácticas de la aproximación que propone la hermenéutica pluritópica</p> <p>Esta herramienta es fundamental para la consecución adecuada de una etnografía. De esta manera, será posible llegar a una inmersión total en las prácticas y actividades tanto extraordinarias como ordinarias en las que se desarrolla la vida del sujeto de estudio. Esto permitirá, además de observar elementos vinculados al tema de estudio, establecer relaciones de confianza con los sujetos. Así, será posible recabar una mayor cantidad de información confiable que aporte al desarrollo del proyecto. Resulta fundamental para utilizar esta técnica de investigación tener en cuenta el concepto de reflexividad, que nos invita a pensar en nuestro rol como investigadores y cómo este siempre tendrá un impacto sobre la comunidad estudiada</p>
Observación participante	<p>Esta técnica resulta fundamental en la medida en que una de las comunidades sujeto de estudio está extinta. El trabajo de archivo permitirá acceder a información propia de esta comunidad y sus saberes ancestrales. Será posible hacerlo mediante fuentes secundarias de exploradores e investigadores que se hayan acercado a esta comunidad y sus saberes. La etnografía en el archivo busca que al hacer su trabajo de archivo el investigador comprenda, desde el contexto propio de la comunidad, los elementos consignados en el documento</p>
Etnografía en el archivo	

### **Instrumentos**

A partir de esta técnica será posible realizar una serie de entrevistas de duración media que permitan establecer puntos de comparación entre las respuestas de los sujetos. Esta técnica permite acercarse a un mayor número de sujetos, recabando información relevante pero no tan profunda sobre el tema

<b>Entrevistas semiestructuradas</b>	La realización de este tipo de entrevistas a sujetos clave dentro de la comunidad permitirá tener un acercamiento de tipo simbólico a la información requerida. Esto dará la posibilidad de tener una comprensión más profunda de los temas estudiados a la luz de las historias propias de cada individuo
<b>Entrevistas a profundidad</b>	
<b>Sujetos</b>	Al ser una población en práctica extinción, se hará revisión documental y entrevistas a expertos
<b>Incas</b>	Se realizará trabajo de campo para llevar a cabo observación participante y entrevistas semiestructuradas
<b>Sikuani</b>	Zonas de población mayoritariamente Sikuani en Colombia y lugares sagrados de los indígenas Sikuani
<b>Lugar</b>	
<b>Técnica de sistematización</b>	Digitalización de entrevistas para posterior categorización
<b>Transcripción</b>	Utilizando los datos encontrados en las entrevistas a profundidad y las semiestructuradas, en contraste con el análisis documental, se establecerán categorías de análisis y operativas para sistematizar la información encontrada
<b>Categorización</b>	Establecer relaciones entre las categorías y la teoría utilizada como fundamento epistemológico

---

Fuente: elaboración propia

## 5. Análisis de la información

### 5.1. Análisis entrevistas expertos Incaicos

Ya que la tesis está enmarcada dentro del enfoque cualitativo, de tipología hermenéutica pluritópica, desde estudio de casos etnográficos, para el caso Inca, en lo referente a la recuperación de saberes ancestrales matemáticos, trabajamos a través de las entrevistas a los siguientes expertos: el doctor Ubitaran D'Ambrosio, la magíster María del Carmen Bonilla, el maestro Néstor Astete y la maestra Dinna Díaz.

Tabla 9

*Análisis entrevista al Doctor Néstor Astete*

ENTREVISTADO	APORTES SIGNIFICATIVOS TEXTUALES EN LA NARRATIVA	INTERPRETACIÓN DE LA AUTORA
Néstor Astete, director de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL), Puno	“Se van rescatando los saberes propios que son más sostenibles que los que vienen de afuera, entonces, a ese nivel, se está trabajando (rescatar los saberes propios de las comunidades) por la buena armonía consigo mismo como también con el entorno, y más por el respeto. Nosotros le llamamos ‘Pachamama’, o en el mundo se conocen también como “Abya Yala”. Esto ha existido y también ha tenido buenos resultados; por ejemplo, lo vemos en el manejo del agua y el manejo de rotación de suelos y porque hay sitios donde la comunidad ya no tiene espacios, entonces como garantizan la producción de la comunidad es a través de rotación de suelos y se prepara bien y se siembra.”	El estudio de las matemáticas para problematizar y resignificar situaciones contextuales de la comunidad, por ejemplo, el análisis del uso de rotación de suelos, para garantizar una mejor producción a la comunidad, en pro de la nutrición de los pueblos indígenas y de la optimización del uso del agua.  Los aprendizajes de las matemáticas están basados en la construcción colectiva de un lenguaje.
LUGAR DE LA ENTREVISTA: Emisora Onda Azul (Puno, Perú)		
HORA: una hora y media		

“Que los niños puedan entender de manera muy didáctica lo que la experiencia enseña, siempre a partir de la realidad para internalizar un poco al otro, en este caso diríamos ‘contacto directo’ (...) la comunicación es el proceso didáctico que yo he practicado, me gustaría plasmarlo desde mi recuento y también en los textos, de forma personal-social; no olvidar que el conocimiento precisamente es esa construcción de la persona y la interpretación del ambiente, y la interacción que hay entre ellos. La comunicación es la fuente que permite esa interacción mediante lenguaje.”

“Eso que la incorporación trasciende, que no sea local ancestral –las comunidades, el maestro–, que tiene esa identidad y a través de eso, fácilmente desarrolla incorporando los saberes, por decir un saber a través del juego.”

“Pues toma en cuenta y en función a eso se puede decir que los resultados son buenos. Y yo quisiera decir lo siguiente: el sistema educativo como tal en las comunidades arranca al niño o la niña desde el seno del hogar de este de tres o hasta de un año, hasta los diecisiete años. Iniciales de uno a cinco años; de seis a doce años, primaria; de trece a diecisiete años, secundaria. Jovencito ya no conocen el manejo de los cultivos, ya no conocen el manejo de la ganadería. Ese hijo ya está descontextualizado de su entorno y el joven decepcionado porque no ingresó a la universidad y por lo tanto ahora ya ese joven pues se siente, como se dice, ser que no. Bueno ya sea otra vez se adapta la comunidad, pero ya no conoces de repente cuándo es buena siembra o

La recuperación de saberes ancestrales matemáticos se puede realizar, según la propuesta del maestro Barrientos, a través del juego, como acto del ejercicio de matematización.

Da testimonio de muchos de los estudiantes de las comunidades campesinas que cuentan con la oportunidad de formarse en la ciudad, retornar a su lugar de origen al no lograr ubicarse laboralmente, y al no encontrar útil lo aprendido en la formación universitaria y al haber olvidado a su vez los saberes ancestrales heredados por la práctica y la oralidad durante su niñez entran en una crisis y desencuentro consigo mismos.

Ante esta problemática que

cuándo es mala siembra; las fases, como se dice, de la luna, con los buenos y los malos. Leer los señaleros que te ayudan, las señales a los animales, las plantas y otros, el barbecho, todo; salen unas hormiguitas y dejan unos montoncitos de tierra dormir. Haciendo esa no lo he visto, el palpado realmente este hasta que ha sido parte del sistema porque terminé mi secundaria. Bueno, lo agarré superior para continuar un poco, que detestaba mi lengua, detestaba la forma de moros y la usanza de mis padres; no quería que mi papá ni mi mamá estuvieran a mi lado porque venía con pollera o venían con su sombrerito. Entonces como él mismo se ha generado un ser en lo cultural si no firmamos o reafirmamos en lo lingüístico a los estudiantes habremos perdido de repente esa oportunidad de que ellos sí puedan sentirse parte de unidad o parte de la cadena como docente y como alumno; que también eso he pensado cuando empecé a valorar la lengua... así como le cuento.”

“La *yupana* la digitalicé, esto ya a través de matriciales todo eso de 0 a 9, todo eso hablando de Juana Inca. Es un instrumento muy valioso, pero le diré para aquellas personas que nos sentimos identificados con esa cultura nos ayuda bastante. Utiliza un poco Maná ancestral dibujado, se ha diseñado en estos días nomás con sensores en lo que se refiere a equipo, bueno y para manejo de las operaciones básicas, operación estadística simple; unos cuántos watts...”

“Trabajar con los estudiantes indígenas durante dos años le ayudo a conocer más de las culturas quechua y

es común en las comunidades campesinas y grupos marginados de la sociedad, el enseñar las matemáticas desde la lengua posibilitaría el aprendizaje desde reafirmación de lo cultural.

Por otro lado, el uso de instrumentos contables como la *yupana*, en su versión digitalizada, permite utilizar algoritmos para las operaciones básicas, diferentes a los convencionalmente utilizados. La *yupana* en forma digital puede introducirse de manera alterna como elemento de cálculo en los primeros años escolares en la enseñanza de las operaciones básicas en diferentes bases de sistemas de numeración.

El trabajar en conjunto con la comunidad y los saberes matemáticos que poseen de

ENTREVISTADO:  
Profesora María

del Carmen Bonilla, presidenta de la Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática, investigadora y experta en articulación de saberes etnomatemáticos en instituciones educativas primarias. Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Conferencista de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

LUGAR: Skype, Lima, Per

FECHA: 26 de agosto de 2018

HORA: 9 am

DURACIÓN: dos horas, veinticinco minutos

aimara que son las mayoritarias en Perú, y los Chitivos, que son cercanos a la frontera con Brasil. A través del trabajo con estos estudiantes, pudo experimentar cómo ellos ponen en práctica diferentes elementos que fueron aprendidos de sus padres, como actividades artesanales y diseños de su cultura donde utilizaban también conceptos matemáticos incluso sin saberlos, donde se dejaron evidencias de todo este trabajo. Estamos acostumbrados a que las matemáticas se presenten de manera lingüística, escrita o hablada, sin embargo, las culturas andinas u originarias no tienen este tipo de escritura. Esa acción o esa representación es muy importante, ya que permite comprender las matemáticas de las culturas o su aspecto vivencial, con los que demuestra que ellos han aprendido todas estas actividades a través de la práctica, diferente a nosotros que hemos aprendido de manera abstracta.”

“Es algo tan difícil romper con lo que nos han enseñado y la forma tradicional de enseñanza occidental; que las aulas sean encerradas en cuatro paredes, con el maestro adelante y los niños detrás sentados, es por esto, que la pedagogía y enseñanza de los pueblos es mucho más en casa, y, sobre esto, recuerdo haber visto un video de un Boliviano, donde un profesor daba un aula en colegio que no era oficial, sino más bien, un espacio diseñado insubordinadamente por alguien que al libre albedrío quiso enseñar a los niños de su comunidad, y la manera en que los profesores se relacionaban con los niños, no es la manera como se enseña actualmente desde lo convencional, más sin

forma inherente en sus quehaceres permiten contextualizar la enseñanza de las mismas.

El uso de saberes geométricos, al ser enseñados desde los tejidos y las figuras que emergen de este ambiente – modelarlos y reconstruirlos mediante el uso de herramientas tecnológicas como, por ejemplo, Cabri Geometry o Geogebra– permite que la enseñanza conduzca a la construcción de teselados y fractales, a partir de las transformaciones geométricas del plano. El hacer emerger conceptos geométricos a partir de estas prácticas de modelación, desde los saberes de los formas asimétricas y simétricas permitiría realizar actos de matematización, lo que fomentaría un doble aprendizaje: el seguir perpetuando la tradición de la cosmovisión otorgada por lo simbólico que se traza en el tejido y el aprendizaje generado por el uso del proceso de matematización, al ser simulado en un ambiente virtual.

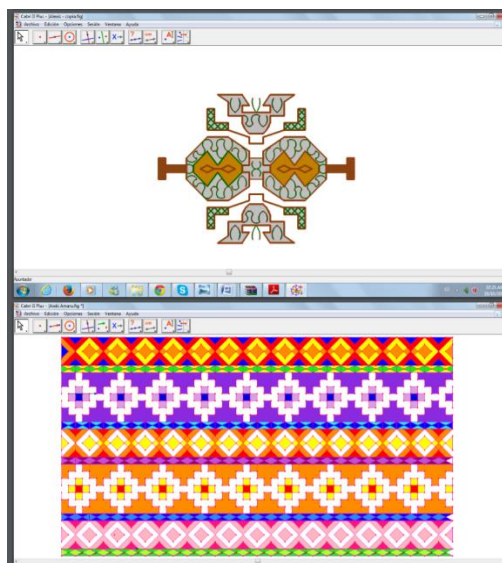
El identificar los conocimientos panmatemáticos que permitan construir saberes

embargo, los niños estaban enganchados con las conversaciones dadas por los profesores, porque se trabajaba mucho el tema de la cosmovisión, es decir, de los cuentos, relatos, de la forma en que se mencionan a los animales, y la vida de ellos giraba en torno a la naturaleza.”

“Entonces sí se busca enseñar a los niños, sea en la ciudad o en el campo; lo ideal es identificar esos conocimientos matemáticos en el entorno en el cual están esos niños y mostrarles cómo se lleva a la práctica lo aprendido en el aula, como por ejemplo en la labor que ejecuta día a día un cerrajero. De esta manera, los niños asociarían los conceptos y las teorías a un nivel aterrizado a lo práctico, y es así como se hace consciencia de que los conceptos no son tan ajenos o lejanos al entorno, y los niños se sienten mucho más involucrados a lo visto en el aula. En mi opinión, este es un problema pedagógico, y se debe buscar identificar los conceptos y nociones en los cuales vive el estudiante.”

“El desarrollo de proyectos que implique en el hacer emerger conceptos geométricos de los cuerpos de conocimientos de cada cultura, a través de la construcción de los diseños en un medio didáctico dinámico e interactivo que obligue a utilizar los conceptos geométricos. Uso del Cabri II Plus, como el que desarrollamos en el proyecto de articulación de saberes ancestrales con nuestros estudiantes Quechuas, Shipibos y Aymaras becados por el Ministerio de Educación para estudiar en Lima.”

matemáticos en el aula.



ENTREVISTADO: doctor Ubiritan D'Ambrosio, director de la Federación de las Industrias del Estado de São Paulo (FIESP). Premio Kenneth O. May durante el XXI Congreso Internacional de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México, medalla Félix Klein por parte de la Comisión Internacional de Instrucción Matemática, en reconocimiento a su contribución en la educación matemática como campo de investigación en

“Incluindo história da matemática Inca nos programas e fazendo estudos comparados da matemática dos europeus e da matemática dos Incas no período da conquista”

“Fazendo estudos da história das ciências Incas, mostrando que não havia organização em disciplinas. O ideal do conhecimento não era o progresso de disciplinas por elas, mas sim “viver com sabedoria”. Diferentemente do saber acadêmico europeu, que o objetivo de cada disciplina era o avanço dessa disciplina. Para que? Para avançar e aprimorar o conhecimento disciplinar abstrato, mesmo se afastando da realidade”

“...Sobre o infinito, também na cultura ocidental é muito difícil. Passa a ter uma representação quando a linguagem se formaliza. Tem a ver, em todas as culturas, com o começo. É importante entender a mitologia Inca, que eu conheço pouco”

El doctor Ubiritan enfatiza en que el asunto de la articulación de los saberes ancestrales matemáticos con la enseñanza se encuentra en el enseñar historia de las matemáticas, entre esta, en particular, de los pueblos latinoamericanos, como es el caso del Inca, desde lo vivencial.

Enseñar las matemáticas no para el avance de sí mismas sino para “vivir en sabiduría”, viviendo en la praxis como principio del aprendizaje de cualquier ciencia, el aprendizaje holístico que nos permite diferenciar lo fragmentado e ideal de lo eurocéntrico.

Respecto al concepto del infinito y el cero, así como otras concepciones matemáticas, es importante

América Latina.  
Investigador  
pionero de diversas  
obras en  
etnomatemática en  
América Latina

LUGAR: Skype,  
Río de Janeiro,  
Brasil  
FECHA: 28 de  
junio de 2018  
HORA: 10 am  
DURACIÓN: 45  
minutos

ENTREVISTADO:  
Dina Inés Díaz  
Sucari, directora de  
IEP Uros Torani  
Pata, directora  
coordinadora del  
Círculo de  
Investigación para  
el Mejoramiento de  
la Calidad  
Educativa  
(CIMCE)

“En todo caso, un elemento importante de las matemáticas, aparte de los mencionados, también sería tomar en cuenta las tecnologías que ellos utilizan. Que, de acuerdo a las necesidades, se utilicen tecnologías propias y cuanto de eso sirva para ayudar. Todavía sirven esos instrumentos. Me parece que también tiene que ver mucho el movimiento de la luna; planificar. Tenemos también la luna que va menguando y nuestra vida cambia; nuestras formas de ser. Si haces lo contrario a la luna, no te salen las cosas. Otro elemento que ya no están incorporado ahora es el ciclo las estrellas; las estrellas y la luna marcan en el ciclo de vida y el ciclo acrocéntrico. Las campesinas, por ejemplo, observan las estrellas. En los meses de mayo y junio se observa Abasolo la cruz del Sur, bueno, los agujeros oscuros, entonces se dialoga con ellos, se conversa con ellos y con las plantas. A eso le llaman ‘los diálogos’; son indicadores, en los animales. Ya sea por ejemplo que nos indique que tenemos el hecho de en

interpretarlas desde la mitología, ya que están inmersas en la cosmovisión de cada pueblo. Para los pueblos indígenas las concepciones sobre el infinito recaen en la interpretación de la predicción a partir de la interpretación del cielo. Desde la filosofía aimara, la lectura del cielo no se hace desde las constelaciones que reflejan las estrellas sino desde el vacío que se traza con ellas.

El aprender a conjeturar y generar predicciones desde las matemáticas a partir de la lectura a la naturaleza, de la interpretación de sus signos, como la sequía o las lluvias; a partir de la lectura de la información de las constelaciones, en tanto dan cuenta de la relación entre la siembra, el clima, los vientos, la geo-ubicación. Que estos sean analizados desde la escuela permitiría generar espacios de matematización en los que se vuelve al origen, la pregunta del porqué, la pregunta de la naturaleza para un “buen vivir”, en términos de Enrique Dussel.

qué lugar, ya sea en una parte baja o en una parte arriba, vas estudiando si es un indicador con el huevo; el color del huevo, qué elementos acompañan en su nido. Por ejemplo, en la parte alta de la luna los animales y las plantas, la naturaleza, lo usamos para procesar el chuño, la papa, pero muy poco lo utiliza cuando una estrella parpadea. El valor es dependiendo de si la estrella parpadea.”

## 5.2. Análisis entrevistas actores Incas y Sikuanis

Dado que la tesis está enmarcada dentro del enfoque cualitativo, de tipología hermenéutica pluritópica, desde el estudio de casos etnográficos, para el caso de la recuperación de saberes ancestrales matemáticos de los pueblos Inca y Sikuanis, trabajamos a través de las entrevistas a autoridades de las comunidades indígenas, para el caso de los Sikuanis, y a maestros e investigadores en articulación de saberes ancestrales Incaicas, para el caso de los Incas.

Tabla 10

*Análisis entrevista al Mayor Eduardo Bejarano*

ENTREVISTADO	APORTES SIGNIFICATIVOS TEXTUALES EN LA NARRATIVA	INTERPRETACIÓN DE LA AUTORA
Eduardo Bejarano, capitán de la comunidad de Santa Inés	“El calendario de nosotros no está escrito, está escrito en la naturaleza, también en los animalitos: cuando florece un árbol de flores amarillas se llama <i>vapor unai</i> , quiere decir que viene el tiempo de verano; cuando la tortuga sale a poner, quiere decir que viene el tiempo de <i>tarmon</i> ; cuando la chicharra suena, quiere decir ‘familia, queme su cunuco y siembre su comida porque ya viene el invierno’, y luego, cuando salen a volar <i>bachacu</i> , es que ya no es tiempo de sembrar los alimentos porque no va a dar la mejor cosecha. También tenemos las estrellas de las constelaciones, que cuando aparecen bajitas es que es tiempo de cosechar todas las frutas que queremos, y luego en mayo se desaparece, ya no se puede sembrar, así que	La predicción del tiempo meteorológico con la ayuda del avistamiento de aves, insectos y algunos animales particulares de la zona, y la interpretación de las estrellas para la predicción de tiempos de lluvia o de sequía permiten a las comunidades hacer mediciones del tiempo, en torno a sus actividades de agricultura y pesca.
LUGAR: Comunidad Santa Inés, resguardo Sikuanis en Guacoyo, municipio Puerto Gaitán, departamento del Meta		
DURACIÓN: una hora y 35 minutos		

es mejor cuando están estas constelaciones.

Se llama *tsamalimai*, que fueron los primeros dioses que vinieron a este mundo; ese es el de nosotros.”

“(…) sí, se hace una limpieza en el mes de noviembre, se alista el mes de diciembre, pero se hace en la época cuando la luna esta oscura, y en enero es el tiempo de buscar lo que se hizo en el mes de diciembre. Los que no trabajaron en diciembre, en el mes de enero van a la pesca.”

“El universo es todo, la tierra, el cielo, etc. es un estorbo. La verdad es que en Sikuani decimos *kaelibeci* que es: un solo pensamiento, un solo sentir, es un sol, todo está en uno, en uno está la tierra, en uno están los dioses, en uno está el agua, en uno están las estrellas, en uno está la luna, o sea todo está en uno.”

“La figura *Tulupo* es estrella, son rayas de una forma circular y los colores que se utilizan son naturales. *Janery* son figuras de colas de pescados; lo utilizan los médicos tradicionales para la protección, también se utilizan en los bolsos y los tapices, al igual lo usan las mujeres para la preparación de mañocos y casabe. El *janery* era un pescado muy peligroso, un carnívoro, por eso los médicos se colocaban a la protección.

Los *sonotos* son figuras de mariposas, son muy buenas, muy bonitas, atraen mucho, con esta figura un hombre puede llegar a conquistar a una mujer gracias a que llama mucho la atención.

El *Umamo* tiene la forma del pescado, la cabeza, la cola, etc.

Está la estrella; dicen que los dioses de nuestros antepasados se convirtieron en estrellas. Ya que en esas épocas ellos eran dioses, comentaban que no murieron en la tierra; ellos se fueron al más allá para protegernos. También tiene figuras de estrellas que significan familia. ‘En enero se pueden mirar de noche’, decían los

En la caracterización de los dos periodos – seco y de lluvias– se anticipa el cambio, con la aparición de la tortuga entre los meses de febrero y marzo, y con la aparición del *Matamata*, de agosto a septiembre.

El calendario para actividades como la pesca se utiliza en relación con el calendario lunar; rigen esta actividad dependiendo de la época del año, en tiempos de periodo seco.

Por otra parte, en cuanto a la comprensión en torno al infinito, conciben la parte como el todo y el todo como parte; se concibe desde la holística lógica de Wittgenstein, no desde la lógica clásica Kantiana. Este orden sería aplicado a la holística del pensamiento Sikuani; el orden dado por la comprensión de la explicación de la configuración del Universo, no desde la suma del análisis de cada parte sino desde

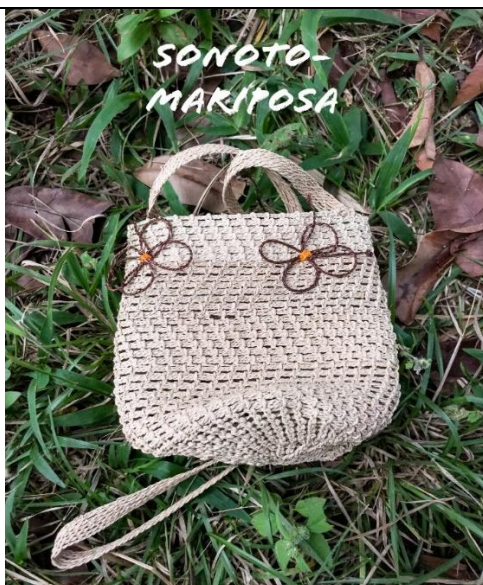
familiares de esas épocas, donde recalcan las figuras.”



la sinergia entre las partes.

Esto se evidencia, en la descripción que realizan del significado de las figuras trazadas en las guagas, cestas, manares y esterillas, donde se representan las constelaciones, tal como la cruz del sur





ENTREVISTADO:  
mayor Clemente Gaitán,  
Abuelo Mayor Sikuani  
(Puerto Gaitán)

LUGAR:

“Bueno, entonces el calendario de nosotros no está escrito; está escrito en la naturaleza y también en los animalitos. El calendario de nosotros: cuando florece un árbol de flores amarillas se llama *maponoe*, quiere decir que viene el tiempo de verano, y entonces,

El uso de la observación y la oralidad como elemento de comunicación supera la lógica binaria.

Comunidad Santa Inés,  
resguardo Sikuani en  
Guacoyo, municipio Puerto  
Gaitán, departamento del  
Meta

DURACIÓN:  
veinte minutos

cuando la tortuga sale a poner, quiere decir que viene el tiempo de talar monte. Sí, cuando la cucharita esa ‘taaaaaaaáaaaaaas’ la chicharra está diciendo ‘familia, quemame su conuco, siembre su comida porque ya viene el invierno, ya sabe’. Luego, cuando salen a volar bachaco decimos *pubuto*, en español es eso ‘bacharco’, ‘culona’, la ‘reina’. No quien más, cuando sale a volar ya no es tiempo de sembrar nuestro alimento porque ya no va a dar la mejor cosecha. También tenemos... ¿Cómo se llaman? Las estrellitas.”

“Para nosotros es el libro de nosotros, la biblioteca, es todo. Desde la tierra, el cielo, el aire, el sol, la luna, las estrellas, aves, animales. Es nuestra biblioteca de nosotros, por eso un abuelo no escribe, no lee, pero sabe miles de cosas, porque está estudiando el camino espiritual, el mundo espiritual.”

“Siempre digo: ‘uno es el complicado, uno es el que se embolata’ de verdad, pero es muy sencillo; el círculo que hacemos en la danza. Ahí está todo: el mundo, el universo, o sea, no tiene fin... Ahí está todo; uno es el que se complica en todo.”

Comprender el significado no se realiza por verificación diferente a los enunciados que no son empíricamente verificables ni basados en la lógica o en las matemáticas, sino en la observación de las múltiples relaciones dadas entre la naturaleza.

El saber ancestral no está basado en actos de habla centrados en el saber para sí mismo, sino en pro de la formación espiritual, desde la cosmovisión de la comunidad Sikuani.

El lenguaje de la comunidad ancestral funciona bajo otras lógicas diferentes a las eurocéntricas y norteamericanas; está centrado en la oralidad, para alcanzar equilibrio espiritual, no para transformar.

La legitimización del saber no está dada por un compendio que corresponda a lo descrito por tratados, sino por las acciones que conduzcan a la armonía de lo

espiritual para la  
comunidad. Así pues,  
estos saberes en torno  
a las comprensiones  
del cielo no son para  
comprender  
elementos de la  
astronomía, sino para  
conservar el orden de  
los dioses desde la  
cosmogonía:  
Tsamanimonae,  
Tsamani, Liwinai,  
Kajúyali,  
Furnaminali,  
Iwaruawa y  
Kawinaruba.

El infinito se concibe  
en la danza. El danzar  
en forma elíptica, en  
torno a dos focos,  
trazando infinitos  
camino en un  
espacio finito,  
implica que conciben  
el danzar como el  
acto infinito que  
permite sanar,  
replicando o  
representando los  
recorridos que hacen  
las estrellas en el  
Universo. En su  
cosmovisión, lo que  
se realiza en este  
espacio finito, lugar  
sagrado, Maloka,  
repercute en el orden  
que se da a la mente y  
al espíritu de quien  
danza, modelando los  
movimientos del  
Universo. El danzar  
se constituye en un

ENTREVISTADO:  
Neryda Arias, tejedora

LUGAR: Chincheros,  
Valle Sagrado, Cuzco, Perú

DURACIÓN:  
quince minutos

“Mi nombre es Neryda y yo les voy a explicar el procedimiento de nuestros tejidos de inicio a fin. Voy a empezar con el lavado de la lana: se necesita una raíz que crece en las montañas que quedan a tres o cuatro horas caminando, muy difícil de conseguir, luego la rallamos en agua tibia o fría, después de rallarla la filtramos y lavamos la lana, luego de lavarla pasamos al proceso de eguilado. El eguilado lo realizamos haciendo diferentes actividades, como cantando, bailando, caminando, cargando al bebe; no hay ningún problema. Si el hilo se llega a romper, no hay problema, lo unimos nuevamente solo girando la rueca. Luego pasamos al proceso de teñido. En el teñido utilizamos variedades como plantas, hojas, tallos, flores y hasta insectos: para colores verdes, utilizamos las hojas de la *chiclan*; para colores morados oscuros, utilizamos solo la mazorca del maíz de la chicha morada; para colores amarillos, utilizamos la flor de tune –este producto solo se recoge en épocas de lluvia, en enero y febrero–; para colores anaranjados, utilizamos los musgos, las barbas de las rocas; para colores azules, utilizamos la flor de *hank*, es el color más difícil de obtener, dura tres meses para que el color quede impregnado en la lana. Lo más importante en nuestro tejido es la cochinilla, son insectos o parásitos que habitan en la penca de la cuna. Ahora sacrificamos al insecto, lo aplastamos y sale la sangre que es el color de la cochinilla. El segundo color lo saco echándole limón y con la piedra lumbre, el tercer color lo saco con la tierra volcánica. En Chinchero las mujeres utilizamos esto como cosmético, algo natural como un lápiz labial; puede durar las veinticuatro horas del día. El trabajo de tejido se debe realizar entre

acto infinito actual;  
trazos ilimitados e  
indeterminados en un  
espacio finito.

El relato de la tejedora da cuenta del uso actual de los *quipus* en Chincheros, particularmente. Se conserva la forma de su tejido, pero no el uso con los fines ancestrales para los que fue creado. En su relato describe el proceso de los tejidos, utilizando materiales típicos como la lana y el teñido con minerales y “cochinillas”, conservando la tradición y el significado de los colores.  
Carmesí: Inca.  
Morado: usado con fines administradores y luto.  
Verde: conquista.  
Rojo: guerrero.  
Negro: tiempo.  
Amarillo: oro.  
Blanco: plata.

dos personas, una persona no se puede, aquí se trabajan los colores y los diseños.

Los *quipus* lo utilizan ahora para contar ganado, pero principalmente se utilizan de forma decorativa, como usted lo ve aquí.”

---

## 6. Situaciones problémicas, representaciones y concepciones de matematización Incas

### 6.1. Las matemáticas Incaicas dentro de la oralidad y el uso de los instrumentos matemáticos

Uno de los interrogantes que sostienen el análisis de las matemáticas Incaicas en la relación de la oralidad y el uso de instrumentos matemáticos consiste en preguntarse cómo registrar adecuadamente los censos de población, para poder establecer correctamente los porcentajes de tributos. Al respecto, Yonit Bousany (2008) plantea que es importante considerar que los Incas utilizaron los *quipus* y las *yupanas* para llevar a cabo esta tarea.

De esta forma, puede verse en la Primer Nueva Coránica buen gobierno, de Felipe Guamán Poma de Ayalaque, en el uso de los *quipus* y de la *yupana* se evidencia, a su vez, el uso de la base decimal y el conocimiento del concepto de cero.

En cuanto a la división de los nudos en el *quipu*, se puede observar (figura 3), que cada sección representa el ascenso o descenso a una potencia de diez. Por otro lado, la ausencia de nudos en algunas regiones del mundo muestra que se tiene conciencia del número cero, puesto que se lo representa, aunque no se lo nombre.

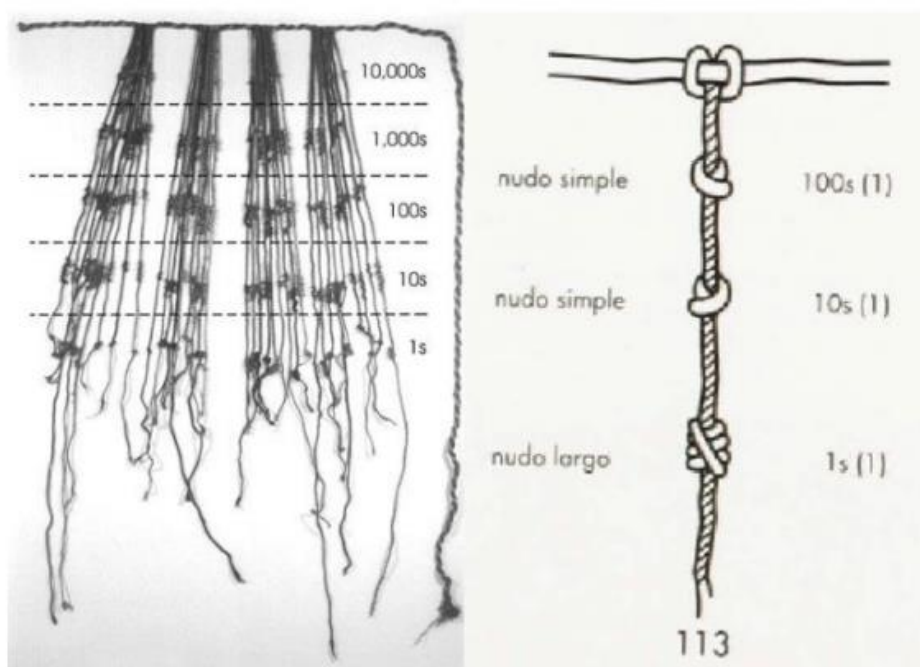


Figura 3 Quipu

Fuente: tomada <https://culturacientifica.com/2015/09/16/el-quipu-algo-mas-que-un-registro-numerico/>

Por lo tanto, el *quipu* se nos presenta como una manera de llevar registros sin necesidad de la escritura. Desde el punto de vista pedagógico puede servir para mostrar cómo es posible organizarse administrativa y políticamente sin la posesión de escritura y también cómo la historia no solo es la historia escrita alfabéticamente, pues hubo otras formas de escritura como los códices Mayas.

Según Bousany, la *yupana* evidencia la presencia de los mismos elementos matemáticos del *quipu*, pues permite realizar los cuatro procesos aritméticos básicos de manera satisfactoria. Además, se usaba en conjunto con el *quipu* para calcular los valores que después se registraba en este, pero convertidos en información. Es importante resaltar la gran incidencia que tuvo la base

decimal en la resolución de los problemas organizativos que iban surgiendo en la vida de los Incas.

El *quipu* y la *yupana*, al reflejar el uso del sistema decimal en el pueblo Inca, muestran cómo el entendimiento de este concepto (o mejor dicho de uno análogo al de la serie decimal) influía incluso en la organización demográfica de los Incas. Las jerarquías del *quipu* y la *yupana*, para organizar las potencias de 10, son análogas a la manera como se organizaba a la población para censarla. Por otro lado, se podría considerar la posesión de estas herramientas y el conocimiento acerca de su uso, como parte componente del poder de gobernar y administrar, ya que quien poseía estos artefactos y comprendía su funcionamiento estaba en un lugar de la sociedad que le permitía tomar decisiones sobre la administración política de los recursos.

La división que plantea el texto de Yonit Bousany (2008) en términos del tipo de educación que recibían los Incas, de acuerdo a su posición social, entre los nobles y el pueblo, nos muestra cómo, a pesar de que el saber matemático Incaico partía de situaciones problemáticas, es decir, de necesidades reales que poseía la sociedad Inca, la reproducción del saber no se daba equitativamente, sino que era primordialmente dominado por quienes ostentaban el derecho a gobernar y administrar los bienes políticamente. Al parecer, no todos los habitantes de la sociedad Inca reproducían los saberes sistemáticamente.

No obstante, las matemáticas se hicieron presentes en diversas esferas de la vida Inca. El sistema numérico, construido desde la base decimal, sirvió para comprender los ciclos naturales y desarrollar la agricultura, bastión de la economía prehispánica en general. La organización secuencial de los ciclos naturales y la observación del firmamento logró sistematizarse y organizarse desde la oralidad (sin escritura), lo que resulta fascinante para una cultura (la occidental), cuya historia se construye, en gran medida, desde los documentos escritos.

Las matemáticas Incaicas parecen construir la cosmovisión Inca y los símbolos que representan lo natural, pero también parecen construirse desde esa cosmovisión y desde esos símbolos. Tales símbolos no se separan de sus vivencias cotidianas ni de la construcción de su hábitat, de manera que todos los productos que componen su cultura material vienen a ser una representación formada por esas matemáticas, pero también un testimonio de cómo esas matemáticas se construyen a partir de sus vivencias y necesidades.

Así, por ejemplo, el tejido Inca no exige un conocimiento propiamente matemático (de las reglas que rigen el sistema decimal) por parte de quien teje, no obstante, el tejido mismo, su producción, presupone una cultura que se apropia de ciertos elementos matemáticos, para que se dé el principio que rige la producción de los tejidos y así estos puedan reproducirse en la práctica concreta de su realización, por medio de la tradición oral.

El acompañamiento de los relatos históricos y del contenido metafórico que cargan los elementos de las matemáticas Inca hacen que no existan límites cualitativos respecto a los contenidos y nuevos marcos de representación que pueden abordar los estudiantes que experimentan con los objetos. En el mismo sentido, Joseph Geevarghese George (2010) trata el tema del uso de los nudos y las cuerdas como registro histórico en las Américas, en general y, en los Incas en particular.

La construcción de los *quipus* presupone el manejo de estructuras lógico matemáticas, puesto que la organización de las variables representadas en la cuerda, a través de su color, la calidad de los nudos y su posición no era aleatoria. Por el contrario, en un mismo *quipu* la información registrada solía vincular los diferentes números que se representaban. La estructuración de sistemas que permitieran manejar la información para registrarla e interpretarla hace evidente el desarrollo de conceptos y pensamiento matemático en los Incas. No solo la

existencia del sistema numérico es lo relevante en el análisis de los *quipus*, sino que, a la vez, es notable ver el uso que se le daba a ese sistema numérico en la organización lógica de la información. Los censos que se hacían con los *quipus* evidencian la capacidad de los *quipucamayoc* para crear varias categorías de análisis de la información y de subcategorías vinculadas a las primeras. La creación de sistemas lógicos para el análisis de la información también tenía en cuenta la economía en el registro, lo que da cuenta de otro uso matemático del sistema numérico Inca. Se propendía por registrar la mayor cantidad de información utilizando el menor número posible de cuerdas y, creando funcionalidad y versatilidad para posteriores lecturas.

Los nudos vienen a ser representaciones matemáticas, dependiendo de su cantidad y posición en el *quipu*. No obstante, su valor representacional no se reduce a las matemáticas, sino que parecen guardar cierta relación con las jerarquías sociales y la validación de la autoridad. Son también símbolos de los roles sociales y de las interacciones entre estos roles.

El *quipu* daba la posibilidad de llevar varios registros simultáneos en uno solo. Por lo que había distintas variables representadas, dependiendo del color y posición de las cuerdas. No obstante, era posible colgar a estas otras cuerdas que aumentaban la cantidad de variables representadas. Aparte de la representación de una variable concreta, los colores, y tal vez también la posición de las cuerdas en el *quipu*, eran formas de registrar representaciones culturales, de manera que la posición de la cuerda y su color podían ser metáforas de algún elemento significativo en la cosmogonía Inca, aspectos que confirma Bousany (2008).

De acuerdo con la posición en los nudos de la cuerda, estos representaban unidades, decenas, centenas, unidades de miles, decenas de miles, e incluso centenas de miles. Entre más arriba estuviera el grupo de nudos, más se aumentaba la potencia de 10 que estos representaban.

Sin embargo, el tipo de nudo hecho en la cuerda también cambiaba de acuerdo a la potencia de 10 representada. Aunque esta parecía ser la manera más común de representar los números, a través de los nudos en las cuerdas, no era la única. No obstante, se mantiene siempre la representación de las potencias de 10 en grupos de nudos.

Ahora bien, los objetos acerca de los cuales se registraba información eran variados, pues el sistema podía aplicarse a usos tan diversos como el censo de población para calcular luego la proporción para el cobro de los tributos, o el control de los crímenes cometidos por determinados grupos de población. Esto muestra de qué manera el uso de las matemáticas era crucial para la organización política del imperio Inca. Que los *quipus* eran un instrumento necesario para el control y la estabilidad del imperio Inca se refuerza con la idea de que quienes manejaban el *quipu*, los *quipucamayoc*, representaban poder o, por lo menos, cercanía al mismo. Si el *quipu* (y todo lo que implicaba su existencia y manejo) era un instrumento necesario para el Estado, el *quipucamayoc* era el brazo administrativo del emperador, por lo que estaban estrechamente relacionados.

Por otro lado, parece que los *quipucamayoc* eran altamente respetados por el pueblo, por lo que la información de los *quipus* era fuente confiable. La capacidad de los Incas para transportar mensajes en general y, en particular la información guardada en los *quipus*, nos demuestra un gran nivel de organización política. No obstante, dicha organización era posible solo bajo la posesión de ciertos conceptos que permitían la eficiencia y eficacia de esa organización. Detrás de las carreras de los *chasquis*<sup>15</sup>, se lee la conformación de un Estado capaz

---

<sup>15</sup> Los chasquis, eran los emisarios de mensajes en la época del Tahuantinsuyo, pero también corresponde al sistema de medición entre las poblaciones de la época como lo argumenta Sanhueza (2004).

de vigilar y controlar una gran cantidad de población, repartida en un vasto territorio. No obstante, la organización y control territorial solo fueron posibles por el dominio matemático que alcanzaron los Incas, pues guardaban información, gracias a que ya poseían la aritmética y la base decimal. Lo anterior fue condición necesaria, si bien no suficiente, del desarrollo del imperio.

Aunque no es clara la manera exacta en la que los Incas usaron la *yupana* para realizar cálculos aritméticos, es evidente que la usaban para esto. Además, su uso estaba asociado con el uso del *quipu*, lo cual les permitía realizar la suma, la resta y la multiplicación. Parece que los *quipucamayoc* eran capaces de maniobrar con el número en términos abstractos; es decir, sin necesidad de contabilizar un objeto determinado, puesto que las operaciones realizadas en la *yupana* y, el posterior registro de esas operaciones en el *quipu*, podían ser sobre multitud de objetos, y los conceptos necesarios para realizar tales operaciones no variaban de acuerdo al objeto que se estuviera contabilizando. No obstante, siempre se usaban las matemáticas para la resolución de un problema que si implicaba objetos determinados.

---

Esta categoría de medición presentaba dificultades a la administración española, que intentaba traducirla a sus sistemas propios de mensura, incurriendo en apreciaciones muy distintas. Varios cronistas definen al *tupu* como la distancia que podía recorrer un chasqui a alta velocidad, y le asignan equivalencias a “un cuarto de legua”, “media legua” o “legua y media” de las de Castilla (Santillán [1563] 1879:40; Guamán Poma 1992:323; Acosta [1590] 1954). Las Casas, por su parte, señalaba que el recorrido de los chasquis o “legua”, abarcaba “mil pasos” (1892:170), y Murúa le asignaba también una medida más específica: Caminaban corriendo y, cuando menos, quince o diez y seis leguas cada día y las leguas son larguísimas, según la cuenta del Ynga, porque llegan de cinco a seis mil pasos, y por caminos tan fragosos y ásperos... ([1613]1987:364). (p, 488)

En otras palabras, el problema que llevaba al uso de las matemáticas surgía de la vida cotidiana y de necesidades concretas, pero se tenía un sistema general para su resolución, cuando las matemáticas podían aportar a su solución. En la astronomía, por ejemplo, se podía querer calcular el período sinódico de algún astro que estuviera asociado con variaciones climáticas específicas. Aquí el problema inicial está en saber cómo llevar a cabo una agricultura más eficiente. La resolución de este problema lleva más adelante a un problema matemático, que se resuelve con el uso de la aritmética, cuya aplicación, para los Incas, implicaba el uso de la *yupana* y del *quipu*.

Sin embargo, las herramientas que estaban implicadas en el uso de la aritmética se usaban de la misma manera a la hora de hacer un censo poblacional para cobrar tributo o registrar las deudas de los habitantes. Lo anterior, por tanto, evidencia la existencia de una serie de conceptos invariables en las matemáticas de los Incas, tanto en su práctica, como en sus elementos teóricos (si es lícito usar este término, puesto que podríamos limitarnos a afirmar que los usuarios del *quipu* y la *yupana* debían aprender una serie de conceptos o reglas determinadas, para poder usar las herramientas matemáticas).

Bousany parece evidenciar que, aunque existan diversas maneras de elaborar los sistemas matemáticos y puedan partir de diferentes bases numéricas, siempre deben partir de una base determinada (o varias), puesto que solo así se desarrolla un sistema de representaciones que permita aprehender los elementos matemáticos.

El cálculo de proporciones estables entre variables, así como las relaciones matemáticas que podían establecerse entre cantidades concretas, terminaron por ser representados en los *quipus*. Aunque no se conozca siempre por qué o para qué se querían explicitar estas relaciones en el entramado del *quipu*, se afirma con seguridad que sí había una intención clara de hacer esta

explicitación. A través de los nudos de los *quipus* no solo se representaban números, también se representaban las relaciones matemáticas. Es posible que las representaciones de estas relaciones hayan llevado a los Incas, paulatinamente, a complejizar y desarrollar su sistema matemático; esto es, a generar nuevos conceptos acerca de las relaciones numéricas. El análisis de los *quipus* lleva a concluir que los Incas poseían un sistema intrincado de representación matemática. Incluso se hacen presentes algunos conceptos, bajo diferentes formas de representación. Lo que hoy podríamos llamar diferentes terminologías, siempre que consideremos el *quipu* un sistema de escritura, podríamos incluso llamar, con propiedad, a estas diferentes formas de representar los conceptos matemáticos así, “terminologías”.

Los diversos conceptos y formas de representación que se descubren en los *quipus* llevan a relacionarlos con los conceptos y formas de representación que se pueden adquirir y evidenciar mediante el uso de la *yupana*. Ante la evidencia de un vínculo estrecho e indisoluble entre los dos artefactos principales de las matemáticas Incaicas, pueden buscarse traducciones de las operaciones implícitas en el *quipu*, al explicitarlas en la *yupana*, pero a través de otras formas de representación.

Traído al contexto educativo actual, se propone mediante el juego, hacer uso de estos dos dispositivos didácticos, mediante el juego, dado que su uso, permite el análisis de conceptos matemáticos, tales como el uso de algoritmos distintos a los convencionales, que conllevan a su vez a comprensiones sobre principios de agrupación multiplicativos de los sistemas de numeración aditivos, mediante varias formas de representación en la *yupana*, resulta ser un proceso didáctico y pedagógico de aprendizaje.

La multiplicidad de actividades que permite la *yupana*, junto con los distintos ángulos desde los que se puede abordar la solución de problemas matemáticos, hacen de la *yupana* (e

incluso de la pareja *quipu, yupana*) una herramienta pedagógica que posee un sinnúmero de posibilidades. Y esto solo mirando los usos meramente matemáticos que se le puede dar a esta herramienta, puesto que existen otras maneras de utilizarla, que no se limitan a lo propiamente matemático.

Los sistemas de numeración responden a la pregunta sobre cómo desarrollar la noción de valor posicional y representarla correctamente. Entonces, se observa que, tanto en el *quipu* como en la *yupana*, se evidencia la base decimal, de manera que muchos valores adquieren una posición simétrica, al compartir dígitos que se ubican en diferentes escalones de la base decimal; es decir, cada una de las potencias de 10.

La representación de la base decimal, tanto en el *quipu*, como en la *yupana*, se da mediante el uso del valor posicional. Los valores posicionales de los dígitos (en el caso del *quipu* la posición de los nudos en la cuerda, en el caso de la *yupana*, la posición de las semillas en cada una de las casillas) hacen que el valor de cada escalón de la base decimal varíe, pero que la potencia de 10 se mantenga estable. Esto genera simetría en la representación de diversos valores numéricos, lo que evidencia el uso constante de la base decimal.

La explicitación de la simetría en la representación de valores con los mismos dígitos, pero en diferente posición en las filas de la *yupana* o en las cuerdas del *quipu* permite el trabajo del valor posicional por parte de los estudiantes, además de la apropiación de la base decimal – dos pilares de la comprensión del sistema matemático arábigo– y del desarrollo de habilidades matemáticas en cualquier contexto social en el planeta Tierra.

Tanto el “juego Saltos” *yupana*, al que denomina Chirinos (2010, p.210) sugiere que las cantidades que se registran en los *quipu* presentan regularidades en sus cifras y lo explora como juegos.

Este “salto de juegos” descrito anteriormente, y los ejercicios que le siguen son sin duda se pueden proponer para el trabajo y apropiación de estas nociones básicas, incluyendo a los estudiantes con dificultades, puesto que las pueden trabajar tanto de manera visual como motriz. Además, se pueden trabajar multitud de formas de representación que no cambian la generalidad de los conceptos de valor posicional y base decimal. Por último, el trabajo didáctico que se puede desarrollar en torno a la apropiación del valor posicional a través de la *yupana* implica el desarrollo de estructuras de razonamiento lógico.

Respecto al cálculo de valores con incógnitas o al planteamiento y solución de acertijos matemáticos, para ver cómo se puede plantear un problema matemático y su solución, y cómo representar adecuadamente un sistema de reglas que envuelve un acertijo matemático, se pudo observar que ciertos *quipus* sugieren (si bien no evidencian, al menos es factible proponer y observar) el planteamiento de acertijos matemáticos, que buscan el hallazgo de un valor completo “pacha”, a través de combinaciones de otros valores.

Aquí se evidencia que los *quipus* no fueron hechos con la intención de plantear ejercicios. No obstante, se da la posibilidad de plantear los acertijos por medio de los *quipus* y de rebasar las matemáticas de los Incas, trascendiendo su estado del mero conteo y de operaciones mecánicas básicas, así como el uso único de las matemáticas para el registro de cantidades.

Por lo observado, debieron existir situaciones problemáticas que forzaron a los Incas a traducir estas situaciones a problemas matemáticos, con una solución posible dentro de su sistema matemático y herramientas específicas para hacerlo, aunque no sea posible precisar cuáles fueron tales situaciones en cada caso concreto (es decir, cuál situación se buscaba resolver y representar en cada *quipu*) ni, tampoco, cuál el planteamiento matemático puntual y su solución.

## 6.2. *Quipus del Tawantinsuyu*

Los *quipus* se convierten en una de las representaciones más potentes en términos de registro, pero también en una de las tecnologías que permitió actos de matematización en la cultura Inca. El uso de los *quipus* como tecnología de registro, para el control censal, administración, control estadístico y uso poético se podría decir que se asemeja a la Máquina de Turing o al Código Morse. El potencial de esta tecnología es estudiado por grupos como el *Quipu Data Base Project*, dirigido por el investigador Gary Urton, de Harvard.

Leland Locke (1912), una de las fuentes primarias, sostiene que el *quipu* fue un instrumento contable, en el cual se evidencia el uso de la base decimal en el sistema numérico Inca. Para el autor, la carga de la prueba se basa en los siguientes aspectos:

- Las crónicas españolas.
- Los dibujos antiguos de *quipus*.
- Los *quipus* arqueológicos.
- Los *quipus* actuales y sus usos.
- Los estudios de científicos sociales y arqueólogos.

A pesar de que algunos relatos hablan de otros usos (no numéricos) del *quipu*, Locke descarta estas hipótesis, básicamente por dos razones: la primera es que los relatos más amplios de Garcilaso de la Vega, quien convivió con los Incas y aprendió a usar el *quipu*, apuntarían a un uso que reduce el *quipu* a una función de registro de números. La segunda es que las características del *quipu* no parecen mostrar evidencias de usos no numéricos, como transmisión de mensajes o asociaciones con otros aspectos de la cosmología Inca, sino, por el contrario, ser

representaciones de números asociados entre sí. Tampoco de ser un instrumento de cálculo o de contabilidad en un sentido que exceda la función de mero registro. Esto lleva a que las asociaciones entre los números representados por los nudos de las cuerdas no tendrían un carácter matemático, sino simplemente servirían para asociar unas cuentas con otras, como pertenecientes a un mismo grupo de cuentas (por ejemplo, los censos de población de distintas aldeas de una zona, tal que cada cuerda sería una aldea y estarían asociadas porque están en una misma zona). A su vez, otros usos del *quipu* quedan descartados, tales como su capacidad de ser una guía para la distribución del tributo; un instrumento para calcular la proporción del tributo de trabajo; *quipus* con relaciones matemáticas que describirían situaciones repetitivas dentro de la administración Inca; representaciones de cuestiones cosmológicas en las que los Incas mostraban la matematicidad de eventos naturales, asociados a su manera de vivir; *quipus* diseñados como juegos matemáticos, y *quipus* que representan relaciones matemáticas complejas (hechos solo para esto, como medio de aprendizaje), entre muchas otros posibles usos.

En resumen, si añadiéramos el uso de la *yupana*, el *quipu* vendría a ser como un Excel sin funciones ni fórmulas, en donde solo se registran datos de manera organizada y la *yupana* la calculadora de tienda. Ahora bien, no es necesario ver los *quipus* desde la perspectiva de Locke, puesto que esta presenta algunas inconsistencias. En primer lugar, no parece haber suficientes argumentos para despreciar las crónicas e hipótesis de otro uso del *quipu* (numéricos, pero también aquellos que van más allá del registro de números, es decir, usos propiamente matemáticos), puesto que, en los relatos de Garcilaso de la Vega, si bien casi siempre se hace referencia a los usos de registro del trabajo realizado, como pago del tributo y otros usos que reflejan registro de cuentas, esto no hace que Garcilaso restrinja el uso del *quipu*.

En segundo lugar, el uso de un instrumento de registro (como en el ejemplo de Excel) rara vez tiene un uso bruto. Hasta el pedazo de papel en que escribimos un recordatorio implica una serie de prácticas y contextos que suelen hacerlo dinámico. Mucho más en el caso del *quipu*, que se usaba en una multiplicidad de contextos y para una multiplicidad de tareas –y esto solo pensando en el uso señalado por Garcilaso en sus crónicas y vuelto a señalar por Locke–.

Estudios posteriores nos llevan a pensar que Locke se contenta con aceptar la interpretación superficial de las crónicas de Garcilaso y ve en los *quipus* solo lo que quiere ver. Por lo que podemos decir que se pueden demostrar (matriz 5 y 6 del análisis documental) que los usos rebasan, al menos, aquellos de mero registro; se pueden señalar otros usos administrativos, en los que el *quipu* sí se usaba como instrumento de cálculo en conjunto con la *yupana* (así como usamos el Excel en conjunto con la calculadora, cuando lo sabemos usar), dentro de un contexto que implicaba tareas administrativas, pero que, a su vez estaban dentro de un marco más amplio, en el que concurren varios elementos fundamentales de la cultura Inca, asociados a sus concepciones matemáticas, por lo que cada *quipu* (aún los meramente contables en el sentido difuso de Locke) contiene una serie de representaciones extramatemáticas y matemáticas que se vinculan por estrechos lazos culturales, sociales y políticos.

También podemos afirmar que, siguiendo la misma línea de la contabilidad en general, la contabilidad Inca es dinámica; no es mero registro de cantidades. El *quipu* es una muestra (aunque todavía por explorar y descifrar en su significación completa y compleja, matemática y cultural) de la concepción dinámica del cosmos que tenían los Incas, puesto que hay fuertes indicios de *quipus* con relaciones complejas que mostraban el carácter cíclico de las actividades humanas, que siempre estuvo ligado, tanto en la práctica, como en la cosmovisión Inca, con el

carácter cíclico de la naturaleza y a la necesidad de la armonización de la vida humana con los ciclos naturales.

A partir de esto podemos afirmar que las asociaciones entre diversas cuerdas del *quipu* sí poseen un significado matemático, aun en sus usos contables (en el ya refutado sentido de Locke), puesto que existen relaciones de proporción, razones e incluso relaciones radicales entre las cuerdas asociadas. Por lo tanto, no se trata de registros de números sin más, sino que en ocasiones pueden ser vistos, incluso, como fórmulas para el cálculo de valores necesarios para alguna actividad práctica, por ejemplo, el cálculo de la cantidad de trabajo necesaria para determinada actividad agrícola y la repartición racional de los grupos de trabajadores en sus actividades y jornadas de trabajo.

Cabe anotar que queda un largo camino por descubrir en el estudio de los *quipus*. Contrario a lo que afirma Locke al decir que “El *quipu* no fue usado para contar o calcular, sino meramente para guardar registros. La manera de atar los nudos no era apta para contar y no había necesidad de usarlo [el *quipu*] para este propósito, porque el idioma quechua posee un sistema de numeración completo y adecuado”, se ha descubierto lo contrario: sí se usó el *quipu*, junto con la *yupana*, para contar y calcular; la manera de atar los nudos sí era apta para contar (y la manera de atar los nudos es variada y parece también consistir en una representación matemática o varias), y sí fue necesario para los *quipus* generar instrumentos de cálculo (el *quipu* en conjunción con la *yupana*) para una diversidad de tareas y dentro de una praxis y visión de la vida y el cosmos, que aún está por descifrarse.

Partiendo de esta interpretación del *quipu*, y sumándola a su concepción de la cultura Inca, Locke concluye que los Incas no tenían sistemas de escritura (ni fonético ni jeroglífico). Por supuesto, parece que en esta afirmación está implícita la idea de que la escritura tiene que ser

la palabra traducida a unos símbolos concretos que la representan, para poder ser considerada como tal. Así las cosas, los jeroglíficos en general no serían escritura, sino hasta que pueden ser leídos en el lenguaje hablado, bajo unas reglas que permiten que estos sean representación de palabras. Aunque Locke no llega al extremo de afirmar que los ideogramas chinos no son una forma de escritura, sí parece relacionar la escritura a la representación del lenguaje hablado, lo que es más evidente en las lenguas europeas (en especial las derivadas del griego y el latín), que tienen un sistema de escritura fonético, en el cual a cada sonido corresponde una o varias letras.

A partir de los elementos señalados acerca del *quipu*, se puede cuestionar esa afirmación de Locke sobre la inexistencia de un sistema de escritura Inca. Si nos vamos a la cuestión de la definición, la discusión se acaba muy rápido, pues con aceptar o rechazar la definición de escritura de Locke, ya sería evidente nuestro acuerdo o desacuerdo y, pareceríamos estar hablando de dos acepciones diferentes de la palabra “escritura”. Sin embargo, se trata de toda una concepción acerca de la cultura en general, y de la cultura Inca en particular, la que está en juego en una discusión sobre lo que es y lo que no es la escritura.

Hasta donde sabemos, los nudos del *quipu* no representan sonidos y mucho menos fonemas. Tampoco constituyen una armazón de símbolos que puedan ser leídos, a la manera como se lee un ideograma chino o la escritura de una lengua romance. No parece haber una relación directa con la palabra. Sin embargo, sí constituyen e implican un sistema de símbolos complejo que refleja pensamientos e ideas, tanto matemáticos como extramatemáticos, vinculadas entre sí.

Por otro lado, se trata de un registro con cualidades mnemotécnicas muy efectivo. En este sentido, comparte con los sistemas de escritura (los que en la concepción de Locke y de buena parte de la tradición eurocentrista, incluidos muchos filósofos modernos y antropólogos

coloniales y postcoloniales, sí son sistemas de escritura), que son sistemas de símbolos que sirven para representar diversas ideas y pensamientos, así como los vínculos observados entre los fenómenos, además de poder registrar estas ideas, pensamientos y observaciones. Así, podríamos pensar que los *quipus* de los Incas no están tan alejados de otras formas de escritura y, hasta podemos plantear que son una forma de escritura no ideográfica ni fonética.

Aún hay más: no se conocen todavía todos los posibles vínculos que podía tener la lectura de un *quipu* (si es lícito hablar así) con el lenguaje hablado. No sabemos de qué manera era posible interpretar las realidad tanto teórica, como prácticamente, por medio de los *quipus*, en complemento con el lenguaje hablado, puesto que parece que estos eran también instrumentos interpretativos de situaciones concretas e, incluso, fórmulas que ayudaban a resolver problemas organizativos, los que, a su vez, estaban conectados con un marco económico y social del que los Incas estaban bien conscientes y, hacía parte fundamental de su cosmovisión, vista como un conjunto holístico de pensamientos e ideas sobre la totalidad.

Como se evidencia en la Tabla 12, dentro de los usos de los *quipus* encontramos ganadería, censo, alimentos, cultura, geografía, religión, política, economía, discursos orales, historia y otros bienes. Tal categorización, elaborada por Molly Anne Tun (2015), da cuenta de cómo los *quipus* no solo son una representación o instrumento de registro, sino que se constituyen como una tecnología que facilitó constituir redes de información.

Tabla 11  
*Categorías y artículos codificados en los quipus*

Categoría	Artículo o elemento	Fuentes
-----------	---------------------	---------

---

Ganadería	Forraje, caballo, haces y yerba para caballos, ganado, la cuenta de los pastores	(Anónimo, <i>AA/L</i> ; Acosta, José de, <i>Historia natural y moral de las Indias</i> ; Anónimo, “El cacique”; Cobo, Bernabé, <i>Obras</i> ; Capoche, Luis)
Censo	Chicos trabajando como porqueros, la suma de los indios que tenían, <i>ayllus</i> , parcialidades, pueblos, indios, los indios que le habían dado para la guarda de su ganado, los que había enviado, hombres de guerra, los indios tributarios, número de gente, la gente de guerra, los vecinos de cada pueblo, los de cada provincial, los hombres maduros de cincuenta arriba, los de cuarenta, los niños de teta, las mujeres por edades, los casados, los viudos, la gente que moría en guerra, los que nacían y fallecían, los indios, gente ausente, gente, muertes	(Anónimo, <i>AA/L</i> ; de Betanzos, Juan; Capoche, Luis; Cieza de León, Pedro, <i>Descubrimiento y conquista del Perú</i> ; Díez de San Miguel, Garci y Espinoza Soriano, Waldemar; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; Ortiz de Zúñiga, I.; Sarmiento de Gamboa, Pedro; Salomon, Urioste, y de Ávila, Francisco)
Alimentos	Jarras de chichi, huevos, gallina, perdices, hierba, coca, maíz, chuño, arroba de cebo, mieses, legumbres, papas	(Anónimo, <i>AA/L</i> ; Acosta, José de, <i>Historia natural y moral de las Indias</i> ; Capoche, Luis; Anónimo,

- “El cacique”; de la Vega,  
Garcilaso, *Historia general*; de las  
Casas, Bartolomé; López Boañó,  
Estevan)
- Religión Ciertas circunstancias que requería el pecado, (Acosta, José de, *Historia natural* y  
las cosas que van aprendiendo de la doctrina, *moral de las Indias*; Acosta, José  
antigua superstición, pecado, oráculo, cosas de, “Escritos menores”; Bartra, E.  
sagradas T.; Cabredo, P. Rodrigo de;  
Calancha, Antonio de la; de la  
Vega, Garcilaso, *Historia general*;  
Pérez Bocanegra,  
Juan)
- Política Guerra, gobierno, leyes, ordenanzas, la (Acosta, José de, *Historia natural* y  
historia *moral de las Indias*; Calancha,  
oficial, negocios de paz y guerra, batallas, Antonio de la; Cieza de León,  
armas, recuentros, cuántas embajadas habían Pedro, *El Senõrío*;  
traído al

	Inca, cuántas pláticas y razonamientos había hecho el rey, la ley que prohibía tal y tal delito, la pena que cada delincuente tenía	Cobo, Bernabé, <i>Historia</i> ; Estete, Miguel de; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; Herrera y Tordesillas, Antonio de; Levillier, R)
Economía	Tributos, tomines, plata, gastos, contribuciones de las provincias, la riqueza de oro, el valor de las cosas que vendían, contribuciones por cargo y descargo, cuentas de negocios, lo que debe pagar	(Acosta, José de, <i>Historia natural y moral de las Indias</i> ; Capoche, Luis; Cieza de León, Pedro, <i>El Senõrío</i> ; de Rosales, Diego; Anónimo, “El cacique”; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; Herrera y Tordesillas, Antonio de; Román y Zamora, Fray Jerónimo; Zevallos Quiñones)
Cultura	Ceremonias, ritos, costumbres perversas, legado, canciones, el sacrificio, romances poéticos	(Acosta, José de, <i>Historia natural y moral de las Indias</i> ; Bartra, E. T.; Calancha, Antonio de la; Cieza de León, Pedro, <i>El Senõrío</i> ; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; Herrera y Tordesillas, Antonio de)

Geografía	Tierra, las casas, la fertilidad, la riqueza de la tierra, montañas, campos cosechables, minas de metal, minas de sal, medidas de tierra, pueblos, provincias, fortalezas	(Acosta, José de, <i>Historia natural y moral de las Indias</i> ; Capoche, Luis; de Rosales, Diego; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; Sarmiento de Gamboa, Pedro; de la Vega, Garcilaso, <i>Comentarios</i> )
Discursos orales	Su testamento, su última y postrimera voluntad, una confesión general de toda su vida, un discurso de la vida del hombre a manera de padrón	(Cabello Balboa, Miguel; Calancha, Antonio de la; Capoche, Luis)
Historia	Origen y principio de los Ingas, cosas acontecidas en tiempo de cada señor, todo lo que había sucedido en aquel valle, todos los españoles que por aquel real camino habían pasado, lo que habían pedido y comprador, todo lo que habían hecho así en bien como en mal, las memorias del nombre [Chile], los sucesos desde la antigüedad, la conquista de Chile, historias, más de	(Collapiña, Supno, y otros <i>quipucamayoc</i> ; D' Avalos y Figueroa, Diego; de Rosales, Diego; Herrera y Tordesillas, Antonio de; Molina, Cristóbal de; Sarmiento de Gamboa, Pedro; Murúa, Martín de)

quinientos años de todas las cosas que  
 esta tierra en este tiempo han pasado,  
 días, meses, años, calendario romano,  
 días de los santos y sus festivales según  
 el  
 mes, destrucciones

Otros bienes	Ropa, leña, las cuentas de los tambos, lo que se vende a los pasajeros, vestidos, bastimento	(Capoche, Luis; Cobo, Bernabé, <i>Obras</i> ; Anónimo, “El cacique”; de la Vega, Garcilaso, <i>Historia general</i> ; López Boaño, Estevan)
-----------------	--	--

---

Tomado de: Tun, 2015

### 6.2.1. *Quipu* y el cero.

Desde la postura de las matemáticas convencionales, se discute el cuestionamiento en torno a la génesis de la concepción del cero; existe al respecto una discusión entre si emigró a la India desde las Américas o si fue al revés. Si nos situamos en los hallazgos encontrados en los *quipus*, en la época del *Tawantinsuyu*, implicaría que el desarrollo matemático abstracto se consolidó en América, antes que en cualquier otra parte del mundo, puesto que es la invención del cero la que permite el desarrollo de las matemáticas, dando paso de una matemática meramente práctica y concreta a una matemática más abstracta y teórica. Se argumenta, de manera general, que los europeos manejaron el sistema de numeración romano (no posicional),

mientras que los Incas manejaron un sistema de numeración posicional mediante el uso del *quipu*.

El *quipu* sirvió a los Incas para desarrollar el cálculo aritmético y sus reglas. Es importante resaltar que sin el cero y sin un sistema posicional, se hace más difícil concebir la suma y la resta; mucho más cuando se trata de la multiplicación y la división, o incluso de la radicación y la potenciación. Por ende, lo que existía antes del cálculo aritmético eran técnicas de sumas y restas y no propiamente el cálculo.

A pesar de la ausencia de un lenguaje alfabético (es decir, de una escritura fonética, que represente el sonido de las palabras) diferentes pueblos a lo largo del mundo tuvieron otras formas de escritura. Así, los *quipucamayoc*, se puede decir con certeza, escribían números en las cuerdas, bajo unas reglas gramaticales simples, que permitían expresar las ideas y relaciones matemáticas de manera eficiente. Por otro lado, no solo había escritura matemática en los tejidos andinos, sino también escritura que refiere a representaciones culturales y a representaciones sociales, geográficas e históricas.

La escritura simbólica, que no solo estaba en los *quipus*, sino también en muchos otros tejidos y lugares de la vida andina, se desarrolló a la par con la lengua andina (representada por el Quechua y el Aymara), formando un todo complejo y holístico, en el que las matemáticas y las representaciones icónicas y arquetípicas del lenguaje hablado trazan un trasfondo cosmogónico y cosmológico, ligado a la vez a las matemáticas (en tanto conjunto de conceptos, pero también como disciplina práctica) pues, como se ya se señaló, esta permitía la realización de una administración social y económica eficiente, trazada siempre por los símbolos (lingüísticos y no lingüísticos) que marcaban (¿Y marcan?) el *telos* de esa organización.

Existe también una valoración del cálculo aritmético (desarrollado y evidenciado en el *quipu*) sobre el resto de las matemáticas, pues este constituiría la base de cualquier desarrollo más complejo. Así, por ejemplo, para el cálculo infinitesimal, que no se puede aplicar sin la aplicación del cálculo aritmético. La valoración se extiende bajo la idea de que la tecnología de una civilización no avanza sin el desarrollo matemático. Aún más si se piensa que sin el sistema binario de numeración y cálculo (inventado también por los andinos, según Sergio Huanca Yruri, 2015) no sería posible la computación como la conocemos hoy en día.

La existencia de una escritura no fonética, pero escritura al final al cabo, estructurada no solo por la posición del nudo, sino por su forma de hacerse, calidad de la lana, su color, sentido horario en el que se trazaba el nudo, etc. permitió una gran variedad de usos administrativos que, se puede suponer, le dieron equilibrio al imperio Inca, puesto que el uso de las matemáticas era necesario para poder hacer presencia en todo el imperio de manera organizada y eficiente, para el reparto de la satisfacción de las necesidades que tenían los habitantes del imperio y del cumplimiento de las obligaciones del Estado Inca, para con estos. Téngase en cuenta que los Incas tenían una serie de políticas de protección social que no tenían los estados medievales ni romanos.

En suma, las matemáticas Incaicas no solo muestran una serie de potencialidades teóricas y prácticas gigantesca, también la potencia de toda una cultura. Es por esto que su redescubrimiento se hace necesario para los habitantes andinos, para hacer una revaloración de sus potencialidades como sujetos y de su lugar en el panorama mundial. Si las matemáticas encontraron el esplendor de su desarrollo en América Latina, debe revalorarse la génesis de ese esplendor, en términos de un resurgimiento de la ciencia (hija de las matemáticas) en América

Latina. Debe haber una reapropiación de nuestras producciones, un manejo autónomo de nuestros recursos intelectuales y materiales.

Dentro de una tradición matemática andina que tiene más de 4500 años, una revaloración de ese tipo tendría efectos en lo psicológico (dentro de un contexto en el que somos acomplejados culturales; seres sin historia), en lo económico (pues nos proporcionaría un instrumento para ser productores de nuestras propias mercancías y reguladores de nuestros mercados), en lo histórico (porque constituiría un rompimiento con los viejos escritores de la historia y de la condenación a permanecer en una misma situación) y cultural (pues resignificaría los referentes y las aspiraciones de una sociedad entera).

Encontramos más pruebas de la complejidad del sistema matemático Inca en Chirinos (2010), quien analiza las mitas<sup>16</sup> y nos remite a la problemática de cómo generar un sistema de conteo que indique los turnos de trabajo correspondientes a cada grupo poblacional, según su número y proporción específica. Es importante resaltar que cuando el Estado Inca tuvo la necesidad de establecer cuánto trabajo correspondía a los ciudadanos, a modo de tributo, fue necesario que organizara los turnos laborales, de acuerdo a relaciones proporcionales entre valores matemáticos, que representaban la cantidad de individuos pertenecientes a cierto grupo poblacional.

Se evidencia en el análisis de varios *quipus* que, para realizar estos cálculos, tuvieron que recurrir incluso a la multiplicación por fracciones. Además, las fracciones utilizadas para establecer proporciones eran bastante precisas, pese a no construirse a partir de un porcentaje (como parecería natural a un sistema numérico construido a partir de la base decimal), sino a

---

<sup>16</sup> Según Mesa, Gisbert y Mesa (2003), las mitas Incaicas se utilizaban para el desarrollo de obras públicas, como la construcción de templos, acueductos, fortalezas, caminos y todo lo relacionado con obras.

partir de otras bases, como por ejemplo el 300, o el 600, que en ocasiones resultaban más precisas al expresar las proporciones en fraccionarios.

Se sostiene que en el *quipu* se representaban las fracciones mediante las cuerdas subsidiarias, que indicaban la proporción de trabajo en la mita, que era requerido, dependiendo de la cantidad de individuos, que solía estar representada en las colgantes.

A su vez, los *quipus* usados para las mitas muestran un desarrollo lógico complejo, pues los *quipucamayoc* eran capaces de establecer diferentes sistemas de reparto de mitas, para un mismo conjunto de grupos poblacionales y aplicarlo, parece, según la conveniencia; además de relacionar estos distintos sistemas. El *quipu* daba las fórmulas a partir de las cuáles se establecía el turno de trabajo concreto que le correspondía a cada grupo de población. Era posible calcular el trabajo concreto en la *yupana*, sin demasiado esfuerzo, por lo que se fortalece la creencia de que se usaban esos *quipus*, junto con la *yupana*, para definir los turnos específicos que correspondían a cada grupo.

Se evidencia entonces la pertinencia de la explicitación de conceptos históricos y geográficos, en torno a la repartición del trabajo en el imperio Inca, que están estrechamente relacionados con la repartición proporcional del trabajo. No obstante, ese reparto proporcional solo era posible bajo cierta estructura política que existía en el imperio Inca.

Las representaciones específicas que eran usadas dentro del sistema matemático Inca para representar los distintos valores específicos, bajo los cuáles se repartían las mitas, todavía no son bien conocidas, ya que ni siquiera se puede precisar el valor matemático que tenían ciertas posiciones de las cuerdas, respecto a las demás; lo mismo acerca del color de las mismas. No obstante, se han identificado patrones que convergen y orientan una posterior investigación más profunda acerca de la manera que tenían los Incas de representar diversas relaciones matemáticas

y valores específicos en el *quipu* y probablemente su correspondiente forma de representación para el cálculo de esas relaciones y valores en la *yupana*.

A partir del planteamiento de las situaciones específicas que llevaron a los Incas a desarrollar las nociones de proporcionalidad, y de la importancia ética que parecían otorgarle al trabajo proporcionalmente repartido, se puede producir una gran cantidad de ejercicios, partiendo de la interpretación de las variables conocidas de los *quipus* y elaborando problemas en los que se deban encontrar combinaciones para encontrar valores completos. Así mismo, se pueden plantear problemas en situación, en los cuales se contextualice el objetivo de llevar a cabo los cálculos numéricos mediante el uso de la *yupana*.

### **6.2.2. Sistemas de numeración *quipus*.**

Según Chirinos (2010), la forma de representación de los números se dio por medio del ábaco, lo que indicaría que este tipo de ábaco, al ser el elemento central de las matemáticas Incaicas, no puede haber llegado de otro lugar a América, sino que más bien habría migrado desde allí a otras latitudes, donde fue añadido a las matemáticas existente, potenciándola. A esto se suma la aseveración de que existen miles de *quipus* encontrados, lo que demuestra que el ábaco Inca se usó de manera extensiva en los Andes hace por lo menos cuatro mil quinientos años, mientras que, del uso del ábaco, a pesar de que hay referencias escritas y orales más antiguas, las primeras muestras físicas datan de hace dos mil seiscientos años.

Ya lo planteaba la Doctora Bonilla en parte de la entrevista para esta tesis:

El historiador Antonio Zapata explicaba por qué los Incas no tenían una escritura igual al occidente, porque no había un origen común entre sus lenguas, contrario a la cultura

andina que es ,más fácil de entender aunque los *quipus* también se pueden descifrar, por ejemplo en los *quipus* matemáticos los nudos que están en la parte de abajo son las unidades, los que usamos arribas son las decenas, y así van subiendo, cada uno tiene una posición distinta y representa el sistema de numeración y presentación lo que decían que cada hilera eran unos números y al final encontraban el resultado de la suma de todos esos números. (María del Carmen Bonilla, comunicación personal 26 de agosto de 2018)

Como prueba adicional, se muestra el recorrido histórico que habría hecho el ábaco (y en especial la notación binaria que implica el concepto del cero) desde los Andes precolombinos hasta Europa, donde, según el autor, no habría un sistema numérico, sino simplemente una numeración.

Tal numeración no se compaginaría con el uso del ábaco, que implica un sistema numérico complejo (en su capacidad matemática) y simple (binario o ternario, en su forma de representación). En esta medida, el ábaco habría atravesado todo Asia, hasta llegar a Europa miles de años después, en 1202, cuando se popularizó su uso convencional (soroban), que no supera al ábaco Inca, puesto que este último permite muchos más cálculos que el convencional y es más didáctico y pedagógico.

Para el autor, los sistemas de numeración (en especial los que se usan en las lenguas derivadas del latín) presentan incongruencias a la hora de representar los números. Esto también se presenta como una prueba más de que las matemáticas que conocemos hoy en día y su esplendor son posibles por sus orígenes precolombinos andinos. Una prueba que fortalece el argumento del autor es que incluso en el sánscrito se presentan estas incongruencias.

Por otro lado, como argumento final se muestra que el sistema de numeración del quechua y así como todas las matemáticas andinas demuestran una didáctica asombrosa, por lo que se ve el desarrollo no solo de un sistema de numeración preciso, sino también de este con fines didácticos que permitieran el uso extensivo de las matemáticas y su comprensión, al menos a nivel general, por parte de una gran cantidad de población.

En cuanto a la notación binaria, encontramos pruebas de ella en el *quipu*, así como en el ábaco Inca o *taptana*. Es evidente porque los nudos claramente representan el 1 y la ausencia de nudos el 0. Así mismo, el sistema binario está representado en el idioma quechua, puesto que la palabra “*paw*” significa “par”, que precisamente (en una numeración con base 10) es la propiedad de poseer 0 y, recíprocamente, la de no poseerlo es ser impar (el 1 no es par).

A pesar de que la *taptana* está construida a partir de cinco números (1, 1, 2, 3, 5) y el cero, para representar todos los demás números, en realidad no existen símbolos en ella para la representación de estos números. Solo son representables, en rigor, el 1 y el 0, como conceptos de presencia y ausencia de valor. Por lo que en la representación de estos números se demuestra la concepción binaria del sistema numérico que tenían los andinos.

Mientras que el sistema numérico andino (tanto de los Mayas como de los Incas) permite representar números tendientes al infinito, tales como los granos de arena del planeta tierra o el número de estrellas de la vía láctea, utilizando solo 2, 3 o 5 símbolos, la numeración romana tiene problemas para representar números superiores a 10000 y, por ende, se puede pensar, para concebir magnitudes superiores, por parte de quienes la usaban.

En todas las lenguas romances, y en otras más (entre ella también lenguas asiáticas), existen algunos números que fonéticamente no siguen una lógica, sino que se constituyen en una serie de excepciones para representar verbalmente los números. Por mencionar un ejemplo de los que

señala Chirinos, hay que pensar en el número 12 (doce) que si siguiera la estructura lógica que se presenta en la numeración a partir del número 16 (dieciséis), debería llamarse “diecidós”. El autor concluye que esto es indicio de que estos sistemas de numeración fueron derivados de fuentes secundarias (que serían las de las civilizaciones india, china, etc.) y no de sus fuentes primarias (las civilizaciones andinas precolombinas, que no presentan estas excepciones, sino que siguen la lógica en la que habría que llamar “diecidós” al doce. Además, la similitud entre los sistemas de numeración (con base decimal) hace que parezca que los sistemas de numeración con excepciones ilógicas fueran copias mal hechas, que vienen del sánscrito y de los sistemas de numeración de la India, que representan una dicción e incongruencias muy similares.

Esto contrasta con los sistemas de numeración chinos y japoneses que se mantuvieron cercanos al uso del ábaco y que son más parecidos al que sería el sistema de numeración original (el andino), que no presentan las incongruencias mencionadas y son totalmente lógicos.

### **6.2.3. Las colcas y quipus.**

En la época del *Tawantinsuyu*, según los relatos de Chirino (2010), los *quipus* fueron utilizados con fines administrativos, permitiendo resolver, por ejemplo, cómo calcular las proporciones y cantidades de alimento y otros artículos que necesitaban los guerreros Incas para sus campañas militares, estos fueron almacenados en *colcas* y administrados por medio de los *quipus*.

Además, los Incas fueron capaces de desarrollar conceptos complejos de proporción y simetría, utilizados en sistemas numéricos que implican cálculos complejos (probablemente hechos a través de la *yupana*). Tales sistemas pueden ser vistos como juegos matemáticos, al

mismo tiempo que como sistemas de administración de las mitas. Las hipótesis no riñen entre sí, dado que dentro del desarrollo matemático está implícita la actividad de jugar, que es la que, en gran medida ha permitido y permite el desarrollo de las matemáticas tanto en los niveles de élite, como en los niveles más elementales de la enseñanza matemática.

Para realizar una repartición equilibrada del trabajo, es necesario que los *quipucamayoc* hayan tenido que realizar operaciones matemáticas más complejas que la suma, tales como el promedio y la división, puesto que con la mera suma sería imposible establecer claramente los turnos de acuerdo a cargas laborales y, teniendo en cuenta la calidad del trabajo, es decir, la labor específica que se realizaba y los costos de trabajo que generaba. No obstante, la investigación todavía no es concluyente para determinar las operaciones específicas que se realizaban para la repartición del trabajo. Solo se puede saber que existen ciertos valores que se pueden obtener a partir de diversas combinaciones, entre aquellos representados en las cuerdas del *quipu*, lo que indica que sí se buscaba la repartición por mitas entre grupos poblacionales.

En la manipulación de los *quipus* contables, si bien no se encuentran los conceptos matemáticos más complejos que manejaron los Incas; se evidencian varios conceptos de orden lógico y logístico, que les permitieron a los Incas repartir de manera organizada y proporcional los diversos artículos requeridos en las campañas militares y en el comercio. Se evidencia un sistema organizado de contabilidad de diferentes objetos y el manejo de categorías y subcategorías de clasificación, así como de disposiciones logísticas para el transporte de los artículos y alimentos, puesto que parece que como se organizaban en los *quipus*, de acuerdo a orden y colores, así mismo se guardaban en cierto orden los artículos.

A estos conceptos organizativos, se añaden otros matemáticos, que tienen que ver con las unidades de medida que se usaban para los distintos tipos de artículo. Así las personas se

contaban decimalmente, en grupos de diez, cien, mil, diez mil, etc., las aves para comer, en pares; los granos y tubérculos en *pocchas*. De manera que los artículos también se dividían de acuerdo a la manera en la que se contaran.

Así mismo, existían medidas promedio para el almacenamiento equilibrado y proporcional de los diversos artículos, de acuerdo a los grupos poblaciones y las necesidades concretas de la guerra. El *quipu* muestra una serie de representaciones estrictamente matemáticas y otras organizativas, dentro de su uso administrativo (de los alimentos y otros artículos y su transporte y almacenamiento para las campañas de guerras y comercio).

Se evidencia que los Incas dividían en categorías los tipos de artículo que se almacenaban y se registraban en los *quipus* contables. Para efectos organizativos, la contabilidad de los artículos que se separaban en diferentes *quipus*, si bien hay evidencia de que había un *quipu* en el cual se resumía toda la información del almacenamiento registrado en los demás.

Además de dividir los artículos para efectos organizativos, basados en su procedencia y uso (“etnocategorías” como las llama Chirinos), existía una forma de clasificación basada en la forma de contar los artículos, en sus unidades de medida. Tales categorías de división y conteo tenían un correlato en el *quipu*; una forma de representar la unidad de medida de cada artículo, atada a una representación matemática de esa unidad de medida. Las representaciones organizativas parecían asociarse con el color y la posición de la cuerda en el *quipu*.

El promedio y unidades que se registran en los relatos acerca de las *colcas* coinciden con las proporciones y cantidades registradas comúnmente en los *quipus* contables, de manera que se puede suponer que poseían un sistema de representación general para el manejo de los depósitos en buena parte del imperio Inca, o al menos sistemas organizativos que eran fácilmente traducibles unos a otros y formalizados en los *quipus*. Estos sistemas organizativos, por demás,

parecen haberse extendido hasta épocas hispánicas y haber sido asimilados y usados por los mal llamados conquistadores.

### **6.3. Ingeniería Incaica: *puquios*, infraestructura hídrica y sistemas de drenaje Incaicos**

Según lo documentado por Luis Ponce-Vega (2015) con respecto al uso del agua había una situación de gestión del recurso hídrico: cómo obtener, almacenar y distribuir el agua en lugares en donde era escasa, como las tierras desérticas y con pocas áreas de cultivo. Esto con el fin de generar tierras de cultivo y desarrollar la agricultura. El autor explicita que ya existía una infraestructura previa a la época del *Tawantinsuyu*, que correspondía al uso de pozos y tuberías de la cultura Nazca, la cual logró abastecerse de agua, para poder cultivar sus tierras.

La construcción de estos sistemas de irrigación demuestra un gran conocimiento por parte de esta cultura de la ubicación de las aguas subterráneas y manantiales, puesto que los hallazgos arqueológicos demuestran que los sitios donde se hallaron las fuentes de agua (*puquios*), construidos por los Incas funcionaban de manera casi perfecta aún después de mucho tiempo de ser construidas, y permitían el fácil acceso al agua hasta mediados del año, aun cuando los ríos ya se habían secado, construyendo pozos.

Los *puquios* de los Nazca demuestran que conocían la dinámica del movimiento del agua y el control de problemas como la evaporación y la mezcla con sedimentos. Lograron no solo transportar el agua desde el río y las fuentes subterráneas de este, sino almacenarla eficientemente en *cochas* (lagunas artificiales) que se encontraban en la superficie de la tierra y

luego redistribuirla por medio de acequias (canales de distribución que eran zanjas cavadas en el suelo) hacia distintos lugares de los centros habitados

Aunque en el documento de Ponce-Vega no se hacen explícitos los conceptos matemáticos que pudieron haber usado los Nazca para la construcción de los *puquios*, es evidente que tuvieron que haber manejado nociones complejas, relacionadas con elementos geométricos y de cálculo de razones y proporciones, como mínimo.

Aventurar hipótesis acerca de la forma en que estos representaban estas nociones matemáticas es difícil ante la ausencia de un registro de estas actividades, no obstante, mediante la reproducción a pequeña escala de estos procesos de ingeniería, podría haber un acercamiento a la manera como los habitantes del Perú prehispánico realizaban los cálculos y mediciones pertinentes para el diseño y construcción de sus acueductos, además de las posibles formas de representación que esto podrían haber formado.

Desde el punto de vista didáctico, es notorio que existen multiplicidad de actividades que se pueden diseñar, en torno a los objetos históricos descubiertos por los arqueólogos. En estas posibles experiencias pedagógicas pueden ser trabajadas las siete actividades matemáticas que propone Bishop (2005) ya que podemos suponer que todas tuvieron que darse extensivamente en la construcción de estas obras de ingeniería, en especial en los *muyus* de Moray, donde se combinan varias técnicas para crear sistemas de riego de alta calidad, que abastecen los cultivos. Una aproximación a estos conceptos supondría seguir el curso de la construcción de estas obras de ingeniería e intentar rastrear todos los pasos que fueron necesarios para que esta se diera.

Como parte de la propuesta pedagógica, sería importante señalar los aspectos sociales de la construcción y edificación del entorno humano, en relación con la naturaleza. Esto nos permite, una vez más, demostrar que las matemáticas no son un objeto neutro que trata sobre

cuestiones meramente abstractas sin incidencia en el mundo práctico, sino que, por el contrario, suponen un cúmulo de conocimientos que son aplicables a situaciones reales que pueden transformar positiva o negativamente el ambiente para las criaturas vivientes y para el ser humano, que es quien más radicalmente modifica el ambiente en el que habita. Más aún si tenemos en cuenta que un pueblo como el Inca, por ejemplo, tuvo un impacto tan significativo e interesante sobre su entorno; impacto del cual sin duda podemos aprender hoy.

### **6.3.1. Andenes: construcción de una ciudadela en un terreno inestable y con gran intensidad de precipitaciones y acumulación de agua en el subsuelo.**

Los Incas, que fueron conquistadores de los territorios de los Nazca, donde estos últimos construyeron sus sistemas de irrigación, también construyeron grandes sistemas de irrigación y de almacenamiento de agua. Los ejemplos más sobresalientes se encuentran en la ciudad de Machu Picchu. Teniendo en cuenta la inestabilidad del terreno y su geografía accidentada, resaltan las obras de estabilización de las estructuras, que se hicieron por medio de la adecuación de piedras para rellenar los agujeros que no permitieran la construcción de estructuras firmes. También se instalaron drenajes (construidos en tres capas: piedras grandes, piedrecillas y capa vegetal,) para drenar el agua, que podría dañar las estructuras construidas en piedra, al causar el hundimiento de sus cimientos por la acumulación de agua en el subsuelo.

Esta es una gran muestra de arquitectura e ingeniería, puesto que las tres capas aseguraban que el agua no afectara las construcciones, al detenerla y permitir así que se evaporara (por medio de la capa vegetal), luego la drenaba (hacia la capa de gravilla de manera

gradual) y finalmente la sacaba de las áreas de subsuelo que se requería fueran estables (por medio de las piedras grandes ubicadas en diagonal respecto al eje de gravedad).

Para aprovechar positivamente las precipitaciones y los manantiales, y crear sistemas de irrigación, almacenamiento y distribución de agua, los Incas, en especial en Machu Picchu, tenían clara la ubicación de las principales fuentes de agua. Estas fuentes de agua, que se mantenían alimentando el sistema de acueducto casi todo el año, se aprovechaban, a través de un muro macizo de piedra permeable que llevaba el agua hacia una fosa de 729 m de largo, que proveía a todas las fuentes de agua de Machu Picchu.

Es notable que este sistema todavía funcione, junto con los canales de drenaje, a pesar de tener más de cuatro siglos de construido. Machu Picchu es una muestra de cómo las técnicas prehispánicas muchas veces superaban con creces a las técnicas europeas de ingeniería. La construcción de andenes de siembra en lugares topográficamente inestables, los *muyus* de Moray, es otro gran ejemplo del avance en la ingeniería Inca, puesto que su forma concéntrica hace que estos se mantengan estables, en un terreno que se puede deslizar con facilidad. Esto se logró mediante la construcción de una estructura que hace resistencia a estos deslizamientos. Además de lo anterior, combina el sistema de drenajes usado en la ciudad de Machu Picchu, para evitar el deslizamiento de las piedras y la acumulación de residuos en los cultivos. Aquí también se aprecia el mismo sistema de distribución de agua, que aparte servía para regar todos los pisos de la estructura concéntrica de los *muyus*, mediante el envío de agua a todos los andenes de manera organizada, evitando la acumulación de residuos por los drenajes. De estos andenes el agua era dirigida a otros reservorios, para seguir alimentando las otras cavidades subterráneas.

Respecto al diseño de la ingeniería Inca, retomamos a Earls y Silverblatt (1978) (citado por Heather Lechtman y Ana María Soldi, 1985), en su obra *La tecnología en el mundo andino:*

*subsistencia y mensuración*”: “Las grandes obras de la ingeniería agronómica junto con una tecnología sofisticada de logística y comunicaciones presuponen la existencia de un cuerpo de conocimientos científicos bien avanzados. Debemos suponer que esta ciencia siguiera desarrollándose en diferentes etapas a través de la historia andina” (p.444).

Expuesto este panorama sobre la ingeniería, damos ahora paso a las concepciones numéricas, las cuales, por supuesto, son fundamentales para entender la labor de ingeniería e impacto sobre el entorno de pueblos como el Inca y que, por supuesto, trasciende esa esfera y se expande a numerosos aspectos de su vida y sistema social.

El uso de las técnicas de los andenes incaicas, permitiría dar solución a los problemas ambientales como el calentamiento global, permitiría dar un uso adecuado al manejo de los suelos y el recurso hídrico de los países andinos, como también lo afirma en el relato de la entrevista el profesor Astete:

vemos en el manejo del agua y el manejo de rotación de suelos, porque hay sitios donde la comunidad ya no tiene espacios, entonces, cómo garantizan la producción de la comunidad es a través de rotación de suelos y se prepara bien, (Néstor Astete, comunicación personal 13 de julio de 2018)

El uso de estas tecnologías andinas articulados con los conocimientos convencionales, permitiría que la recuperación de saberes ancestrales sirviera a la justicia cognitiva sino permitiría dar soluciones a problemas actuales del siglo XXI, el uso de las técnicas enprodel “buen vivir” en palabras del Doctor D'Ambrosio:

Fazendo estudos da história das ciências Incas, mostrando que não havia organização em disciplinas. O ideal do conhecimento não era o progresso de disciplinas por elas, mas sim “viver com sabedoria”. (Ubitaran D'Ambrosio, comunicación personal 28 de junio de 2018)

#### **6.4. Concepciones numéricas: relaciones geométricas y numéricas en la cosmovisión Incaica**

En la obra *Llamas, mito y ciencia en el mundo*, de Hugo Romero (2003), en el que describe las tecnologías del mundo andino a través de los conceptos geometría metafísica, matemática simbólica y “tetrametría”<sup>17</sup>, se desarrolla la relación entre unidad, geometría y su cosmovisión.

Son estos los conceptos que engloban la totalidad de los conocimientos de la región andina. A partir de estos cuerpos de conocimiento, que a su vez son prácticas culturales, se inspiran todos los sistemas organizativos, dentro de los distintos campos de conocimiento. Son una manera de sistematización y organización de las concepciones que tuvieron que desarrollar los pueblos originarios andinos para la construcción de la totalidad de su cultura, que parece vinculada a partir de una serie de símbolos que enlazan todas sus prácticas culturales.

En este análisis se evidencia que las culturas andinas poseían conceptos de geometría y matemáticas muy desarrollados. También que tenían sus propias maneras de asociarlos, de forma que no parece haber una distinción tajante entre los elementos matemáticos y los geométricos.

Lo que se llama “tretaléctica”, parece más bien un cuerpo de conocimientos que se repite dentro de diversas prácticas, pero que mantiene asociados los conceptos a partir de los cuales se medía, se contaba, se localizaba, se diseñaba, se explicaba y, por qué no, se jugaba en un sentido

---

<sup>17</sup> Término acuñado por Romero.

en que se engloban las seis actividades anteriores; se jugaba a organizar la totalidad de las cosas, dentro de un orden conceptual, pero práctico.

El número y las relaciones numéricas y geométricas parecen haber sido representados de diversas maneras en la cultura andina. El número presenta desde el inicio un significado religioso, por lo que se lo representa desde lo ritual, como una manera de evocar lo más fundamental de las cosas, lo que permanece en todas ellas, para explicar el cambio. Desde aquí se continúa representando el número dentro de otros contextos, tales como la agricultura (con un enfoque ecológico, teniendo en cuenta el conocimiento que demostraron estas culturas acerca de la conservación y cuidado de los suelos y las materias primas), la astronomía, el dominio de las plantas y de los animales, y la arquitectura (vista como organización y edificación del espacio vital para el desarrollo de la vida social armónica). Los saberes matemáticos y astronómicos tienen sus principales muestras, en relación con el desarrollo del pensamiento andino, en las construcciones de Sechin, Chavín de Huantar, Paramosica, Ingapuca, Coricancha, Tiwanaku y otros. También cabe señalar los observatorios astronómicos oculares de Chavín de Huanta, Salinas-Chao, Huacatambo, Nepeña, Sillustani, Silencio de Santa, Las Aldas, Bermejo, Chuquisaca y otros, y las plazas astronómicas de Pampa de los Pancitos (Chao), de la Pampa Colorada de Nazca, entre otras.

El número parece ser lo que permite el devenir de las formas de un lugar a otro. La ordenación del cosmos se representa en las cosas particulares, así como en la organización social y en las relaciones entre las cosas. Los conceptos matemáticos encuentran diferentes representaciones en cada una de estas esferas de conocimiento, pero se mantienen todas ligadas, al ser la organización del conocimiento una representación más de esa organización general cósmica, pero también matemática y geométrica.

La cruz (en especial para los amautas<sup>18</sup>), como elemento simbólico, parece haber tenido un lugar muy importante a la hora de señalar la existencia de un modelo matemático y geométrico (por ende, organizativo) para explicar y modelar determinada realidad y las prácticas y modificaciones que se podían hacer sobre esta, la cruz *chakana* significaba para los Incas un puente cósmico, como lo resume Morón (2009)

Siguiendo investigaciones de autores como Javier Lajo, Mario Mejía Huamán o Josef Estermann, tenemos que el vocablo compuesto quechua *chakana* viene del verbo *chakay* que significa “cruzar”, “trancar la puerta o entrada”, más el sufijo obligatorio *-na* que le convierte, añadido a un radical verbal, en sustantivo. *Chakana* entonces es el “cruce”, la “transición” entre dos puntos, el “puente” como nexo entre dos regiones. *Chaka* (en quechua) también significa “pierna” o “muslo” (en aimara es *chara*), el “puente” descansa sobre dos “piernas” (pilares), *Chaka* en aimara es el “puente”. Además, *chakana* significa escalera, esto es, lo que une dos puntos (es conocido el término *tawa chakana*, que significaría cuatro escaleras o cruz escalonada). En este último sentido, *chakana* significa puente a lo alto o grande, cruce superior o, simplemente, puente cósmico (p.6).

La *chakana*, se considera una de las principales representaciones de la forma de concebir el mundo para los Incas, en la obra *Filosofía andina*, concluye de “La *chakana* ... es prácticamente el símbolo andino de la relacionalidad del todo...” (Estermann, 1998, p.359).

Según el mismo autor, representa la visión holística del principio de relacionalidad del cosmos, del tiempo y espacio, Morón (2009):

La *chakana* entonces es el „punto de transición“ entre arriba/abajo y derecha/izquierda; es prácticamente el símbolo andino de la relacionalidad del todo. Lo vertical nos indicaría

---

<sup>18</sup> Del quechua *amawt'a*, “maestro”, “sabio”.

la escala de la “polaridad” entre lo grande (makron) y lo pequeño (mikron); es la representación de la oposición relacional de la correspondencia. Por su parte, lo horizontal es la escala que nos indicaría la polaridad entre lo “femenino” (izquierda) y lo “masculino” (derecha); es la representación de la oposición relacional de la complementariedad (p, 18).

También se usaba como elemento estrictamente matemático, para realizar mediciones, cálculos y construcción de otras figuras geométricas; era un elemento geométrico-matemático, pero dado el sentido en el que posiblemente las culturas. Las matemáticas fueron vistas como una manera de transformar la realidad para habitarla mejor, pero también como un espacio sagrado que se expande a todas las situaciones vitales, en el orden cósmico y en el social.

La distribución de poderes también estaba organizada cíclicamente, como haciendo parte del orden global de la totalidad. Se representaba bajo el símbolo del bastón de mando, que indicaba la autoridad que era depositaba en quien lo portaba, por un período de tiempo fijo. El bastón luego era entregado a otro, pero devuelto al primero en intervalos cíclicos (probablemente entre cinco y diez años).

Entre los hallazgos arqueológicos, *Tupayauri*, el bastón de mando astronómico, es el representante del paralelismo entre la organización cósmica y la organización política, dentro de las representaciones y conceptos matemáticos. Los Incas tenían conciencia de la existencia de la vía láctea, al menos en términos de observaciones del cielo, de una determinada concatenación de estrellas que formaba una estructura mayor (*Jacha Jauira*). Dentro de esta estructura identificaron muchas constelaciones (por ejemplo, la de la llama y la de la cruz, con enormes significaciones reveladoras de la cultura andina).

En la agricultura se combinan estos saberes para formar los andenes de siembra más impresionantes (por ejemplo, los *muyus* Incas), que demuestran también cualidades arquitectónicas e ingenieriles sobresalientes, esto a su vez dentro de un sistema de organización de la distribución de alimentos agrícolas y pecuarios (en especial provenientes de los auquénidos). Destaca, a su vez, la construcción de lugares de almacenamiento de los alimentos para la manutención de los animales y las personas. Así pues, se ve aquí la articulación práctica de estos saberes, para la construcción de una cultura, bajo un sistema global de organización matemática.

A su vez, en la administración de la llama y los auquénidos, se ve cómo la administración del trabajo y la mano de obra realizada por las mujeres enlaza los conocimientos astronómicos y arquitectónicos, con los significados religiosos y cosmológicos, esto se evidencia en los relatos de las tejederas andinas citados por Arnold y Yapita(1992):

Mediante estos artificios (las canciones que sirven como artificios didácticos y retóricos), las más ancianas pueden recordar y reproducir múltiples aspectos del delicado ecosistema andino, y pasar esos detalles a los más jóvenes de cada generación. El conocimiento del retorno de la taquia a las parcelas para que germinen bien las semillas, de las diferentes partes que crecen en cada piso ecológico y de los animales que nacen de ellos, de los indicadores astronómicos de las temporadas del año, y de la relación entre el vellón y el parto, todos son materiales para el canto. Este contenido temático contribuye a una literatura emergente sobre el rol del canto en la cartografía ecológica del universo, tan complejo por su parte como la hipótesis Gaia del Occidente. (p. 26)

La llama andina es la que recorre los caminos: las largas carreteras que conectan los lugares entre sí para el transporte de lo que el humano requiere, pero también el camino del cielo hacia la tierra (existe además la constelación de la llama) para entregarle al humano sus saberes. Esto está representado en los tejidos elaborados por las mujeres (con la lana de las llamas), en los que este animal recorre los caminos hechos por los seres humanos, pero también los caminos de la vía láctea, para descender a la tierra y otorgarles el aprendizaje a estos. Ese descender o bajar, en lengua aymara, se representa con el sufijo “*qa*”, que hace parte de la palabra “*yatiqana*” (aprender). Esto demuestra el carácter práctico (no por esto menos abstracto, organizado o complejo) del conocimiento andino, puesto que aprender es “bajar” el conocimiento de otro, en términos de ponerlo en la tierra, de aprender como un hacer, como un poner en la práctica, pero de algo que yace implícito y explícito en la organización del cosmos.

### **6.5. Concepciones tiempo y espacio: desde la cosmovisión Incaica a través de las observaciones astronómicas**

La observación astronómica fue otro campo en el que los Incas destacaron, y del cual extrajeron importantes conocimientos aplicables tanto a su vida diaria como a su cosmovisión.

Según Romero (2003), los Incas desarrollaron varias unidades de medida que no tenían una escala fija. Para el autor, estas se relacionan con el concepto de entropía (la versión que los Incas habrían desarrollado de este), puesto que son medidas relativas, relacionadas con un factor-necesidad que permitía calcular los turnos de trabajo necesarios para efectuar diversas tareas, que iban desde la construcción de un *muyu*, hasta las tareas de siembra en el mismo.

Tales unidades de medida siempre estaban dadas por relación con las observaciones astronómicas, puesto que estas permitían predecir los momentos en los que era preciso o más conveniente emplear el trabajo organizado y realizar las tareas pertinentes. El factor tiempo se calculaba siempre a través de estas observaciones astronómicas, en especial de las constelaciones.

Estas medidas son: la *pachancha*, que relacionaba área, tiempo, suelo y clima, para medir la superficie del suelo, y el *tupu*, que relacionaba energía con necesidad de tiempo. Ambas medidas están relacionadas con el principio según el cual, de la combinación de ciertos elementos se pierden los elementos iniciales de manera irreversible (entropía, *tinku*). Por lo tanto, estas medidas no eran magnitudes brutas, meras abstracciones, sino que ya contenían en sí la concepción de la racionalización de la energía, por lo que no solo eran representaciones matemáticas, sino también conceptos tecnológicos y cosmológicos, con un *telos* definido, dentro de un sistema de interpretación complejo. Tal sistema, viéndolo como una actividad práctica, como algo que se mantenía vivo, al ser aplicado, se difundía a través de grandes territorios y coordinaba a millones de personas, gracias a que había una interpretación general de los eventos naturales, basada en la interpretación de las correlaciones entre este y los fenómenos naturales que afectaban la vida de los Incas.

Para ejemplificar lo anterior, tómese el caso de la siembra, para la cual debía conocerse el momento preciso para emplear determinadas fuerzas de trabajo y tener todos los recursos listos, de manera que se pudiera generar una racionalización del trabajo: en esta se usaban las unidades de medida, pero ajustadas gracias a la ciencia astronómica. Así pues, por medio del calendario Inca se regulaba la producción agrícola, a partir de variables que indicaban características que no variaban en el tiempo y otras que dependían del momento justo. Esto estaba aunado a una

organización política que se descentralizaba, en relación con el uso del calendario, en la cual las autoridades debían regular la producción según los dos tipos de variables presentes en el calendario. Así mismo, se poseía un sistema para el tratamiento del ganado y la repartición del trabajo relacionado con este.

La llama, como vimos anteriormente, es un animal importante para la cultura andina. En la astronomía, se encuentran representaciones de la llama en varias constelaciones, tales como la llama blanca y la cruz del sur, que representan orientadores cósmicos; son dadores de conocimiento que se debe bajar, para aplicarlo en la vida cotidiana y en la organización social. La llama viene a ser un elemento más (muy importante y valorado) dentro de ese gran sistema cosmológico de conocimiento que le da el saber a los miembros de la comunidad dentro de la cual se desarrollan todas sus estructuras sociales. Así, la llama está conectada cosmológicamente con los elementos que hay que tener en cuenta para su administración y aprovechamiento, como las comunidades pastoriles y las regiones geográficas por las que esta transitaba para realizar el comercio. Como muchos otros elementos fundamentales en la vida concreta de los andinos, la llama (junto con todos los demás camélidos de América, *wari*) simboliza una vía hacia el conocimiento y la armonización entre la comunidad (humana de la tierra), el cosmos y la tierra (naturaleza), que también significa *wari* (entre nosotros o el pueblo). Al parecer, el primer grupo indígena que empezó a utilizar la llama fue el Wankarani, cuyo conocimiento, mezclado con el de otras culturas andinas, ha llegado hasta el día de hoy, en especial su saber astronómico, que sigue siendo utilizado en la vida práctica por parte de muchos habitantes de la región andina, a pesar de ser lugares muy distantes unos de otros.

Recuérdese que los estudios parecen sugerir una organización social dividida entre privilegiados, que parecen haber legado a la posteridad andina sus saberes cosmológicos (en el

sentido amplio ya referido antes) y tecnológicos, y una parte de la sociedad pastoril (con un significativo trabajo en los textiles por parte de las mujeres), que también se dedicó al trabajo agrícola, pero dentro de los preceptos tecnológicos y organizativos desarrollados por una minoría privilegiada. Esto, a pesar de que hubo diferentes etnias y grupos humanos antagónicos, permite hablar de una civilización andina con diferentes expresiones (aztecas, Mayas, Incas, etc.) que compartía una cosmovisión general y unas formas de vida concretas, así como una estructura social y económica general. Que incluso, les permitió hacer intercambio de muchas maneras, entre otras, por medio de las grandes caravanas de llamas, alpacas y otros camélidos americanos, lo que liga a estos animales con la totalidad de la cultura andina.

Las referencias a la llama y a la actividad pastoril son variadas dentro de la astronomía andina, así como los petroglifos y estatuas en los que se representan llamas y otros camélidos. También se representan otros animales de la fauna andina americana relevantes para esta cultura. Es interesante, a su vez, la comparación que se hace con la astronomía clásica, puesto que para los Incas también existían las constelaciones negras, que se forman no con las estrellas, sino con manchas, que simbolizan muchas prácticas ligadas a su cultura.

Estos saberes han sido transmitidos durante generaciones (si bien no de manera intacta) por medio de los tejidos y los cantos tradicionales, en los que se ha sintetizado gran parte de esa vasta cultura en sus aspectos más fundamentales. Esta tradición oral (generada especialmente por las mujeres) permite ir reconstruyendo el amplio bagaje cultural y la relación que esta cultura tuvo y ha tenido durante siglos con su entorno natural. Puede ser vista, incluso, como parte integrante de esa ciencia cosmológica Inca, puesto que los cantos hablan incluso de la manera correcta de llevar a cabo numerosas prácticas, que presuponían el conocimiento tecnológico del que se ha hablado hasta aquí.

### 6.5.1. Calendario.

Quizá el principal producto de conocimiento derivado de la observación astronómica de los Incas fue su calendario. A su vez, este tuvo un impacto directo sobre sus formas de representación, de lo que no escapa el *quipu*.

Para explicar la repetición de diseños en la construcción de algunos *quipus* es necesario considerar que la representación de significados extramatemáticos, a partir de valores numéricos, queda sugerida en la repetición de ciertos diseños que se explicitan mediante relaciones numéricas simétricas (palíndromos), cuya base es el calendario.

Aunque no sea posible la especificación del contenido de los diseños, sí se puede ver que en algunas ocasiones los *quipus* parecían guardar mensajes en los que lo relevante no era el uso matemático, aplicado a una situación concreta, sino la forma de organización numérica que venía a ser codificación de mensajes abstractos. Los *quipus* calendario vienen a ser un ejemplo de la transversalidad de la *yupana* en la enseñanza, tanto a nivel didáctico como pedagógico y lúdico.

Los promedios aritméticos y geométricos y las operaciones complejas que responden a la problemática sobre cómo calcular un promedio aritmético o geométrico y representarlo adecuadamente remiten al análisis de algunos *quipus* o conjuntos de *quipus*.

Este análisis permite establecer que las nociones de media aritmética y media geométrica estaban presentes en las matemáticas Inca, puesto que la relación de valores que se evidencia entre los valores de ciertos *quipus* o conjuntos de *quipus*, implica el manejo de varias concepciones y nociones matemáticas, para poder ser calculada: “suma, división en partes iguales, división en partes fraccionales simples no iguales, división en partes proporcionales,

multiplicación de enteros por enteros y multiplicación de enteros por fracciones” (Ascher y Ascher, 1997).

Aunque no es posible establecer la forma específica que tenían los Incas para representar las relaciones y operaciones matemáticas, que implicaban las relaciones matemáticas evidenciadas en estos *quipus*, se puede suponer que tenían alguna manera de realizar estas operaciones (y por ende de representarlas por medio de las *yupana* o del *quipu*). No obstante, existe una forma clara de repartir los valores relacionados y cierta insinuación acerca de las formas de indicar la existencia de estas relaciones abstractas, por medio de las posiciones de las cuerdas en el *quipu*, así como del color de estas. Sin embargo, no siempre se explicitan tales relaciones por medio de representaciones claras, si bien dichas relaciones están implícitas en los valores representados en el *quipu* y se conocen porque existe una relación matemática entre estos, que solo se evidencia por la separación por grupos de cuerdas, bajo distintos criterios (color, forma, posición, etc.).

Sí se trae desde la propuesta multiparametral para la enseñanza de las ciencias, desde los saberes ancestrales se evitaría una de las grandes problemáticas de los estudiantes afro, campesinos, indígenas, al ver invisibilizados sus saberes después de haberse escolarizado, como lo evidencia en el relato del profesor Astete para esta tesis,

Pues toma en cuenta y en función a eso se puede decir que los resultados son buenos. Y yo quisiera decir lo siguiente: el sistema educativo como tal en las comunidades arranca al niño o la niña desde el seno del hogar de este de tres o hasta de un año, hasta los diecisiete años. Iniciales de uno a cinco años; de seis a doce años, primaria; de trece a diecisiete años, secundaria. Jovencito ya no conocen el manejo de los cultivos, ya no conocen el manejo de la ganadería. Ese hijo ya está descontextualizado de su entorno y el

joven decepcionado porque no ingresó a la universidad y por lo tanto ahora ya ese joven pues se siente, como se dice, ser que no. Bueno ya sea otra vez se adapta la comunidad, pero ya no conoces de repente cuándo es buena siembra o cuándo es mala siembra; las fases, como se dice, de la luna, con los buenos y los malos. Leer los señaleros que te ayudan, las señales a los animales, las plantas y otros, el barbecho, todo; salen unas hormiguitas y dejan unos montoncitos de tierra dormir. Haciendo esa no lo he visto, el palpado realmente este hasta que ha sido parte del sistema porque terminé mi secundaria. Bueno, lo agarré superior para continuar un poco, que detestaba mi lengua, detestaba la forma de moros y la usanza de mis padres; no quería que mi papá ni mi mamá estuvieran a mi lado porque venía con pollera o venían con su sombrero. Entonces como él mismo se ha generado un ser en lo cultural si no firmamos o reafirmamos en lo lingüístico a los estudiantes habremos perdido de repente esa oportunidad de que ellos sí puedan sentirse parte de unidad o parte de la cadena como docente y como alumno; que también eso he pensado cuando empecé a valorar la lengua...

La crisis en las zonas rurales de nuestros países andinos, se evidencia en la crisis ambiental, si mediante uso escolar de los saberes ancestrales tales como, la predicción del tiempo meteorológico con la ayuda del avistamiento de aves, insectos y algunos animales particulares de la zona, y la interpretación de las estrellas para la predicción de tiempos de lluvia o de sequía permiten a las comunidades hacer mediciones del tiempo, en torno a sus actividades de agricultura y pesca.

### 6.5.2. Astronomía (la cibernética Inca).

Los Incas tuvieron que organizar a sus habitantes y el trabajo de estos bajo un complejo sistema de relaciones sociales, que incluía en este, la organización del conocimiento Inca y su aplicación satisfactoria, para poder mantener un imperio tan próspero y fructífero como el que fue.

Hay dos elementos fundamentales a resaltar:

1. La utilización racional de los suelos de cultivo, por medio de la construcción de los *muyus*.
2. Conectado a lo anterior, la creación del calendario Inca, que permitió organizar los tiempos de trabajo, con relación a los ciclos cósmicos, para poder satisfacer las necesidades alimentarias de los habitantes y acrecentar y controlar la producción de alimentos agrícolas.

En palabras del Romero (2006): “Estos invernaderos [los *muyus*] estaban organizados de forma que permitían ejercicios de simulación de la coordinación de los ciclos agrícolas con los ciclos cósmicos y los ecosistemas, de tal modo que las propiedades geométricas del cosmos estaban coordinadas con las relaciones del ser humano” (p.229).

La cosmología se instrumentalizó para poder organizar el trabajo productivo de los Incas. Las características cosmológicas, entendidas como las características básicas de organización de la totalidad, que le dan al sujeto un mapa de su vida y de su entorno, fueron las que permitieron no solo el control de los sujetos para que trabajaran, sino también las pautas de organización de ese trabajo y de la infraestructura necesaria para realizarlo, aprovecharlo y desarrollarlo.

El autor llega a plantear la similitud entre el concepto de *tinkuq*, con la segunda ley de la termodinámica, mostrando que la cosmología general (interpretada como ciencia general por el

autor) que indicaba la totalidad de procesos naturales y sociales, plantea la racionalización de la cantidad de energía empleada en procesos que son irreversibles, puesto que transforman los elementos constitutivos de dos o más cosas al unirse entre ellas, para generar una nueva, de la que no se pueden obtener los elementos que se poseían antes.

De la conciencia de un presunto principio de entropía (queriendo decir con esto que reconocían y estudiaban la existencia de procesos irreversibles en la naturaleza y en lo social) por parte de los Incas y de las culturas andinas en general, planteaban la necesidad de racionalizar la energía empleada en estos procesos, para poder mantener un equilibrio de las estructuras sociales y naturales.

Desde la cosmología Inca se representa, precisamente, la manera como se usa el conocimiento. En el mismo mito y en los símbolos analizados en los hallazgos arqueológicos, se encuentra no solo la visión general de la totalidad (incluidos los procesos naturales y su relación con los procesos sociales y económicos), sino cómo este conocimiento debe usarse para el desarrollo de la sociedad. En la representación de la máxima deidad andina, *Piqsi Wyrachucha*, se representa, precisamente la cualidad de organizador, *piqsi* (como sistema general de organización de la totalidad) y desorganizador *wirachucha* (en el sentido de divisor de las tareas que se pueden llevar a cabo, partiendo de ese sistema general de organización).

Esto es interpretado como la relación entre cosmología y tecnología o, como la relación entre el saber y su instrumentalización. En el templo del sol de Cuzco, en el diagrama *pachacutti yamqi* se puede observar la correspondencia entre los elementos geométricos de este y su aplicación dentro de múltiples esferas de la vida Inca y en las tecnológicas concretas. Moray también es una muestra concreta de lo anterior, puesto que en su geometría están implícitos los conocimientos provenientes de la cosmología, que ya contienen la guía acerca de la construcción

ingenieril, además del fin de la construcción de la misma, dentro de esa misma organización cosmológica. Tal organización no es arbitraria, por cierto, puesto que proviene de la observación de los fenómenos concretos y de las relaciones entre estos, para la organización en un sistema interpretativo complejo.

Por otro lado, en el mito Sarhua, el concepto de *tinkuq* muestra la relación existente entre esa observación de fenómenos que se hace un sistema complejo que organiza el conocimiento y la aplicación concreta de ese conocimiento en la realización del mundo material, así como de los procesos sociales e históricos. *Tinkuq* es, además, representación de los ciclos bajo los cuáles se ordena la totalidad, no solo a nivel cósmico, sino a nivel social, describe la intercalación de estos ciclos, que dan forma a la vida social andina.

La disciplina científica (si se puede hablar en estos términos) se centró en gran medida, en el desarrollo de la astronomía, puesto que fue a partir de la relación entre las observaciones del cielo y los procesos biológicos y ecológicos, que se pudo desarrollar buena parte de la organización tecnológica Inca. Así mismo, se evidencia el desarrollo de un sistema de comunicaciones bien elaborado, que establecía parámetros de acción de acuerdo a las características geográficas, biológicas y ecológicas de diferentes zonas de los andes, para poder desarrollarse socialmente. Todo esto dentro de un sistema de representación paralelo que englobaba diferentes prácticas y presuntas disciplinas, y que permitía el análisis de los fenómenos y la tecnificación de las prácticas económicas y sociales.

## **6.6. La Yupana**

El uso de la *yupana* permite plantear con mayor claridad los acertijos que le son atribuibles al *quipu* (así sea a modo de hipótesis), puesto que en esta se pueden, no solo

representar los valores para dar claridad al planteamiento del problema, sino ir resolviéndolo mientras se explicita el mismo. La *yupana* permite elaborar representaciones matemáticas variadas, en las que se puede plantear el mismo problema (y su solución) desde distintos ángulos y con formas de representación variadas. En palabras del Doctor D'Ambrosio

A *Yupana* era um tipo de ábaco/máquina de calcular, um instrumento e uma técnica auxiliares para lidar com questões de quantificação no dia-a-dia. O *quipu* era uma forma de registrar uma narrativa, incorporando informações qualitativas e quantitativas.. .

(Ubitaran D'Ambrosio, comunicación personal 28 de junio de 2018)

A través de la *yupana* se puede trabajar el planteamiento y resolución de problemas matemáticos, a través de situaciones hipotéticas que vivían los Incas, dentro de su contexto sociocultural y económico. Esto permite no solo el trabajo de las nociones, conceptos y habilidades estrictamente matemáticas, sino, además, el trabajo de una multiplicidad de nociones históricas (incluso historiográficas, como mínimo de periodización), puesto que combina la resolución de problemas matemáticos (desde sus aspectos invariables) con la solución de problemas concretos (desde sus aspectos variables, históricos).

Así pues, su uso permite percibir las matemáticas como práctica cultural, cuyos usos están sujetos a las situaciones concretas que experimentan los sujetos en un contexto económico, social, político y cultural. Por último, puede ayudar a generar la práctica de las matemáticas, desde su utilización como solucionadora de problemas o herramienta creadora.

Por otro lado, el uso de instrumentos contables como la *yupana*, en su versión digitalizada, permite utilizar algoritmos para las operaciones básicas, diferentes a los

convencionalmente utilizados. La *yupana* en forma digital puede introducirse de manera alterna como elemento de cálculo en los primeros años escolares en la enseñanza de las operaciones básicas en diferentes bases de sistemas de numeración.

## 6.7. La *taptana*

La representación de valores numéricos en la *taptana* facilita la comprensión del valor posicional. Así mismo, el *quipu*, como ábaco textil, resulta igualmente interesante en las referencias a Garcilaso de la Vega y la tradición matemática Inca, para incluirlas en las clases de matemáticas. Todo esto junto con el sistema numérico de base decimal manejado por los Incas.

En el caso del diez resulta muy significativo. Se relaciona con la paridad. El número diez es dual, dado que es par, divisible en dos, emulando así el carácter dual del universo, que posee un comienzo y un final. Así, el ave creadora se llama *Pariska-y*, que se relaciona con *Iskay* (dos en quechua). Aquí la dualidad que permite el número diez representa el principio y el final, siendo diez el número que da comienzo y final a la serie matemática.

La representación que resulta de la aplicación de esos conceptos en la *taptana* resulta completamente lógica y coherente. La lógica de las columnas funciona a partir de valores y espacios según la serie de Fibonacci y la potenciación de los valores según la columna. Las filas representan la potenciación de la base que se esté representando en las columnas. Se evidencia la serie de Fibonacci en la construcción de los espacios que van aumentando hacia la izquierda en las columnas.

No menos interesante es la utilización de la notación binaria que simplifica y hace sencillo el uso de la *taptana* desde el punto de vista pedagógico, puesto que se entiende como presencia o no presencia del valor 0, si se mira matemáticamente, como valores de 1 y 0. Esto

permite que el sistema numérico esté siempre implícito en el cálculo de cualquier valor. En otras palabras, el artefacto hace que los conceptos se puedan representar constantemente y se forme una consciencia más directa de la lógica del sistema numérico y de los procedimientos de cálculo, puesto que la lógica se hace visible en la materialización de la *taptana*. Solo se trata de indicar la presencia de un valor o su ausencia mediante la notación binaria, lo que también hace dinámico el procedimiento y lo vuelve un juego con reglas muy claras.

Por último, se resalta que el autor hace referencia a la utilización de la base 40 para los cálculos astronómicos, por parte de la cultura Andina, como un uso dentro de su cosmología: el carácter dual (hombre-mujer) que suma 40, por la multiplicación del número de dedos que cada uno posee por dos (sumando manos y pies).

Según el autor, los Incas realizaban sus cálculos por medio de decenas, es decir, no sumaban o restaban unidades al hacer el cálculo aritmético, sino que sumaban de diez en diez. El número que daba comienzo a su sistema no era el número 1, sino el número diez. Resulta interesante como argumenta este punto, a partir del análisis de los términos matemáticos del quechua, que siempre tiene correlaciones y relaciones directas con otras representaciones extramatemáticas.

Al parecer, los andinos usaron más de una base para realizar sus cálculos. El uso de una base u otra obedecía a razones tanto matemáticas como prácticas, como cosmológicas que no se desconectan entre sí. Al parecer, la base 40 la usaban para los cálculos astronómicos (puesto que era más conveniente para el cálculo de dichas magnitudes), mientras que para la administración agrícola y del trabajo utilizaban la base decimal. Parece también haber indicios del uso de base binaria y de la base hexadecimal (a partir del número 16).

También se evidencia el uso de una notación binaria simple, pero poderosa, que se usa hoy en día en el desarrollo computacional. Simplemente 1 y 0, valor o no valor, para señalar en la *taptana* si el punto vale o no vale.

Por último, y tal vez de lo más llamativo, es la evidencia de la consciencia de la serie de Fibonacci en el sistema numérico y para el uso y construcción de la lógica matemática de la *taptana* y, por ende, de las matemáticas andinas. Los valores que van adquiriendo las columnas de derecha a izquierda siguen la serie de Fibonacci (0-1, 1-1, 1-2, 2-3). Al sacar las potencias de la suma de cada par de números de la serie y sumar dichas potencias, se obtiene la base 40 ( $1+1+4+9+25$ ). Esta lógica puede replicarse para sacar nuevas bases a partir de número de Fibonacci y añadir nuevas columnas para el cálculo matemático.

## 7. Situaciones problemáticas, representaciones y concepciones de matematización Sikuani

“Para nosotros es el libro de nosotros, la biblioteca, es todo. Desde la tierra, el cielo, el aire, el sol, la luna, las estrellas, aves, animales. Es nuestra biblioteca de nosotros, por eso un abuelo no escribe, no lee, pero sabe miles de cosas, porque está estudiando el camino espiritual, el mundo espiritual.”

Mayor Clemente Gaitán (Autoridad del Resguardo Wacoyo)

Damos a continuación paso a la cultura Sikuani en su relación con sus concepciones matemáticas y cómo estas repercuten en sus representaciones, conceptos y manifestaciones culturales, de similar manera a como lo hicimos en el capítulo anterior para el pueblo Inca. Para esto, empezamos por dar un vistazo a algunas características importantes de su funcionamiento y organización social.

Para empezar, es preciso señalar que el lugar geográfico en el que se ha venido asentando la comunidad Sikuani desde el siglo XVIII (Las Vegas) ha generado para sus miembros nuevas formas de representación respecto a su relación con su entorno natural, como gente de sabana, dado que así se identifican a sí mismos. La capacidad que tuvieron las tribus Guahibas (antiguo nombre con el que se designa a los Sikuani) para asentarse en lugares despoblados y dejar de

dependen únicamente de la recolección generó una concepción particular del origen de la sociedad, dentro de sus mitos, lo que dio forma, por ejemplo, a su mitología con respecto al origen de la agricultura. No obstante, los Sikuani continúan ejerciendo la recolección y la caza que, junto a la agricultura, se encuentra regulada por un calendario astronómico y ecológico que les permite organizar su trabajo y satisfacer de manera eficiente sus necesidades.

Dentro de la cultura Sikuani, las tareas están divididas por género, de manera que el hombre se encarga más de la caza, mientras que la mujer está más orientada a la recolección y la cocina. En esta última actividad se encuentra ya un vínculo de desarrollo con la cestería, puesto que las distintas preparaciones de la yuca que hacen las tribus indígenas de las planicies se preparan utilizando las *guapas*, el *sebucan*, las *esterillas* y los *manares*, que tienen diversos diseños<sup>19</sup>.

Estos, aunque son usados por las mujeres, son realizados por los hombres, que solo adquieren el derecho a casarse una vez aprenden a tejer y pueden regalarle una *guapa* a su futura esposa. En las *guapas* se encuentra la mayor cantidad de diseños que hay en la cestería Sikuani. Su elaboración se hace a partir de los tallos de *Juajuá*, del que se sacan las tiras para confeccionar los tejidos. Estas tiras se tiñen con savia de arrayán y hollín de budare. A partir de estos elementos se construyen los diseños que dan vida a la cultura material de los Sikuani.

Las representaciones de los diseños de la cestería no representan la naturaleza, sino la relación del ser humano con ella; así, los diseños sikuani hacen parte de la forma en la que los viven su entorno y forman un todo con este. No obstante, la mercantilización de la cestería ha

---

<sup>19</sup> Cabe señalar, con respecto a la cestería y la geometría, que Ortiz (2015) considera que existe un fuerte simbolismo que para los Sikuani representa una multitud de elementos relevantes para la comprensión de su cosmovisión y de los símbolos que manifiestan la relación de estos con su ambiente.

llevado a la representación decorativa que deja de lado las representaciones culturales propiamente Sikuni, como se muestra en la Tabla 13, donde se referenció desde el trabajo de campo a partir de las entrevistas semiestructuradas.

La producción de las guapas con diseño estaba disminuyendo cuando Ortiz escribe el artículo, debido a la influencia de la religión evangélica y la satanización de los diseños Sikuni. Por otra parte, la necesidad de intercambio estaba llevando a la comercialización de las guapas tanto con diseños, como sin diseños, pero especialmente las segundas.

Tabla 12  
*Cestería Sikuni*

---



*Janery (pez piraña)*



*Sonoto (mariposa)*



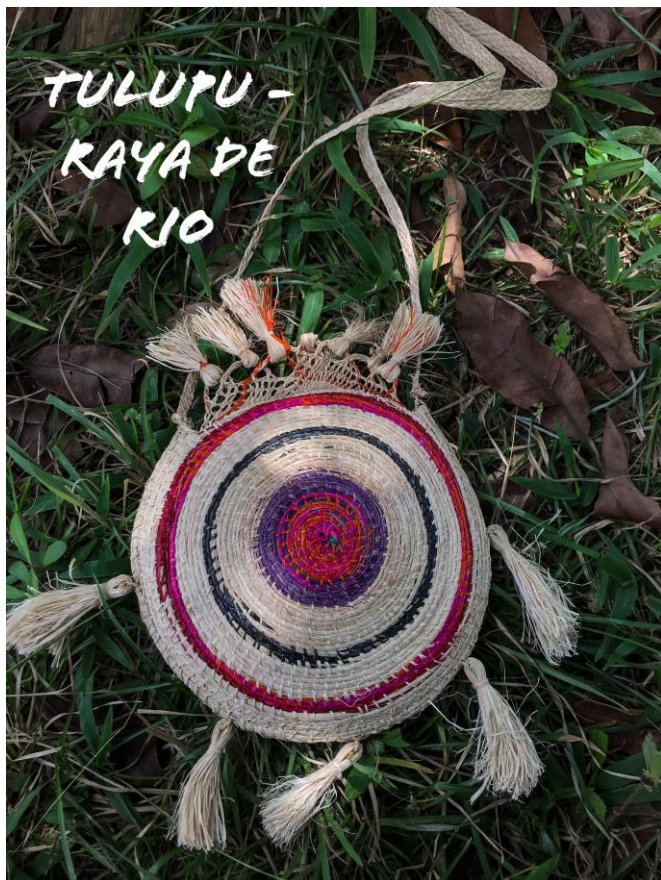
*Umabo (pez agujón)*



*Ubu* (hormiga)



*Tsamanimonae* (estrella  
hermana)



*Tulupu* (raya de río)



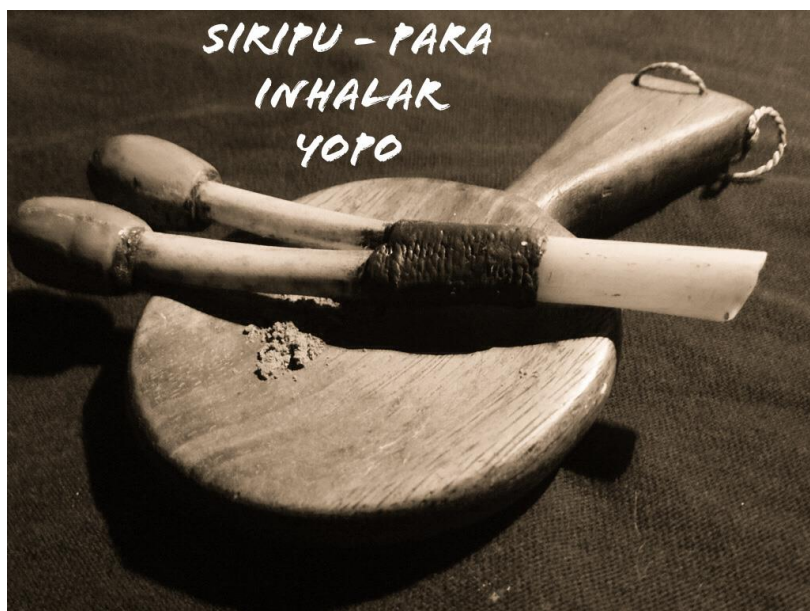
*Najibu* (pato)



*Balay (nido de boa)*



*Jibari (carrizo)*

*Siripu**Caaapi*

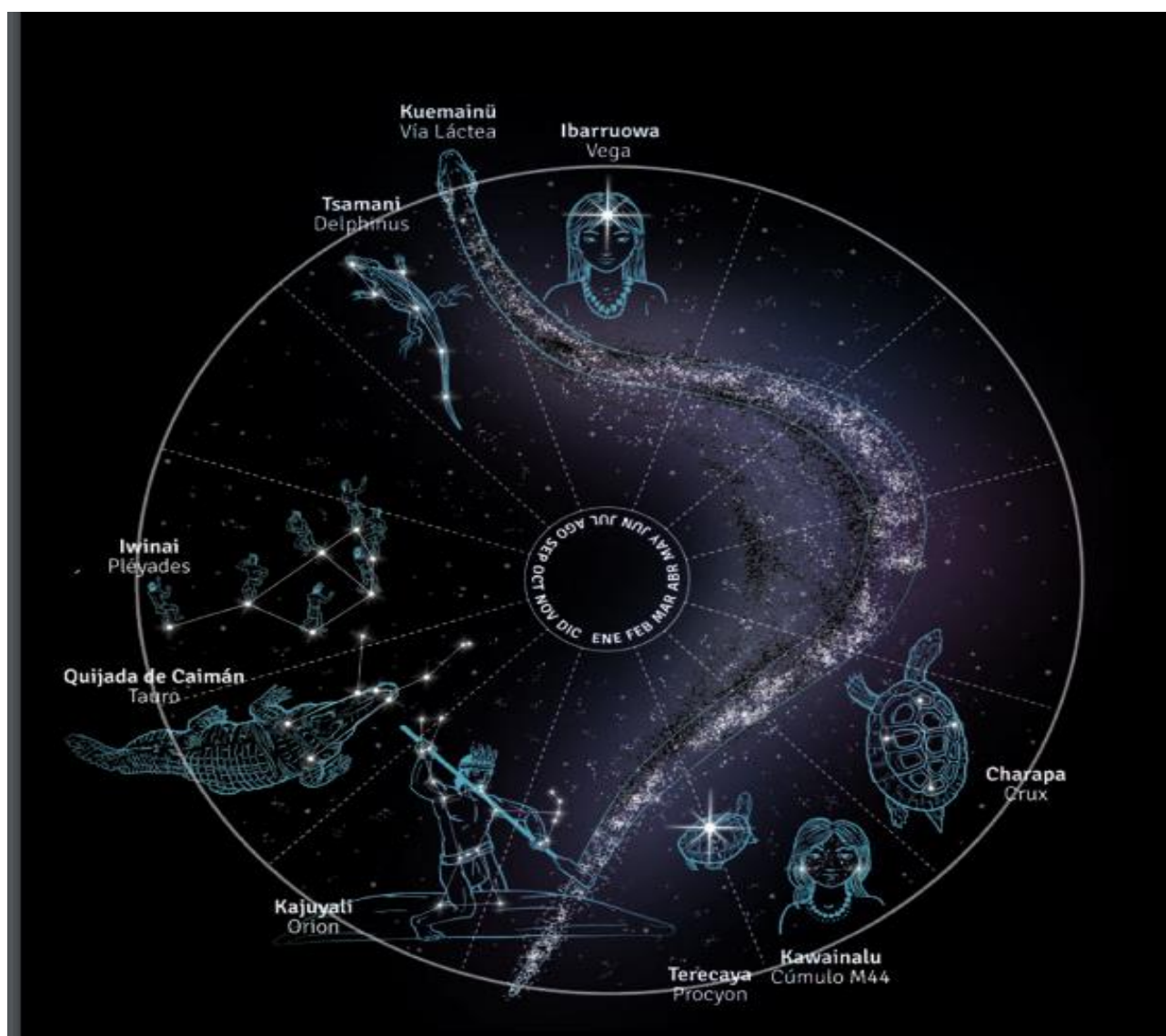

---

Fuente: elaboración propia

Cuando observamos los diseños propiamente Sikuaní, se ve que no representan elementos naturales de forma figurativa, sino los símbolos narrativos que se relacionan con su mitología y con sus saberes acerca de la naturaleza, así como su relación con ella. En esta medida, el arte Sikuaní busca más significar que representar burdamente. También encontramos en las piezas de

cestería motivos relacionados con la astronomía; las figuras allí representadas son fundadoras de la cultura, accesibles a los chamanes. Por esto, la representación se centra más en los atributos de las figuras fundadoras que en la corporeidad o imagen de esta.

Veamos a continuación algunos diseños presentes en la cestería de este pueblo. Los diseños registrados, asociados a sus representaciones que se presentan en el artículo de Ortiz (1985) son los siguientes:



*Figura 4* Cosmología Sikuani

Fuente: tomada de Gaitán, Romero, Ramírez y Ortiz

Tabla 13

*Diseños Sikuani*

- 
- *Tsakatui* (ojo de pez): representa a un pez con el mismo nombre “*Tsaka*” de la ceremonia de iniciación que ocurre cuando a las muchachas les llega su primera menstruación. En esta se le reza al pez.
  - *Tsanunupali* (libélula): tejido con cuadrados concéntricos.
  - *Kaejamatabu utjutu* (un solo corazón).
  - *Namokobetjei* (palma de la mano del zorro): el zorro representa mal agüero y se toca una flauta de un solo tono con su figura cuando este se aproxima a un poblado.
  - *Iwinai tspabi* (conjunto de pléyades): en esta se ve parte de la astronomía Sikuani. Representa al héroe Iwinai, quien anuncia la llegada del verano.
  - *Kokomi yiri* (pinta del pez curito): relacionado con el dios Furnaminali.
  - *Janeri* o *janeribuji* (palometica).
  - *Jomowabi itane* (pinta del guío): representa a Tsiwaliwali, dueño y ancestro de los animales.
  - *Siruni*: Esposo de Kawainuli.
  - *Kawauwiri tobeno* (cola de gavián tijeretero): representa, además de la cola del gavián, la cruz del sur, que hace parte de la astronomía andina; para los Sikuani, la cruz de la tortuga charapa (una de sus constelaciones).
  - *Llamaju wakapa itane* (dibujo de la macana del rayo): relacionado con el mito de

Tsamani, quien, convertido en lagartija, transformó la macana con la que el rayo mataba a la gente.

- *Tsawaliwali tofere* (nido de *tsawaliwali*).
- *Iwidakami*: se usa el mismo diseño en la silla en la que está la muchacha en el rito de iniciación de la menstruación. Es un símbolo defensivo de los seres de agua que protege a la muchacha.
- *Mawi majuranae* (rama del árbol de peramán): el peramán es un árbol que tiene propiedades medicinales y genera una resina que sirve de pegamento.
- *Kawiyami Akane tofere yiri* (tejido nido de gaviota).
- *Ukukuburu* (nido de palomas).
- *Awalutikanu* (laberinto).
- *Pubutaju namutu* (camino de bachacos).
- *Llamaju tanu itane* (pinta pie del rayo).
- *Iwinai kotsosoli* (ombligo de las pléyades).
- *Majuneje barupa* (mandíbula del caimán).
- *Tulupuno* (estrellas).
- *Kalibomi* (pinta de *kalibo*; espátula para cazabe).
- *Mutjumi* (pinta del hueco o sepultura).

---

Fuente: tomado de Ortiz, 1985

Existen, por supuesto, otros más de los que no hay ilustración en este documento, ni referencia directa. De estos, solo se dispone de relato.

Por otro lado, ha de tenerse en cuenta que las representaciones también atañen al carácter ritual de lo que representan. Así pues, se usan los mismos diseños relacionados, que tienen usos cotidianos, en actividades rituales, tales como el de iniciación en la primera menstruación, los rituales chamánicos con yopo y el rezo del pescado.

Para entender la cultura Sikuaní no puede dejarse de lado la importancia capital que tiene en ella la tradición oral. Así pues, para Salcedo (2009), los saberes ancestrales y el uso de la lengua Sikuaní en la construcción de conceptos matemáticos recopila parte de las tradiciones orales de este pueblo. El autor ve aquí un elemento fundamental, pues se trata, nada menos, de las maneras de pensar, de sentir y de ver el mundo, que están retratadas en la oralidad Sikuaní. Estas maneras de percibir el mundo y de reflexionar acerca del mismo deben ser el punto de partida del educador que busca una educación situada y contextual, porque además hablan de la vida concreta de los Sikuaní y de cómo estos enfrentan la cotidianidad.

Ahora bien, de los imaginarios que ya poseen los pueblos y de sus tradiciones se puede llegar a otros conocimientos. Así pues, se denota la importancia de generar un registro escrito de estas tradiciones para que se conserven, adaptándose en este sentido al contexto global (que hace mucho tiempo demanda la escritura) pero sin perder, por esto, el valor de esas tradiciones. Por el contrario, esto resulta en un rescate y resignificación de estos saberes, para la construcción de identidad. Muestra de ello es el fortalecimiento en la producción de textos en lengua Sikuaní, que de otra forma tiene más posibilidades de perderse.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> A este respecto, resulta un excelente referente la obra titulada *Una experiencia etnomatemática en el Amazonas colombiano* (Parra, 2006) que se presenta como un proyecto transversal, pero focalizado al desarrollo de conceptos matemáticos. Presenta una metodología clara, ya que busca el desarrollo de conceptos matemáticos dentro de los espacios de oralidad que ya están presentes en las horas de la noche, para los indígenas Ticuna.

En las historias tradicionales se reflexiona y se delibera acerca de cuestiones de vital importancia para comunidad. Por lo que no se busca añadir un cursillo de matemáticas en este espacio, sino integrar la enseñanza matemática dentro de este. Para la integración de representaciones y concepciones matemáticas desde los saberes Sikuanis se ponen a consideración los siguientes ejes integradores:

- Saberes y prácticas de la agricultura: el análisis geométrico de las relaciones geométricas de las guapas, las esterillas y los manares, en relación a las constelaciones, mediante la propuesta de la enseñanza de la física y las matemáticas desde el análisis de los movimientos estelares. El diseño de observatorios astronómicos en cada región de Colombia, guiados no solo por los astrofísicos reconocidos por el mundo académico, sino también por los sabedores, abuelos, Mamos o las respectivas autoridades indígenas, que amplíen la interpretación de estos saberes y la incidencia en las prácticas de agricultura.
- Saberes y prácticas de cestería: el incorporar en las aulas colombianas saberes en cuanto a la cosmovisión en relación con las representaciones de la cestería, a partir del análisis a los teselados, transformaciones geométricas y dimensiones no euclidianas presentes en el diseño de las figuras de la cestería.
- Saberes y prácticas de astronomía: generar espacios de diálogo de saberes para el aprendizaje de las comprensiones sobre fenómenos naturales, con el aporte de la articulación de los conocimientos convencionales con los saberes ancestrales, sobre procesos de medición astronómica, prácticas y técnicas de predicción y estimación a partir de la observación del movimientos de los cuerpos celestes y las relaciones que existen entre estos y fenómenos como, por ejemplo, el fenómeno del niño o el

calentamiento global, llevarán a discusiones académicas desde perspectivas otras del aprendizaje de las matemáticas.

- Saberes y prácticas en torno a la relación con el tiempo y espacio: el generar espacios en las aulas colombianas donde se establezcan discusiones en torno a las comprensiones del tiempo (calendario ecológico para el caso Sikuani), a partir de las técnicas ancestrales de los diversos grupos indígenas o poblaciones campesinas generadas a partir del avistamiento de aves e insectos y observación del cielo, que generen debates interculturales, en torno a las comprensiones de las relaciones entre espacio y tiempo. El análisis de actos de matematización generados, por ejemplo, desde la danza –como se explica más adelante–, llevaría a analizar otras concepciones y representaciones del infinito. El articular saberes correspondientes con diversos calendarios, de las diversas comunidades indígenas en conjunto con otros no convencionales implica discusiones en el aula sobre las diversas unidades de medida para el tiempo, en cuanto es relativo a las cosmovisiones de cada comunidad ancestral, ampliando el debate de las paradojas entre tiempo y espacio, y enriqueciendo los debates académicos en las aulas sobre las múltiples perspectivas históricas sobre la concepciones, representaciones y usos del tiempo.



El calendario de nosotros no está escrito, está escrito en la naturaleza, también en los animalitos: cuando florece un árbol de flores amarillas se llama *vapor unai*, quiere decir que viene el tiempo de verano; cuando la tortuga sale a poner, quiere decir que viene el tiempo de *talarmon*; cuando la chicharra suena, quiere decir “familia, quemé su *cunuco* y siembre su comida porque ya viene el invierno”, y luego, cuando salen a volar *bachacu*, es que ya no es tiempo de sembrar los alimentos porque no va a dar la mejor cosecha. También tenemos las estrellas de las constelaciones, que cuando aparecen bajitas es que es tiempo de cosechar todas las frutas que queremos, y luego en mayo se desaparece, ya no se puede sembrar, así que es mejor cuando están estas constelaciones. Se llama *Tsamalimai*, que fueron los primeros dioses que vinieron a este mundo; ese es el de nosotros.

La predicción del tiempo meteorológico con la ayuda del avistamiento de aves e insectos y algunos animales particulares de la zona, y la interpretación de las estrellas para la predicción de tiempos de lluvia o de sequía permiten a las comunidades hacer mediciones del tiempo, en torno a sus actividades de agricultura y pesca.

La caracterización de los dos periodos seco y de lluvias anticipan el cambio con la aparición de la tortuga entre los meses de febrero y marzo, y con la aparición del “Matamata” de agosto a septiembre. Véase la coincidencia con el relato del Mayor Clemente Gaitán, autoridad Sikuani del resguardo Wacoyo:

Bueno, entonces el calendario de nosotros no está escrito; está escrito en la naturaleza y también en los animalitos. El calendario de nosotros: cuando florece un árbol de flores amarillas se llama *maponoe*, quiere decir que viene el tiempo de verano, y entonces, cuando la tortuga sale a poner, quiere decir que viene el tiempo de talar monte. Sí, cuando la cucharita esa ‘taaaaaaaáaaaaas’ la chicharra está diciendo ‘familia, queme su conuco, siembre su comida porque ya viene el invierno, ya sabe’. Luego, cuando salen a volar bachaco decimos *pubuto*, en español es eso ‘bacharco’, ‘culona’, la ‘reina’. No quien más, cuando sale a volar ya no es tiempo de sembrar nuestro alimento porque ya no va a dar la mejor cosecha. También tenemos... ¿Cómo se llaman? Las estrellitas.

El calendario para actividades como la pesca se utiliza en relación con el calendario lunar, así pues, rigen esta actividad dependiendo de la época del año, en tiempos de periodo seco.

## **7.2. Concepciones del infinito**

En cuanto a la comprensión en torno al infinito, el pueblo Sikuni concibe la parte como el todo y el todo como parte, desde la holística lógica de Wittgenstein, no desde la lógica clásica Kantiana. Si usamos el ejemplo de la estantería, los libros no se ordenan por la lógica preconfigurada sino por los que resultan familiares. Este tipo de orden por familiaridad sería aplicado a la holística del pensamiento Sikuni; el orden dado por la comprensión de la explicación de la configuración del Universo, no desde la suma del análisis de cada parte, sino desde la sinergia ente ellas.

El Mayor Clemente Gaitán lo describe así: “El universo es todo, la tierra, el cielo, etc. La verdad es que en Sikvani decimos *kaelibeci* que es: un solo pensamiento, un solo sentir, es un sol, todo está en uno, en uno está la tierra, en uno están los dioses, en uno está el agua, en uno están las estrellas, en uno está la luna, o sea todo está en uno”. Esto se evidencia en la descripción que realizan del significado de las figuras trazadas en las *guagas*, cestas, manares y esterillas, en las que se representan las constelaciones, tal como la cruz del sur.

Al referirse a la danza tradicional de su pueblo, el Mayor Clemente Gaitán señala: “Siempre digo: ‘uno es el complicado, uno es el que se embolata’ de verdad, pero es muy sencillo; el círculo que hacemos en la danza. Ahí está todo: el mundo, el universo, o sea, no tiene fin... Ahí está todo; uno es el que se complica en todo”. La danza indígena Sikvani se celebra como parte de la cosmovisión. La comunidad entiende el danzar como acto de sanación de la tierra, comprendiendo el principio del “efecto mariposa”, todo el movimiento de la danza se asemeja al movimiento de los cuerpos celestes, según explican los Mayores de la Comunidad, por lo cual, al danzar en un espacio sagrado finito, infinitos y diversos caminos, se sana la tierra.

La danza se realiza en forma elíptica alrededor de dos focos (la Maloka, de Puerto Gaitán, Resguardo Wacoyo cuya base es rectangular, la cuál es soportada por dos bases interiores), los cuales significan el soporte del mundo. El trazado de pasos infinitos en un lugar finito significa el recorrer del ser humano sobre la tierra; conduce a la comprensión de las conexiones desde la cosmovisión Sikvani. El infinito se concibe en la danza. El danzar en forma elíptica, en torno a dos focos, trazando infinitos caminos en un espacio finito, implica que conciben el danzar como el acto infinito que permite sanar, replicando o representando los recorridos que hacen las estrellas en el Universo. En su cosmovisión, lo que se realiza en este espacio finito, lugar sagrado, Maloka, repercute en el orden que se da a la mente y al espíritu de quien danza,

modelando los movimientos del Universo. El danzar se constituye en un acto infinito actual; trazos ilimitados e indeterminados en un espacio finito.

El uso de la observación y la oralidad como elemento de comunicación supera la lógica binaria.

El saber ancestral no está basado en actos de habla centrados en el saber para sí mismo, sino en pro de la formación espiritual, desde la cosmovisión de la comunidad Sikuani.

La legitimización del saber no está dada por un compendio que corresponda a lo descrito por tratados, sino por las acciones que conduzcan a la armonía de lo espiritual para la comunidad.

Así pues, estos saberes en torno a las comprensiones del cielo no son para comprender elementos de la astronomía, sino para conservar el orden de los dioses desde la cosmogonía:

Tsamanimonae, Tsamani, Liwinai, Kajúyali, Furnaminali, Iwaruawa y

Kawinaruba.

## 8. Conclusiones

El currículo académico ha estado permeado por las políticas internacionales que dictaminan y formulan qué y cómo debe ser enseñado, en particular en el área de las matemáticas. Como ya se planteaba en la fundamentación del problema de la presente tesis, la estructuración se ha construido alrededor de la formación de sistemas, posteriormente llamados “pensamientos numérico, algebraicos, geométrico, aleatorios y variacional”; desde el cómo, se sugiere el potenciar los cinco procesos generales: “formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular, comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos” (Ministerio de Educación Nacional, 2011, p.51).

Esta propuesta pretendió articular desde dos ejes: el aprendizaje desde la historia de las matemáticas (propendiendo un acto de justicia cognitiva con respecto a los saberes ancestrales latinoamericanos) y desde el uso de la construcción del lenguaje matemático como elemento de relato y solución a problemas contextualizados en las realidades multi complejas y diversas de la realidad colombiana, desde una perspectiva intercultural.

Las matemáticas, como las otras ciencias, se construyen como actos humanos, intentando dar explicación a preguntas esenciales de la humanidad y a otras que surgen de los intereses económicos políticos y de poder. Por esto, desde la perspectiva decolonial, es importante insistir en cuestionar cuáles son los saberes que se llevan al aula –para nuestro caso los saberes matemáticos– tomando la historia como herramienta holística, para entonces, como profesores, contextualizar las epistemes de estos saberes convencionales como los subalternizados. Dicha contextualización se pretende desde los siguientes escenarios transdisciplinarios: laboratorio de cultivo concéntricos, arquitectura antisísmica, Incaica, geometría dinámica a partir de la cesterías y cultivos de las culturas Inca y Sikuani.

La tesis propone, desde la propuesta mutilparametral, desde una perspectiva de la enseñanza de las matemáticas intercultural, no para el avance de sí mismas sino para “vivir en sabiduría”, viviendo en la praxis como principio del aprendizaje de cualquier ciencia, el aprendizaje holístico que nos permite diferenciar lo fragmentado e ideal de lo eurocéntrico. Bajo premisas otras, donde enseñar las matemáticas no sólo se realiza por verificación diferente a los enunciados que no son empíricamente verificables ni basados en la lógica o en las matemáticas, sino en generar espacios donde la observación de las múltiples relaciones dadas entre la naturaleza.

Así como Walter Mignolo establece una plausible relación de interpretación con el uso de la hermenéutica pluritópica, desde la tesis enmarcados desde la didáctica se platearía la posibilidad de una didáctica pluritópica, o multiparametral, en el sentido de no negar la posibilidad de algunos lineamientos que posibiliten el diálogo pedagógico desde la articulación, de una manera no-reduccionista ni hegemónica, donde se cuente no una historia de las matemáticas, sino las múltiples historias de las matemáticas, multicontextualizadas pero no desarraigadas. De acuerdo como lo propone el Doctor D’Ambrosio.

Fazendo estudos da história das ciências Incas, mostrando que não havia organização em disciplinas. O ideal do conhecimento não era o progresso de disciplinas por elas, mas sim “viver com sabedoria”. Diferentemente do saber acadêmico europeu, que o objetivo de cada disciplina era o avanço dessa disciplina. Para que? Para avançar e aprimorar o conhecimento disciplinar abstrato, mesmo se afastando da realidade.

(Ubiritan D’Ambrosio, comunicación personal 28 de junio de 2018)

Al referirme a multicontextualizadas, me permito aclarar, por medio del lineamiento referido por ejemplo al enseñar geolocalización a partir de los saberes, ritos y mitos de cada

pueblo, dadas las condiciones de sociales, ecosistémicas, económicas, culturales entre otras varían, pues, no será lo mismo discernir en las escuelas del Chocó o desde las escuelas rurales de Boyacá o desde las escuelas del centro capital.

La ubicación por boyas en el mar y las técnicas de los pescadores con sus historias deberían ser enseñadas por quienes educan en estas latitudes, así como las formas de geoubiación de los campesinos y sabedores indígenas en las zonas donde sea viable tener cielo abierto de las sabanas de la Costa o de las sabanas cundiboyacenses, haciendo uso de observatorios astronómicos de los pueblos indígenas (Templo del Sol en Sogamoso, Parque Arqueológico de Monquirá, Observatorio Solar Muisca de Saquenzipa) como los asociados a universidades (Universidad de Nariño, Universidad Nacional de Colombia en sus diversas sedes, Universidad Tecnológica de Pereira y Universidad Industrial del Santander). Para que no sólo sean iniciativas aisladas como la del Semillero de Investigación de Arqueoastronomía de la Universidad Distrital, las que sean propias de los debates de círculos concéntricos y guetos especializados, sino que se conviertan estos espacios en la posibilidad de construir.

Otro escenario que ejemplifica la plausible articulación intercultural para fomentar el aprendizaje a través de los saberes matemáticos ancestrales es el uso de territorios de laboratorio de cultivo, tomando como fuente el diseño de los saberes ancestrales Incaicos de Moray. Se propone generar espacios de proyectos que den solución a problemas agronómicos en las diversas regiones del país, en respuesta a las necesidades socioeconómicas de los contextos en los que estén inmersas las instituciones educativas. Así, por ejemplo, el cultivo en andenes permite generar espacios demográficos y climáticos, generando diferentes microclimas en los cuales se puede hacer estudios con experimentos agropecuarios, necesarios para el cambio climático, para control de plagas, procesos investigativos que midan el impacto de uso de

pesticidas y fumigaciones, entre otros, que permitan mejorar las condiciones de sembrío en cada región. Con el apoyo de los docentes de matemáticas y ciencias naturales, el uso de este tipo de proyectos permitiría espacios donde se consintieran hacer pruebas de comparaciones de medias; experimentos bajo diseños de andenes divididos, subdivididos y franjas; experimentos geotérmicos; análisis de covarianza, y diseño sin repetición, en pro de la mejora de las condiciones socioeconómicas, haciendo que la escuela genere impacto positivo y aporte a la región, mientras que los estudiantes comprenden que los saberes matemáticos permiten solucionar problemas reales de su contexto.

En este tipo de contexto educativo, el papel del docente permitiría la planeación, montaje y conducción de los experimentos agrícolas, teniendo en cuenta los saberes propios de las comunidades campesinas de cada región, para articular las técnicas y prácticas de ambos mundos (académicos convencionales y saberes culturales) en torno a la mejora de los cultivos. Estos actos permitirían reivindicar la episteme de las comunidades afro, campesinas e indígenas que se generan alrededor de la plantación, siembra y cosecha. A su vez, permitiría reconstruir los valores y prácticas ancestrales que han sido subalternizadas, violentadas simbólicamente y desaparecidas al dada su calidad meramente oral.

El análisis a las estructuras arquitectónicas de lugares como Machupichu, Koricancha, los puentes colgantes, los acueductos, las formaciones de las casas flotantes de las Islas de Uros (Puno), sobre el territorio andino (Andes peruanos, bolivianos, meridionales) tan abrupto como variado, da cuenta de su eficacia y conduce a reflexionar acerca de si estas construcciones antisísmicas Incaicas que han perdurado por más de quinientos años permiten incorporar las técnicas al estudio de las matemáticas aplicadas en contextos de matematización utilizadas.

Por otro lado, la propuesta es involucrar los saberes geométricos de las comunidades indígenas, en específico en el análisis al diseño de los tejidos y cestería, ya que la enseñanza de la geometría ha sido clásicamente basada en las matemáticas euclidianas y desde la didáctica lo clásico en el estudio de los Van Hiele (1957).

Esto permitiría que los estudiantes colombianos conozcan las cosmovisiones de los pueblos ancestrales. En el caso particular de las escuelas rurales y agropecuarias que se encuentran en territorios donde están establecidos pueblos campesinos e indígenas, daría lugar a que se conserven los saberes de dichos pueblos, y para el caso de las escuelas distritales, donde hay estudiantes en condición de desplazamiento, muchos provenientes de comunidades indígenas, se conseguiría también que dichos estudiantes conciban orgullosamente que sus saberes hacen parte de sus arraigos culturales.

Para la enseñanza de las transformaciones geométricas los “Lineamientos Curriculares de Matemáticas” y los “Estándares Básicos en Competencias Matemáticas” ya sugieren el uso de teselados como dispositivo de estudio para la enseñanza de la geometría en 2D, sin embargo, podría agregarse que se utilizaran los diseños geométricos de las culturas indígenas de la región, replicando experiencias exitosas como la del Perú.

Buen ejemplo de esta posibilidad pedagógica es la experiencia de la doctora María del Carmen Bonilla, a partir de la propuesta investigativa “Etnomatemática y geometría”, en la que parte de cuestionar cómo conseguir que los estudiantes del programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) utilicen y reconozcan los elementos y conceptos fundamentales de la geometría, así como la simetría axial y la traslación, para construir los diseños que pertenecen a sus culturas. Bonilla sugiere hacer uso del *software* Cabri Geometry para potenciar las siguientes

representaciones y concepciones geométricas partiendo de las figuras de los tejidos indígenas peruanos. En sus palabras, recogidas en entrevista realizada para esta tesis, enuncia:

Trabajar con los estudiantes indígenas durante dos años le ayudo a conocer más de las culturas Quechua y aimara que son las mayoritarias en Perú, y los Chitivos que son cercanos a la frontera con Brasil, a través del trabajo con estos estudiantes pudo experimentar cómo ellos ponen en práctica diferentes elementos que fueron aprendidos de sus padres, como actividades artesanales y diseños de su cultura donde utilizaban también conceptos matemáticos incluso sin saberlos, donde se dejaron evidencias de todo este trabajo. Estamos acostumbrados que las matemáticas se presenten de manera lingüística, escrita o hablada, sin embargo, las culturas andinas u originarias no tienen este tipo de escritura. Esa acción o esa representación es muy importante ya que permite comprender las matemáticas de las culturas o su aspecto vivencial con los que demuestra que ellos han aprendido todas estas actividades a través de la práctica, diferente a nosotros que hemos aprendido de manera abstracta. (María del Carmen Bonilla, comunicación personal 26 de agosto de 2018)

A partir de la implementación nacional de uno de los proyectos de “Articulación de saberes etnomatemáticas en Educación Intercultural Bilingüe en Perú”, se demostró que el implementar una propuesta educativa que tenía por objetivo el siguiente (recogido en entrevista realizada para esta tesis):

Develar las nociones y propiedades matemáticas de las culturas Shipiba y Quechua que subyacen en sus prácticas cotidianas, para trabajar en la construcción de los cuerpos de conocimiento matemáticos de ambas culturas, los cuales, posteriormente serían incorporados en procesos de aprendizaje y enseñanza que permitan incrementar el nivel de desempeño satisfactorio en el logro de los aprendizajes matemáticos en estudiantes quechuas y shipibos. (María del Carmen Bonilla, comunicación personal 26 de agosto de 2018)

Con esto, se logró que emergieran conceptos geométricos de los cuerpos de conocimientos de cada cultura, al construir los diseños de sus tejidos en un medio didáctico, dinámico e interactivo (*software Cabri II Plus*)<sup>21</sup> que permite la utilización de los conceptos geométricos.

Por su parte, en Colombia, Arboleda y Aroca (2006) desde su trabajo académico “Una propuesta de enseñanza geométrica desde una perspectiva cultural”, enseña cómo desde el contexto colombiano, el diseñar una propuesta de enseñanza geométrica, a partir del estudio de los diseños construidos en la producción textil de los Arahucos, permitió rescatar el carácter simbólico del tejido tradicional y distinguirlo de los diseños creativos no tradicionales, valorándolos a los dos. Construyó, a partir de esta compilación, propuestas didácticas para la enseñanza de conceptos geométricos, los cuales de alguna manera yacen implícitos en la construcción de los tejidos, desde la perspectiva de las actividades matemáticas universales de

---

<sup>21</sup> Por medio de las herramientas del software (Cabri II plus) se puede mostrar cómo una relación matemática (y la aplicación de esta como concepto) permite la iteración de los diseños en la orientación geométrica y cantidad deseada, sin necesidad de repetirlos uno a uno.

Bishop (2005), pero que pueden (y deben) hacerse explícitos, para continuar el desarrollo de los mismos.

Todas estas investigaciones se muestran como aportes al desarrollo educativo de las comunidades indígenas; pero en un sentido amplio en el que la educación es también un instrumento de desarrollo económico y de autonomía. Se ven como aportes al desarrollo matemático de las comunidades, pero no en términos de aprendizaje de contenidos o cumplimiento de estándares impuestos, sino como una forma de desarrollo en general, que permita la supervivencia (e incluso rebasar la mera supervivencia) de los diversos grupos étnicos en una era en la que los avances tecnológicos marcan el nivel de desarrollo y autonomía de los grupos sociales. Por lo anterior, las comunidades educativas deben avanzar hacia aprehender e integrar los saberes del tejido para la extrapolación al uso de estos saberes situados para las comprensiones geométricas que superan, como se demostró, los saberes convencionales.

Temas curriculares matemáticos como el de la representación matemática de la simetría axial no tienen que darse únicamente bajo los formalismos matemáticos a que esta pueda dar lugar. Incluso puede ser más instructiva la visión directa de esta en los diseños, en los que también se da una representación matemática de esta relación geométrica, puesto que no es necesaria una notación escrita, para representar la simetría axial, dado que se puede representar bajo dibujos en donde esta se hace evidente, para después pasar al formalismo matemático que permite una representación en términos conceptuales estrictamente matemáticos. Es factible pensar que los diseñadores originales tuvieran el concepto abstracto de simetría axial y, por ende, tuvieran formas no escritas (en sentido occidental) de representarlo.

Las abstracciones matemáticas, así como las diversas maneras en que se puede representar (no solo de manera escrita, sino gráfica y verbal) la translación y la simetría axial, se

pueden explorar por medio de la construcción de los diseños. No solo el diseño mismo puede venir a ser ya una representación del concepto, sino que en la construcción del mismo se pueden ejercitar otras formas de representación del concepto. Cuando el estudiante explica a un compañero cómo construir un diseño que posee simetría axial y translación, o bien, muestra cómo aplico los conceptos al diseño en concreto, está representando o al menos manifestando sus formas de representar los conceptos. Se puede, así mismo, corregir las imprecisiones y errores en la comprensión, al ver cómo estos se lo representan, pero dentro de un contexto en el que claramente pueden evidenciar las fallas, porque estas son observables en la construcción de los diseños. Esto supone que los tres espacios mencionados compartirán representaciones y formas de representación similares, incluso traducibles unas a otras.

A las formas de representación matemática se suman, en el caso del espacio de construcción de los diseños, las representaciones de tipo analógico, gráfico, pictórico, metafórico e incluso cosmológico (podría eventualmente haber representaciones sociales, políticas y hasta económicas). La representación de la piel de la serpiente puede tomarse como ejemplo de una representación pictórica, pero que involucra significados metafóricos, por el lugar y valoración que tiene este animal para diferentes culturas prehispánicas (no solo las peruanas). Así mismo, continúa habiendo representaciones gráficas de conceptos geométricos que pueden ser, a su vez, representación de elementos cosmológicos o representaciones metafóricas de concepciones sobre diferentes temas concernientes a las vidas de los indígenas peruanos. De aquí se puede ver el campo que se abre a la transversalidad con las áreas artísticas y de ciencias humanas y sociales, en las que puede haber creación por medio de la utilización de los conceptos trabajados en la construcción de los diseños, además de una contextualización de la gestación original y viva de los diseños.

De lo anterior se desprenden no solo una infinidad de elementos didácticos, sino también pedagógicos que pueden ampliar la visión del estudiante, desde un ejercicio aparentemente simple.

**Simetría axial:** por medio de la construcción de diseños que presentan relaciones geométricas, en concreto aquellas con simetría axial que es representable y demostrable desde diferentes cortes en los diseños artesanales de las culturas prehispánicas de Perú. Es muy factible que los diseñadores tuvieran el concepto de geometría axial, si bien este seguramente se construyó más desde el desarrollo de las destrezas para la elaboración de tejidos. De todas formas, la simetría axial puede haber sido tratada de manera abstracta, en el sentido de haber sido reconocida como una relación entre las figuras que forman el tejido. Llegar a un nivel de abstracción del concepto de geometría axial, puede ser más fácil si se posee primero experiencia en la construcción de los tejidos, que haga reconocible esta relación, para después aplicar este concepto en la construcción de diseños en los que se presente la simetría axial, relación que abunda en los diseños señalados y que incluso facilita la construcción de diseños armónicos.

**Translación:** al igual que con la simetría axial, el concepto de translación se evidencia en la construcción de los diseños. Las mismas reflexiones son aplicables a este concepto, pero se trata con dos conceptos similares, pero no iguales, permite realizar una abstracción más sutil de los conceptos geométricos y su formalización matemática, puesto que la diferencia y comparación permite ir desarrollando destrezas relacionadas con la elaboración de conceptos y el razonamiento lógico. También es interesante cómo se pueden combinar ambos conceptos en la elaboración de los diseños.

**Conceptos geométricos fundamentales:** la elaboración de las figuras de los diseños permite trabajar varios conceptos básicos, tales como el polígono y las figuras que incluyen

curvas; incluso se puede llegar la noción más abstracta de universo geométrico euclidiano, dado que en la construcción de los diseños (y paralelamente en el *software*) este puede ser representado, y estos contienen una reglas formales, cuyo entendimiento permite operar casi igual dentro de los tres espacios (universo euclidiano, plantilla del *software* y espacio de construcción del diseño artesanal)

Dicho esto, con respecto a los tejidos, damos paso a el recurso de los *quipus*. Empecemos por recordar que, como registro censal, contable y poético, permitieron el manejo del Imperio más grande que ha tenido América Latina. El uso como elemento de registro por medio de cuerdas con nudos de diferente tipología permite evidenciar el uso avanzado para el siglo XVI del sistema de numeración posicional en base 10.

Según indican los estudios, se han podido identificar tres tipos de *quipu*:

El estadístico, el ideográfico de personas especializadas y el ideográfico de los amautas.

Se describe a continuación cada uno de ellos: 1) *Quipu* Estadístico: Conocido y usado por todos, desde el hombre simple hasta el *quipucamayoc*. La información permitió saber las condiciones económicas exactas de todas las regiones del imperio y las decisiones adecuadas para actuar y prevenir las catástrofes, tales como, sequía y hambre (...) *Quipu*

Ideográfico: Era propio de un número reducido de personas, que habían estudiado en la escuela, regentados por los viejos *quipucamayoc* quienes dedicaban toda su vida al estudio de los nudos, obligados también a enseñar a sus hijos (...) *Quipu* Ideográfico de los Amautas: Estaba reservado para los amautas y *quipucamayocs*, por sus conocimientos eran altos funcionarios. Es posible que los *quipus* no se limitaran a consignar cifras solamente, sino que podían codificar hasta elaboraciones verbales, y aún las relaciones

cronológicas entre diversos eventos, pero el último de los *quipucamayoc*, oficiales del Imperio Inca que sabían “escribir” y “leer” en los *quipus*, se llevaron sus conocimientos a la tumba. (Samanez, 2008, p.8)

Chirinos (2010) menciona las situaciones que históricamente se usaron los *quipus* en el *Tawantinsuyu*; muestra una serie de elementos históricos, unidos a la necesidad de contabilizar objetos. Así, por ejemplo, los *quipus* muestran cómo las tribus de la sierra buscaron pactar con los españoles para gobernar sobre otras tribus y, además. Estudiar cómo los mismos *quipus* informan sobre esta historia complementaría el contexto dentro del que se usaba el *quipu* y podría ayudar a evidenciar el valor que los Incas le daban a la memoria y cómo las civilizaciones siempre han buscado diversas maneras de dejar huella de los sucesos ocurridos.

Resulta iluminador ver cómo los *quipus* (y el saber matemático, organizativo y administrativo que contenía su uso), así como otros saberes indígenas (por ejemplo, la minería del oro en tierras colombianas del período colonial), fueron instrumentalizados por los españoles, dejando en la mayoría de los casos los múltiples símbolos y creencias que contenían esta prácticas y saberes para los indígenas. Reflexionar sobre el uso del *quipu* en estos términos podría llevar a discernir de la no neutralidad de los objetos y de las prácticas sociales, mostrando que estas y aquellos siempre implican una serie de objetivos, símbolos y significados relacionados con la cultura de quien usa los objetos y realiza determinadas prácticas en las que estos están implicados. Reconstruir la historia de la colonización desde el uso del *quipu* resulta un ejercicio de reflexión profundo, mediante el cual podemos reinterpretar nuestra historia de manera crítica, además de aprender de conceptos matemáticos que han servido a muchas culturas a lo largo y ancho del globo.

La historia del uso del *quipu* nos muestra, pues, cómo un saber prehispánico es apropiado por lo españoles, para fines social y éticamente diferentes a los que tenían los Incas, e incluso contrarios para estos. Muy dicientes son los siguientes casos concretos con respecto de a esto: el servicios de los *quipucamayoc* Incas al rey, quienes llevaban la contabilidad de su ganado; el uso de tasas excesivas en el cobro del tributo que se registraban en los *quipus*, antes usados por los caciques (y el posterior reclamo de las comunidades indígenas, usando sus propios registros en el *quipu*); la supervivencia de los usos tradicionales del *quipu* (que incluyen los saberes y prácticas, junto con las representaciones culturales) en algunas lugares del territorio, por parte de tribus conquistadas por lo españoles; la victoria de algunos pleitos de los indígenas a los españoles ante al real audiencia, apelando a la información consignada en sus propios *quipus*, acerca del pago del tributo; la presentación de los registros del *quipu* ante la real audiencia española y su decisión de no basarse en esta información para el cobro de tributos en el año 1572.

La pérdida parcial de los saberes ancestrales, por la falta de aprendizaje de las nuevas generaciones, también se puede abordar en el tratamiento del *quipu* como herramienta pedagógica, puesto que lo deseado es recuperar esos saberes y resignificarlos en la actualidad, pero ya no de manera meramente instrumental, sino como un medio para dominar las matemáticas y conocer nuestra cultura y raíces históricas.

El redescubrir los procesos de matematización en el aula mediante el uso de las matemáticas como lenguaje, por medio de situaciones problémicas históricas, pero embebidas a la realidad de cada contexto, permitiría comprensiones más allá de las algorítmicas enseñadas convencionalmente. Ciertamente, los *quipus*, en su momento histórico sirvieron como elemento de registro censal y actualmente puede ser utilizado en otras situaciones, como las que vemos en las siguientes experiencias:

- Análisis de bases de datos de libre acceso como fuente de estudio de uno de los grupos de investigación de la Universidad de Harvard, por el Grupo de Investigación *Quipu Database Project*, liderado por el Doctor Gary Urton, profesor del Departamento de Arqueología.
- Utilización del *quipu* como ábaco abierto, para el uso de cambio de bases numéricas, como representación concreta, para la mediación pedagógica en la comprensión de sistemas posicionales. Para esto se hace uso de la lectura convencional de los *quipus*, de izquierda a derecha desde el cordel principal, teniendo en cuenta que la posición y la cantidad de nudos representa un monto y los colores representan diferentes elementos; en los nudos también se representa información como el color. El largo y ancho de la cuerda también aporta información, como lo describe Samanez (2008): el amarillo para el oro, rojo para el ejército, blanco para la paz, carmesí para el Inca, el negro indicaba el tiempo, el gris para registrar acontecimientos de guerra. Desde el punto de vista numérico, el número uno se representa con un nudo de forma ocho, el dos con un nudo doble, el tres con un nudo triple.
- Uso de los *quipus* en la representación del cero, el cual se representa con la ausencia del nudo en el cordel, pero dependiendo de la posición del nudo significa cantidades diferentes.
- Empleo del *quipu* como potenciador de lenguaje matemático, estableciendo la posibilidad de que los estudiantes construyan sus propios códigos y lenguaje cifrado a través de los *quipus*, a partir de situaciones problémicas de aula que lleven al estilo del alfabeto Morse y que potencien la posibilidad de comprender que las matemáticas están basadas en acuerdos colectivos y pueden ser modificadas al ser enunciadas. Con

esto se busca que la clase sea ambiente de construcción de axiomas, de tal forma que se conduzca a la construcción de sistemas de numeración posicionales de diferentes bases numéricas, incluso las no convencionales. La base numérica binaria, sobre la cual se basa el sistema computacional es una de las posibles; dado que estos sistemas internamente trabajan con dos niveles de voltaje, permitirían contextos de enseñanza transdisciplinar para la educación informática.

Como ya lo exponía María del Carmen Bonilla, en la entrevista realizada para esta tesis, frente al uso del *quipu*:

El historiador Antonio Zapata explicaba por qué los Incas no tenían una escritura igual a la de Occidente: porque no había un origen común entre sus lenguas; contrario a la cultura andina que es más fácil de entender. Aunque los *quipus* también se pueden descifrar, por ejemplo, en los *quipus* matemáticos los nudos que están en la parte de abajo son las unidades, los que usamos arribas son las decenas, y así van subiendo. Cada uno tiene una posición distinta y representa el sistema de numeración y presentación; lo que decían que cada hilera eran unos números y al final encontraban el resultado de la suma de todos esos números. (María del Carmen Bonilla, comunicación personal 26 de agosto de 2018)

El uso de los *quipus* en este contexto puede ser entendido como tecnología educativa, habida cuenta de que en este contexto el término se usa desde la perspectiva de tecnología desde la acepción *techné*; no como dispositivos instrumentales, sino como Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP). Toda vez que el lenguaje es una de las tecnologías que emancipan, el hacer uso de los *quipus* como mediador del discurso matemático fomenta el

empoderamiento de los saberes ancestrales, en tanto surge de la sabiduría de los pueblos andinos, como tecnología invisibilizada en virtud de los cánones convencionales.

Las teorías críticas de la educación siguen insistiendo en una mirada integradora de los saberes –currículos flexibles–, pero las propuestas de formación para maestros siguen siendo en su mayoría disciplinares y permeadas por los cánones convencionales.

Por otro lado, la literatura y producción de grupos de investigación dedicados a la etnoeducación está inmersa en las propuestas curriculares de etnoeducadores, pero ¿Qué tanto conocemos los profesores sobre la historia de las matemáticas latinoamericanas? Esto lleva a preguntas como las que siguen: ¿Qué tanto de ese saber llega a las aulas? ¿Las licenciaturas en matemáticas han tenido espacios académicos de formación en saberes matemáticos de las comunidades indígenas?

Así pues, es preciso generar espacios académicos en la formación de los licenciados en matemáticas y ciencias, en los que sea tomada en cuenta la producción investigativa etnomatemática y saberes matemáticos ancestrales, para que no sea parte solo de la formación de las licenciaturas en etnoeducación. No solo por la riqueza de los saberes ancestrales en la historia de las matemáticas, sino por “justicia cognitiva”, para reconstruir la historia de las matemáticas a partir de otras epistemes.

Así las cosas, se muestra como indispensable la participación de los actores educativos y la comunidad, entre estos los mayores (mamos), sabedores, abuelos y campesinos en la construcción colectiva de Planes Educativos Regionales y Locales, en los que sean tenidos en cuenta los saberes.

### **8.1. Aportes al discurso de la didáctica de las matemáticas**

La tesis deja un marco de discusión abierto desde un campo de la enseñanza de las ciencias, a partir de la reivindicación de los saberes ancestrales, desde una perspectiva intercultural, que genere espacios de alteridad de los saberes de las comunidades campesinas, indígenas y afrodescendientes no como exclusivas para lo étnico, sino reconocidas en términos de justicia cognitiva, en los escenarios educativos abiertos para la transformación de las prácticas educativas latinoamericanas.

Esta posibilidad de resignificación de las epistemes otras, a partir de los saberes ancestrales, reivindica las formas de enseñanza a partir de la articulación de los saberes convencionales con los saberes ancestrales matemáticos, que han sido subalternizados por los cánones institucionalizados. Tal resignificación condujo a la propuesta de los lineamientos de una didáctica multiparametral, para la enseñanza de las matemáticas:

- Aprender de la historia de las matemáticas de los pueblos latinoamericanos, y reconocer la oratura y gestualidad, como aspecto fundamental constitutivo del saber y conocimiento matemático, vinculado con las cosmovisiones de los pueblos ancestrales, del mismo modo, como la letra validó las epistemologías instauradas de forma lógico-analítica estructurada.
- Recuperar saberes matemáticos como la ingeniería Incaica y los laboratorios concéntricos de siembra, para fraguar proyectos educativos interculturales en el uso de las ciencias, para fomento de soluciones ambientales y sociales de la siembra en sectores rurales.

- Análisis de las comprensiones otras del infinito, a partir del estudio geométrico-espacial a los tejidos y cesterías producidos por las comunidades campesinas, afrodescendientes e indígenas.
- Uso e inclusión de proyectos con la implementación de tecnologías andinas tales como la *yupana*, los *quipus* y las *taptanas* para la comprensión de sistemas de numeración alternativos, usos otros de algoritmos no convencionales y registros estadísticos no convencionales, que permita la utilización de nuevos lenguajes matemáticos aplicados a los contextos actuales, que lleven a una propuesta de didáctica otra para articular con los lineamientos curriculares matemáticos colombianos.

En conclusión, el resignificar el aprendizaje de las matemáticas, desde elementos multiparametrales de tal manera que las concepciones, representaciones y formas de visión de mundo desde una perspectiva intercultural lleven a repensar el papel de la educación de los colombianos; que sea más representativa desde las multi-realidades de nuestro contexto nacional.

## **8.2. Aportes a la línea de investigación: Línea Educación, Derechos Humanos y Ciudadanías**

El recuperar los saberes ancestrales matemáticos no solo constituye un aporte para la didáctica de las matemáticas, sino que genera una reivindicación de la cosmovisión, la cosmogonía y la forma de ver el mundo de los pueblos originarios, en un escenario académico que reivindica lo que ha sido subalternizado históricamente.

El clamor de los pueblos indígenas de no ser solo tenidos en cuenta en los escenarios de campañas de elecciones políticas, sino en su completa visión de mundo, sus necesidades como pueblo –entre ellas las educativas– permitió que esta tesis fuera un aporte para resignificar sus saberes a partir de una parte de la historia de las matemáticas, basada en los relatos, en el uso de sus tecnologías, de su forma de vida, de su cosmovisión y cosmogonía. En particular, para esta tesis, la base fueron los pueblos Sikuni e Incaica (lo cual no significa que no se pueda extrapolar a cualquier otro pueblo indígena).

Para la línea de Investigación de Educación, Derechos Humanos y Ciudadanías, la tesis pretendió resignificar la validez de los saberes matemáticos indígenas en el marco de una nación democrática.

### **8.3. Aportes a la formación como docente investigadora**

El permiso de los lugares sagrados de los territorios y de las personas que participaron en el desarrollo de la tesis me hace responsable de la continuidad con el trabajo con las comunidades que han creído en la posibilidad de dar una mirada otra a la enseñanza, a partir de la recuperación de saberes ancestrales desde una perspectiva intercultural.

El diálogo de saberes no solo con la comunidad Sikuni, sino con otras comunidades como las de los Kankuamos, quienes permitieron que “iniciara el camino a la montaña”, me hace responsable de continuar investigando conjuntamente con los abuelos, mayores y profesores de las comunidades indígenas que quieren seguir vigorizando sus saberes para el fortalecimiento de la cosmovisión de los saberes ancestrales.

Es mi deber continuar resignificando mis prácticas educativas como formadora de maestros de Colombia, para transformar escenarios y continuar tensionando y replanteando las problemáticas de los maestros en formación, quienes cuentan con múltiples problemáticas de estudiantes desplazados, población campesina, indígena, población afrodescendiente y población urbana.

#### **8.4. Preguntas abiertas de la investigación**

Para terminar, es preciso señalar que partir del proceso hasta aquí descrito, se abren las siguientes preguntas de investigación que pueden estimular futuras labores de investigación y aplicación:

- ¿Qué políticas educativas permitirían el cambio de legislación para la articulación del Sistema Educativo Colombiano con los saberes ancestrales de las diversas áreas?
- ¿Cómo involucrar en las discusiones de la agenda política educativa a los sabedores, campesinos, representantes de grupos afrodescendientes y comunidades indígenas, para que sus labores de reivindicación de saberes en el escenario educativo no sigan siendo casos aislados de investigaciones?
- ¿Cómo involucrar las experiencias exitosas de articulación de otros países latinoamericanos para articular los saberes ancestrales?
- ¿Qué otros saberes ancestrales pueden ser incluidos en la articulación de los cánones educativos latinoamericanos?
- ¿Cómo transformar los currículos disciplinares en currículos flexibles, holísticos, discernientes, emancipadores y participativos, en el marco de la formación

intercultural, en el sector público colombiano, para que no sigan siendo casos aislados o iniciativas del sector educativo privado?

## 9. Anexos

### 9.1. Consentimiento informado

AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA

El Doctorado en Educación, desde su línea de investigación “Línea Educación, Derechos Humanos, Política y Ciudadanía” de la Facultad de Educación de la Universidad Santo Tomás, adelanta un proyecto de Doctorado titulado: **“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI – FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL-”**, cuyo objetivo principal es Recuperar los saberes matemáticos ancestrales Incaicas y Sikuani para proponer

lineamientos de una —didáctica otra— de apropiación y comprensión de lo cultural desde la cosmovisión propia de mundo-ciencia-pedagogía en estas comunidades.

El estudio empleará entrevistas a profundidad con expertos en la comunidad Inca. La información recolectada y su análisis estarán a su disposición para revisión y posibles comentarios.

Su participación en este estudio es estrictamente voluntaria y si usted accede a participar, se le pedirá responder preguntas en una entrevista. Esto tomará aproximadamente 40 minutos de su tiempo. Lo que conversemos durante estas sesiones se grabará, de modo que el investigador pueda transcribir después las ideas que usted haya expresado. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas. Una vez transcritas las entrevistas, las grabaciones se eliminarán.

Si tiene alguna duda sobre este proceso de investigación, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya, le agradecemos su participación. Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Vianney Díaz. He sido informado (a) del propósito de este estudio y acepto voluntariamente participar en él. En constancia consigno los datos solicitados y firmo a continuación:

## 9.2. Entrevistas a expertos

### 9.2.1. Entrevista Doctor Ubiratan D'Ambrosio.

ENTREVISTADO: Doctor Ubijara D'Ambrosio (director en la Federación de las Industrias del Estado de São Paulo - FIESP, Premio Kenneth O. May durante el 21º Congreso Internacional de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México, Medalla Félix Klein por parte de la Comisión Internacional de Instrucción Matemática en reconocimiento a su contribución en la educación matemática como campo de investigación en América Latina.

Investigador, pionero de diversas obras en etnomatemática, entre las principales:

Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, ISSN-e 2011-5474, Vol. 7, N.º. 2, 2014, p.s. 100-107

Mathematicians, mathematics educators and the state of the world. REDIMAT, ISSN-e 2014-3621, Vol. 1, N.º. 1, 2012, p.s. 5-28

A busca da paz: responsabilidade de matemáticos, cientistas e engenheiros. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, ISSN-e 2236-5362, ISSN 1517-0276, Vol. 9, N.º. 1, 2011, p.s. 66-77

Um diálogo com Ubiratan D'Ambrosio: uma conversa brasileira sobre etnomatemática. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, ISSN-e 2011-5474, Vol. 1, N.º. 2, 2008, p.s. 88-110

La integración de las matemáticas con las ciencias. Matematicalia ISSN-e 1699-7700, Vol. 1, N.º. 1, 2005

Educació matemàtica, etnomatemàtica i pau. Perspectiva escolar, ISSN 0210-2331, N.º 284, 2004, p.s. 15-22

Las dimensiones políticas y educacionales de la etnomatemática. Números, ISSN 0212-3096, N.º 43-44, 2000, p.s. 439-444

La transferencia del conocimiento matemático a las colonias: factores sociales, políticos y culturales. Lull, ISSN 0210-8615, Vol. 22, N.º 44, 1999, p.s. 347-380  
Educació Matemàtica per a una civilització en procés de canvi. Temps d'educació, ISSN 0214-7351, N.º 22, 1999, p.s. 29-52

Educación, matemáticas y el futuro. Epsilon ISSN 1131-9321, N.º 38, 1997 (Ejemplar dedicado a: Homenaje al profesor D. Gonzalo Sánchez Vázquez), p.s. 105-114

A Methodology for Ethnoscience: The Need for Alternative Epistemologies. Theoria, ISSN 0495-4548, Vol. 1, N.º 2, 1985, p.s. 397-410)

LUGAR: Skype - Río de Janeiro, Brasil

FECHA: 28 de junio de 2018

HORA: 10 am

DURACIÓN: 45 minutos

Como o conhecimento dos Incas pode ser incorporado aos programas de matemática dados aos estudantes colombianos para contribuir com o pensamento latino-americano?

U D'A: Incluindo história da matemática Inca nos programas e fazendo estudos comparados da matemática dos europeus e da matemática dos Incas no período da conquista.

Que elementos pedagógicos permitiriam o desenvolvimento de uma didática não paramétrica de apropriação e compreensão do cultural e do cotidiano a partir do conhecimento típico do Inca para incorporar a educação matemática colombiana?

U D'A: Como falei na minha resposta acima, o caminho é estudar história.

Como o reconhecimento de nossas culturas indígenas que moldam as comunidades mais conscientes da importância de nossas raízes e o fortalecimento de nossa cultura a partir de uma crítica de permitir capacitar novas epistemes em nossa educação e não separa o mundo da matemática?

U D'A: Fazendo estudos da história das ciências Incas, mostrando que não havia organização em disciplinas. O ideal do conhecimento não era o progresso de disciplinas por elas, mas sim “viver com sabedoria”. Diferentemente do saber acadêmico europeu, que o objetivo de cada disciplina era o avanço dessa disciplina. Para que? Para avançar e aprimorar o conhecimento disciplinar abstrato, mesmo se afastando da realidade.

Quais são os usos e significados de *Yupana* e *quipu* na construção do pensamento matemático Inca?

U.D'A: A *Yupana* era um tipo de ábaco/máquina de calcular, um instrumento e uma técnica auxiliares para lidar com questões de quantificação no dia-a-dia. O *quipu* era uma forma de registrar uma narrativa, incorporando informações qualitativas e quantitativas.

Como os Incas conceberam o infinito e zero de sua cosmogonia?

U D'A: Muito difícil responder. Minha explicação (não me sinto seguro) é que como não havia escrita nem sistemas de numeração, os dados eram registrados por nós nas tiras do *quipu*. A ausência de nó significava “nada”, “não há”. [diferentemente dos maias, que tinham um sistema numérico e o zero tem função posicional, como no sistema indo-arábico]. Sobre o infinito, também na cultura ocidental é muito difícil. Passa a ter uma representação quando a linguagem

se formaliza. Tem a ver, em todas as culturas, com o começo. É importante entender a mitologia Inca, que eu conheço pouco.

¿Que situações levaram ao processo de matematização das comunidades como parte da cultura matemática Inca?

U D'A: Como em todas as culturas, os Incas desenvolveram técnicas, modos, maneiras de conviver no seu ambiente natural e social, de representar esse ambiente (isto é, as artes), de entender e explicar fatos e fenômenos da natureza e das suas origens, criando mitologias, e de se comunicarem, criando uma linguagem. Cada um desses fatos exige quantificação, comparação, mensuração, e tudo isso se organiza como uma forma de conhecimento que se costuma chamar matemática.

### **9.2.2. Entrevista María del Carmen Bonilla.**

ENTREVISTADO: Profesora María del Carmen Bonilla (presidenta de la Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática, Investigadora y Experta en Articulación de saberes etnomatemáticos en instituciones educativas primarias, Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia)

LUGAR: Skype – Lima, Perú

FECHA: 26 de agosto de 2018

HORA: 9 am

DURACIÓN: 2 horas 25 minutos

R) Trabajar con los estudiantes indígenas durante dos años le ayudo a conocer más de las culturas Quechua y aimara que son las mayoritarias en Perú, y los chitivos que son cercanos a la frontera con Brasil, a través del trabajo con estos estudiantes pudo experimentar como ellos ponen en práctica diferentes elementos que fueron aprendidos de sus padres, como actividades artesanales y diseños de su cultura donde utilizaban también conceptos matemáticos incluso sin saberlos, donde se dejaron evidencias de todo este trabajo. Estamos acostumbrados que las matemáticas se presenten de manera lingüística, escrita o hablada, sin embargo, las culturas andinas u originarias no tienen este tipo de escritura. Esa acción o esa representación es muy importante ya que permite comprender las matemáticas de las culturas o su aspecto vivencial con los que demuestra que ellos han aprendido toda esta actividad a través de la práctica, diferente a nosotros que hemos aprendido de manera abstracta.

Hay una profesora francesa especializada en matemáticas que hizo un análisis sobre los tejidos donde nos hizo ver mayor información, ya que encontraron a personas de mayor edad, edades entre 40,50,60 años haciendo estas actividades, teniendo en cuenta que las mujeres jóvenes nos le llama la atención porque dicen que no es lo indicado para ellas, queriendo decir que el tejido es un trabajo que lleva tiempo lo que resulta más costoso por las horas que se laboran, podemos decir que las manualidades que hacen con los tejidos son muy costosas y los habitantes no cuentan con los recursos económicos para hacerse con estas, y por ende dejan de seguir la tradición de sus antepasados,

La belleza de los tejidos que se ve en la civilización no es nada comparada con lo que se encuentra en su entorno ya que en sus comunidades parece que el tiempo se hubiera detenido y por consiguiente se mantiene intacta la cultura de sus ancestros. Opinión que pude corroborar escuchando la "Teoría Antropológica en lo Didáctico" (TAD) de la antropóloga francesa Corine

Castela. En el año 2016 en Perú hubo un campo donde estuvo el ICMI que es un congreso mundial que hacen cada cuatro años, una de las integrantes del ICMI es Michell Artiz que estuvo en Lima en el 2016 donde se juntaron profesores de Perú, Bolivia, Paraguay y Ecuador, con la idea de desarrollar la educación matemática que en comparación con otros países como Argentina, Brasil, Chile están muy atrasados. Se hizo una exposición de este proyecto donde se ganó el premio en cual consistía en la financiación del mismo, se le pidió ayuda para unas clases teóricas y ella nos contactó con Corine Castela, quien se identificó tanto con el proyecto que terminó siendo parte de él. Lo que le gusta de la "Teoría Antropológica en lo Didáctico" es que se basa en todo tipo de saberes y no solo en las matemáticas sino en los cambios de la humanidad como en los alimentos, vivienda, vestidos y es justo allí donde nace la necesidad de protegerse del frío, nace la necesidad de vestirse y para la elaboración de sus vestidos se recurre a los tejidos de nuestros ancestros.

Hay variedad de tejidos como el de Asia, África y América pero nunca igual a las de sus culturas, ella ha podido ver el tejido de la cultura maya y es muy parecido al de la cultura Inca, si bien es cierto que ya no se usa la materia prima original como la llama y la alpaca sino que ha sido reemplazada por la lana de la oveja traída de España o la lana acrílica elaboradas en fábricas, como también han cambiado los diseños de hace 600, mil años más o menos, que eran dibujos geométricos, animales haciendo alusión a divinidades religiosas, han cambiado los diseños pero la técnica es la misma. Los diseños que se ven ahora donde muestran figuras geométricas, simetría, rotación llaman la atención, pero es más enriquecedor ver la elaboración de los tejidos de una forma artesanal ya que se puede ver la transformación de la materia prima, es un proceso más lento, pero también más beneficioso por que ponemos en práctica los conocimientos matemáticos.

Esto no solamente lo hace la TAD sino también otras Teorías, como la socioepistemología mexicana también está haciendo investigaciones que tienen que ver con la matematización y tácticas sociales. Cierta día escucho a un profesor chileno haciendo un doctorado de matematización donde decía que las matemáticas están presente en las acciones más elementales, como un ejercicio de aeróbico, en un acto de malabarismo etc. viendo que utilizamos las matemáticas en cualquier tipo de labor y ni siquiera nos damos cuenta que la estamos poniendo en práctica. Lo que se cree a raíz de todo esto es que en las comunidades indígenas podemos identificar actividades, observar el proceso y dentro de ese proceso identificar las propiedades matemáticas que están implícitas en cada una de sus labores y de tal manera que ellos ni siquiera saben que la están empleando ya que son conocimientos que viene de sus ancestros, y a partir de eso enseñarles a los niños de las comunidades las matemáticas. El concepto simétrico matemático la encontramos en las culturas originarias, culturas occidentales, que se puede encontrar en todos lados, es algo universal.

Los niños de ahora no aprenden matemática porque partimos de toda una concepción que viene de afuera, es otra forma de ver las matemáticas, que es occidental, que no encaja en las ideas de la gente del pueblo y porque creen que es superior y dicen que lo que ellos saben no vale, porque el mismo gobierno y la política se ha encargado de banalizar el concepto original de las matemáticas, el cual utilizaban nuestros ancestros. Desde que llegaron los españoles hace más de 500 años a América han invadido los territorios, le han quitado sus terrenos, los conducen a las peores tierras y ellos se quedan con las mejores, y ahora con la cuestión de la minería, el petróleo, los arrinconan más y contaminan sus aguas etc. lo han convertido en un problema político aniquilando filosóficamente sus ideas. Dicen que los Machupichu no fueron capaz de llevar las piedras, que eso fue llevado por gente que no era de este mundo porque era imposible

que los Incas fueran capaz de eso, y no es cierto porque hay evidencias de indígenas en 1910 donde se veía como cargaban una piedra de miles de toneladas y la arrastraban con cuerdas cosa que era muy difícil pero ellos lo pudieron hacer, donde se ve el dominio que tienen con la naturaleza, en Cuzco como tallan las piedras entonces hay conocimientos muy profundos, los han incivilizado, los han desvalorizados pero yo los he ayudado a levantar su autoestima, a revalorarse ellos y su cultura, esto para que se sientan fortalecidos espiritualmente, a que lleguen alcanzar retos altos, ya que el aspecto emocional es muy importante, para así sentirse pleno e involucrado, y si sientes que no valen no van a aprender.

V: ¿De qué forma usted considera que se pueden incorporar esos saberes Incas a los programas matemáticos de estudiantes colombianos para contribuir a un pensamiento latino americano?

R) He visto que en Colombia conocen de la yupaner, esta fue una cultura muy desarrollada, un imperio muy grande, dominaron a muchos pueblos y supieron organizar su imperio, debido a eso se manejó mucha producción, esto explica porque la diferencia entre la cultura Incaica y la amazonia que tienen poca numeración, se tienen que prestar de otras culturas para tener una mayor numeración, en cambio los Incas han tenido una numeración, muy avanzada ya que es similar a la cultura occidental. Utilizaban a la yupaner para sumar, restar y hacer operaciones. Estuve en un congreso de la historia de las matemáticas en Francia y me di cuenta en este evento donde había mucho interés en conocer las matemáticas de los antiguos peruanos, por que vieron como concretiza una operación que es abstracta como la suma y la resta. La yupaner son como una especie de calculadora por la forma como la utilizaban, aunque nadie haya descubierto la forma de usarla. Ella está de acuerdo con la metodología yupaner, aunque es un poco más lenta esto de agrupar granitos para una suma o

resta consiguiendo un resultado exacto, a los niños que tienen dificultad les ayudaría mucho con ese material y ya después hacerlo de una manera más abstracta y mentalmente. Dicen que los Incas sumaban restaban hacían esas operaciones y las trasladaban a los *quipus*, la dejaban registradas y también se decía que esta era su forma de escritura, una escritura dermatécnica, táctil. Esta escritura era así porque se escuchó que los diferentes pueblos dominados por los Incas tenían lenguas que no tenían nada en común, por ejemplo en el caso de Europa como Italia, España, Francia sus leguas tienen mucho en común como el latín, como los Incas no tenían forma de comunicarse utilizaban el *quipus* que era una forma de escritura, no solo matemáticas sino que contenían códigos que a través de este mandaban mensajes y se comunicaban con los Incas de otros países como Colombia donde también pobló esta cultura,

El historiador Antonio Zapata explicaba por qué los Incas no tenían una escritura igual al occidente, porque no había un origen común entre sus lenguas, contrario a la cultura andina que es ,más fácil de entender aunque los *quipus* también se pueden descifrar, por ejemplo en los *quipus* matemáticos los nudos que están en la parte de abajo son las unidades, los que usamos arribas son las decenas, y así van subiendo, cada uno tiene una posición distinta y representa el sistema de numeración y presentación lo que decían que cada hilera eran unos números y al final encontraban el resultado de la suma de todos esos números.

V: Desde su experiencia y maestra cómo investigadora, Qué elementos pedagógicos permitirían el desarrollo de una didáctica no parametral de apropiación y comprensión de lo cultural y

cotidiano, ¿desde los saberes ancestrales de los Incas para incorporarlo a la educación matemática colombiana?

R) Es algo tan difícil romper con lo que nos han enseñado y la forma tradicional de enseñanza occidental, que las aulas sean encerradas en cuatro paredes, con el maestro adelante y los niños detrás sentados, es por esto, que la pedagogía y enseñanza de los pueblos es mucho más en casa, y sobre esto, recuerdo haber visto un video de un Boliviano, donde un profesor daba un aula en colegio que no era oficial, sino más bien, un espacio diseñado insubordinadamente por alguien que al libre albedrío quiso enseñar a los niños de su comunidad, y la manera en que los profesores se relacionaban con los niños, no es la manera como se enseña actualmente desde lo convencional, más sin embargo, los niños estaban enganchados con las conversaciones dadas por los profesores, porque se trabajaba mucho el tema de la cosmovisión, es decir, de los cuentos, relatos, de la forma en que se mencionan a los animales, y la vida de ellos giraba en torno a la naturaleza. No sé hasta qué punto, sería conveniente que ese tipo de práctica pedagógica de los pueblos, se pueda incorporar en la enseñanza convencional, cosa que en las condiciones actuales del Perú, lo veo difícil, a pesar de los intentos presentados, he visto por ejemplo, también un video de un profesor, que trae a la gente de la comunidad, a los sabios, a los ancianos y los lleva, y les enseña a los niños los sistemas de medida que hay allí en su pueblo, cómo por ejemplo lo que es un puñado (montón) y es así como se compra y se vende en las plazas de mercado y es así cómo los niños reciben las enseñanzas dadas por los sabios ancianos sobre el sistema de medidas que se usa para vender y comprar en el mercado, y es así como se aprende un sistema de medición diferente al tradicional. Es así como es evidente, que la manera en la que se da la enseñanza incorpora a la comunidad y a los saberes ancestrales. En este mismo sentido, tengo un recuerdo de hace veinte años en Lima, de un cerrajero que corto la madera para sacar el largo y

ancho de las medidas de una puerta, y luego colocó encima de un caballete los fierros, para luego apuntalar las esquinas y posteriormente con la ayuda de una ´wincha´ que es una especie de cinta metálica parecida a la que también usan los albañiles, midió las diagonales, y cuando estas diagonales median igual, significaba que la puerta estaba con las medidas bien hechas. Y es así como una persona que no tiene conocimiento teórico de matemáticas utiliza los conceptos matemáticos para hacer una puerta. En mi opinión, los conceptos matemáticos no se dan solamente en los pueblos originarios, sino también en la ciudad, las cuales los albañiles, cerrajeros y de personas dedicadas a otros oficios, usan las matemáticas. Entonces si se busca enseñar a los niños, sea en la ciudad o en el campo, lo ideal es identificar esos conocimientos matemáticos en el entorno en el cual están esos niños y mostrarle cómo se lleva a la práctica lo aprendido en el aula, cómo por ejemplo en la labor que ejecuta día a día un cerrajero. En esta manera, los niños asociarían los conceptos y las teorías a un nivel aterrizado a lo práctico, y es así cómo se hace consciencia de que los conceptos no son tan ajenos o lejanos al entorno, y los niños se sentirían mucho más involucrados a lo visto en el aula. En mi opinión, este es un problema pedagógico, y se debe buscar identificar los conceptos y nociones en el cual vive el estudiante.

V: De acuerdo, y además en Colombia y Perú, tenemos comunidades con colegios agropecuarios y colegios urbanos con procesos de matematización, y por ejemplo en Colombia, en los barrios más populares, se venden por manajo, porque ni siquiera hay pesas y, sin embargo, estas personas tienen la capacidad para saber estimar casi que con exactitud el peso asignado a los diferentes manajos de los productos comercializados. Cómo también ocurre con las personas del campo, en la venta del ganado que se estima a simple vista el peso asignado para cada rumiante.

Lo cual no se puede inferir de la misma manera para muchos de los ingenieros formados. Y es así cómo es evidente, que podemos aprender mucho de esas comunidades no letradas.

V: ¿Cómo contribuye el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas a la conformación de comunidades más conscientes de la importancia de nuestras raíces y al afianzamiento de nuestra cultura desde el 'que hacer' crítico que permita empoderar esas nuevas epistemes en una educación dentro del mundo de las matemáticas?

R) Hace muchos años me dedique a estudiar las inteligencias múltiples que las personas tenemos, por ejemplo, algunos tienden a ser más quinestésicos, otros a la inteligencia musical, otros a las matemáticas y otros a las letras. Y el asunto está en que nosotros como docentes ayudamos a los estudiantes a descubrir sus habilidades e inteligencia y a desarrollarlas, porque por ejemplo siempre ha habido una sobreestimación de que si uno sabe mucho de matemáticas es muy inteligente, pero la inteligencia del músico no vale de la misma manera, y así mismo, con el que es deportista, pero en el fondo es un prejuicio que ha hecho mucho daño a las personas y que sigue haciendo daño, aunque creo que ya no tanto como antes. Y considero que es tan importante tanto saber matemáticas como saber música, porque la música alimenta, levanta el ánimo y te hace sentir bien o leer una poesía, o ver una obra de arte. Todo esto, hace parte del alimento al espíritu. En este sentido, todas estas actividades humanas son igualmente valiosas. Y es por esto, que el deber del profesor es ayudar a descubrir en lo que es bueno el aprendiz, y esto va potencializarlo y empoderarlo de alguna manera. En el aspecto de la cultura andina y de la gente del campo, que políticamente, económicamente y culturalmente han sido afectados, es relevante hacerles ver sobre el valor que tienen por su conocimiento y que tal vez de forma intencional el gobierno ha mostrado, que los que ellos dicen no vale, o que su conocimiento y cultura no vale; el hacerles ver ese valor, se le aporta autoestima le transmites seguridad en sí mismo, y eso va a

permitir tener un punto de partida para comenzar a avanzar. Es la unión del proceso cognitivo al emocional. Así mismo, las personas tenemos diferentes dimensiones cognitivas y emocional, pero todo está integrado. Un ejemplo de esto, es la diferencia entre la medicina occidental y la medicina tradicional andina, dado que en la occidental el profesional de la medicina se enfoca específicamente en una rama de la medicina, mientras que en la tradicional un mismo curandero abarca todas las ramas al mismo tiempo y tiene la capacidad de ver y abarcar como un todo, lo cual hace que su medicina sea exitosa. Además, considerando el tema de las energías, se debe decir que el reconocimiento de las culturas es darle energía positiva.

Intervención de Vianney sobre su experiencia personal con la comunidad.

Se concluye que la cuarta pregunta ya se ha respondido en el transcurso de la entrevista.

V: Considerando su experiencia con los pueblos indígenas, ¿cómo concebían los Incas el infinito y el cero desde la cosmogonía?

Con respecto al cero si se concebía el concepto dentro de la comunidad Inca, sin embargo, dentro del aspecto de la cosmogonía desconozco sobre cómo era concebido el concepto. Así mismo, en el libro La génesis de la cultura Andina de Carlos Milla, se hace un análisis dentro de la cosmovisión. Otro libro del autor Zenón de Paz, de la universidad de San Marcos.

Intervención de Vianney y se da el dato para conseguir libro en la universidad de San Marco o desde internet. (María Cholten y Carlos Milla.)

V: ¿Qué situaciones contextuales, llevaron a los procesos de 'matematización' de las comunidades como parte de la cultura Matemática Inca?

R) Los Incas dentro de su Periodo de hegemonía tuvieron que recurrir a las matemáticas para administrar su imperio, también para la producción agrícola y para el control de inventarios. Un

dato curioso, es que incluso, los Incas sabían cómo canalizar el agua, lo que se evidencia en la sierra a lo que hoy se denomina “ojos de agua” la cual fue fundamental para la construcción de acueductos e irrigación del campo. Se usó la tecnología y una ciencia para estas implementaciones a través de la organización del conocimiento, lo cual fue destruido por los españoles. El desarrollo de estas ciencias muy seguramente incluía la aplicación de las matemáticas.

Intervención de Vianney sobre la intervención Indígena en ciencia en contraste con la intervención en ciencia actual.

Agradecimientos y reconocimientos.

### **9.2.3. Entrevista Dinna Innés Díaz Sucar.**

ENTREVISTADO: Dina Inés Díaz Sucari (DIRECTORA en IEP UROS TORANI PATA Y DIRECTORA COORDINADORA CIMCE (Circulo de Investigación para el Mejoramiento de la Calidad Educativa)

LUGAR DE LA ENTREVISTA: Emisora Onda Azul (Puno, Perú)

ENTREVISTADOR: Vianney Rocío Díaz

HORA: 40 Minutos

Cómo es conocimiento cierto por ejemplo las medidas no convencionales parte del cuerpo se usa como una medida ya sea por ejemplo los dedos la palma una medida por ejemplo del punto que le llama cuidado que lo vayas a votar va a llorar ahora cuando uno va al campo la chacra sembrar la papa entonces tendríamos la medidas que tenemos los pasos no para medir y el cálculo de la vista también para medir entonces tú sabes Pero bueno eso es uno lo otro son instrumentos que nos están usando instrumentos contables conocido por ejemplo estudiado hasta ahora tal vez no había llegado el uso como lo hacían para solo sabemos que es un instrumento contable que va con lo que es bueno Yo también bueno Qué significa por ejemplo el hecho de hacerla problematizar a través de interrogantes trabajo con los niños y para los niños es algo interesante ya material educativo no lo están haciendo no lo hacen como un instrumento un medio para que los niños puedan aprender maestro no aceptan o no le da el valor todos los saberes el gran problema para podernos incorporación de ahora la cultura local lo que se quiere es un diálogo de saberes El encuentro de saberes la local y que nos ofrece la cultura moderna elemento para incorporar lo otro sería por ejemplo esto elementos de la naturaleza las aulas puedas digamos la religión se trata de ver cómo es que llegamos con la naturaleza la espiritualidad otro elemento Andy no podría ser no sabes tú tienes alguna idea los abuelos y cuáles son sus saberes en la naturaleza cuando hablamos de distancia cuando hablamos de todo lo que ellos crean por ejemplo las artesanías matemáticas En todo caso un elemento importante las matemáticas aparte de los mencionados también serían tomar en cuenta las tecnologías que ellos utilizan que de acuerdo a las necesidades utilizando tecnologías propias cuánto de eso sirve para ayuda Todavía sirve esos instrumentos Me parece que también tiene que ver mucho movimiento de la luna planificar Tenemos también la luna que va menguar nuestra vida cambió nuestras formas de ser si haces lo contrario a la Luna no te salen las cosas otra elemento que ya

no están incorporado ahora el ciclo las Estrellas y la Luna marca en el ciclo de vida también ciclo de vida el ciclo acrocéntrico Las campesinas por ejemplo la observan las estrellas observa en los meses de mayo se observa mayo junio y Abasolo la cruz del Sur bueno los agujeros oscuros YouTube se nota se nota claro noroeste y al sur que está entonces se dialoga con ellos se conversa con ellos las plantas las plantas como eso le llaman los diálogos son indicadores son los animales los animales ya sea por ejemplo ya nos indica tenemos por ejemplo nosotros el hecho de que En qué en qué en qué lugar ya sea en una parte de baja en una parte arriba vas estudiando si es un indicador el huevo el color del huevo que elementos acompañan en su nido por ejemplo en la parte alta la luna los animales las plantas la naturaleza por su blusa cabemos para procesar el chuño la papa muy poco lo utiliza cuando una estrella parpadea valor dependiendo si la estrella parpadea una parte baja la parte al medio es otros elementos conjunto de elementos por ejemplo para poder Exacto todo lo que usted nuncio es no dar las matemáticas en sí mismo sino si no presenta la dentro del contexto de la naturaleza para la interpretación la seremos las matemáticas Debería suponer Debería ayudar a los estudiantes que hicieran predicciones Y qué más si no utilizamos el cielo para esas mismas predicciones en la enseñanza de las Matemáticas excelente occidental entonces paralela comparativo y ahí se puede establecerse es la mejor forma de fortalecer..... la incorporación de otros saberes hace que tenga sus haberes aquí lo que tendríamos que se conocimientos o paralelos que teníamos que presentar a eso los saberes ancestrales bueno la cultura occidental está avasallando no podemos por ejemplo no le llamaríamos combinar sino una estrategia o una metodología Entonces sería de que el maestro esté preparado de llevar adelante 2222 culturas lo que más antes le indicará la cultura local forma antihorario y horario entonces Qué actividades SS calendario algo que despierte el interés al niño ya está puede fortalecer el calendario comunal no le va a servir por ejemplo a uno que es de

Cuzco provincial de paucarcolla que es mi tierra no le va a servir porque cerquita por ejemplo que no es propio es flexible analízalo específico local propio decides entorno tanto los saberes también de los animales lo que le decía no sirve para otros sitios y parece que solamente realidad podría similitudes porque el sol las estrellas no aparece fluidez 2 formas para fortalecer primero construir un calendario comunal y luego viene una vez que construye entonces maestro estaría preparado Pues sabe lo que tiene que ver si este maestro no está preparado es como una especialización activos las ceremonias ya estamos hablando Pues en febrero por ejemplo son las tallas las Incas son los carnavales y florecimiento a las plantas a la madre tierra tendría que recogerse de sus haberes qué tan que se están volatiliza no están desapareciendo Miriam maestro se prepara con eso puede ser el diablo cultural maestro se prepara con eso puede ser el diablo cultural..... son calendarios un resumen serían calendarios locales que giran alrededor de las actividades espirituales económicas y sociales de la comunidad socio productivas en esto de estar formado el maestro para conocer el contexto de la comunidad que entra y glosa para conocer la comunidad sí misma los saberes y escuchar a los abuelos y a la comunidad sobre Cuáles son las intenciones educativas que entonces tienen para su para sus centros de instituciones educativas qué tanto que tanto estamos preparados nosotros para eso.... son calendarios un resumen serían calendarios locales que giran alrededor de las actividades espirituales económicas y sociales de la comunidad socio productivas en esto de estar formado el maestro para conocer el contexto de la comunidad que entra y glosa para conocer la comunidad sí misma los saberes y escuchar a los abuelos y a la comunidad sobre Cuáles son las intenciones educativas que entonces tienen para su para sus centros de instituciones educativas qué tanto que tanto estamos preparados nosotros para eso era la pregunta no.....así así es.... y está nuevamente perfecto profesor conocimiento saber debe servir preparamos para poder mejorar sus condiciones de vida diría yo por ejemplo

ayuda bastante como un instrumento contable Cuánta población tiene ahora el equipo es otro instrumento que lo han usado para guardar es importante yo estaba investigando en esto el quipo hay hasta tres tipos de equipo hay un tipo contable hay un tipo poético y hay un equipo histórico este equipo guardaba donde se dice que esto dónde podríamos decir si quieres guardar la historia de un pueblo entonces a través del tipo se podía guardar se podía contar si podía organizar esto ahora en el equipo también esto conocemos que solamente el tiempo es contable pero no solo eso es poético también el maestro el que le llamaba a través de sus empezaba a recitar o declamar un poema En todo caso es una maravilla para nosotros no se aplica las comidas mismo ahora mismo no se enseña sistema de numeración decimal pero digamos el Ministerio como tal no ha implementado programas de formación ósea donde se utiliza el equipo y la *yupana* toda para hacer conversiones decimales en diferentes bases numéricas o no se le da el uso que debería dársele o histórico o no se conocerá las comunidades no es obligatorio presentarlo si podemos utilizar cloro te propone poder utilizar pero no nos obliga sino que es lo que tiene mis profes Yo solo que ustedes han aportado y creo que me han dado muchas ideas para el trabajo y cuando tenga Supongo en un año la finalización estaría de alguna forma comunicando para para hacerles llegar por lo menos la grabación de lo que en síntesis después de cruzar entrevistas aplicar instrumentos y la comunidad de Sikuni con la que yo también trabajo en Colombia y que tienen algunas similitudes como usted dice hay cosas que son propias y el Puma de acá nos el día Ya y La pureza montaña no sale esa misma estrella pero ciertamente si tienen Atos espirituales que los unen entonces creo que desde ahí podemos trabajar cosas bien interesante.

### **9.3. Entrevistas a los actores**

### 9.3.1. Entrevista Eduardo Bejarano (Sikuani).

Mi nombre es Eduardo Bejarano capitán de la comunidad de Santa Inés, resguardo Sikuani en Guacoyo municipio Puerto Gaitán, departamento del Meta, este es un ejercicio de instrumentos para recuperación de saberes matemáticos en la cultura Sikuani, es como una perspectiva intercultural.

P: ¿Qué tipo de métodos utilizan para la predicción de la cosecha?

En este mes se ha dejado quieto ya que viene el verano y solo nos estamos encargando de la limpieza y el rezo con todas las matas, para que así el verano no afecte tanto a nuestra cosecha. Pero en el mes de diciembre ya hay unas que están socolando para las siembras de yuca que estarían listas en el mes de febrero, el resguardo y apoyo están aplicando esto, más que todo en comunidad están trabajando en sabana ya que dejamos descansar las matas del monte digamos unos 50 o 100 años que es lo que se puede demorar recuperando, con estas es de donde vienen los animales que podemos decir que también vivimos de ellos, entonces con ese fin estamos experimentando en la sabana también ayudando a hacer abonos orgánicos.

P: ¿ustedes utilizaban o utilizan algún tipo de patrón en la cultura, quiero decir algunas figuras, triangulares, circulares o solo eran sesgos en línea recta?

Más que todo voy a hablar de lo que hacemos en el monte, primero se siembra en el centro del coluto que es como decir el papa, es lo primero y después se centran en los círculos y no hay necesidad de hacer una línea recta, este no se puede arrancar porque si lo hacemos la cosecha se va. También alrededor de eso sembramos el ají que es algo que aleja los males de la gente envidiosa, ya que dicen que tenemos mucha cosecha y el ají que es picante lo tenemos como protección, estas se cosechan en las orillas o finales del círculo, el conuco también se asocia con esto teniendo el plátano, la caña, la piña, el ñame, todo incluido en el círculo.

P: ¿Para medir cuanto fique o cuantos pumales se van en una mochila, como lo median?

Lo que yo notaba en mi madre y mis abuelos era que no había necesidad de medir, eso lo hacen con un cogollo, (la bolita del material) esto lleva para hacer un bolso, en cambio la mochila si lleva alto cogollo, lo miden con el cogollo, calculan la medida que es una medida especial.

P: ¿En el cultivo, de una planta a la otra como hace para medir?

Se entierran dos palos, uno donde se inicia el sembrado y otro donde termina, y a partir del primer palo se calcula visualmente metro a metro, de esta forma el sembrado queda en línea recta, la distancia de un metro a otro se mide con un palito que aproximadamente mide un metro la cual se toma con una brazada.

P: ¿Cómo relaciona las representaciones de la cestería en la agricultura?

Es decir: ¿las figuras que encontramos en los cestos en forma de círculos pertenecen a algunos dioses o Deidad relacionadas con los círculos que se emplean en la siembra?

No se utilizan en la comunidad

P: ¿Usted sabe de algunas figuras que representen a algún Dios o Deidad?

Muchas, hay figuras en las artesanías, las mochilas los bolsos, en el manal donde procesan el casabe, hay unas figuras de animales por ejemplo la cama del wio, una figura circular, o las manos del zorro o el famoso cajuyales, la mariposa, y también las figuras de los dioses que los médicos tradicionales se hacen en la cara. Deducimos entonces que las representaciones geométricas se utilizan en todas partes y tiene que ver mucho con los dioses, más que todos los que están en las estrellas.

P: ¿Cuál es el dibujo que con más frecuencia utilizan los artesanos en mochilas y cestos? ¿O depende de cada clan?

Depende del material que existen en cada región, por ejemplo, acá nosotros utilizamos en las mochilas el moriche, en cambio los indígenas que viven en la selva utilizan el cogollo del cumare que es una fibra fina, duradera y pura.

P: ¿siempre hacen el mismo patrón de figuras? ¿Ejemplo, que me haga una mochila con la figura del cuwei?

Si la hacen, por ejemplo, en el festival de cachire ellos hacen las figuras del cachire, por ejemplo, en un sombrero, el cachire en la costa lleva una figura, en los animales también tiene figuras, por eso decía que no dependemos de la naturaleza.

P: ¿Usted conoce el calendario Sikuani? ¿Todavía lo utilizan?

Si, se hace una limpieza en el mes de noviembre, se alista el mes de diciembre, pero se hace en la época cuando la luna esta oscura, y en enero es el tiempo de buscar lo que se hizo en el mes de diciembre, los que no trabajaron en diciembre en el mes de enero van a la pesca.

La figura Tulupo es estrella, son rallas de una forma circular y los colores que se utilizan son naturales.

Janery son figuras de colas de pescados, lo utilizan los médicos tradicionales para la protección, también se utilizan en los bolsos y los tapices, al igual lo usan las mujeres para la preparación de mañocos y casabe, el janery era un pescado muy peligroso, un carnívoro, por eso los médicos se colocaban la protección.

Los sonotos son figuras de mariposas, son muy buenas, muy bonitas, atraen mucho, con esta figura un hombre puede llegar a conquistar a una mujer gracias a que llama mucho la atención.

El Umamo tiene la forma del pescado, la cabeza, la cola etc.

Esta la Estrella, dicen que los dioses de nuestros antepasados se convirtieron en estrellas, ya que en esas épocas ellos eran dioses, comentaban que no murieron en la tierra, ellos se fueron al más

allá para protegernos, también tiene figuras de estrellas que significan familia, en enero se pueden mirar de noche decían los familiares de esas épocas, donde recalcan las figuras. Hay un tejido que tiene una figura que significa camino, camino de las arrieras, por que históricamente el calibri unai es un palo que le decían árbol de la vida, en esa época querían derrumbarlo pero no podían, siempre quedaba entero, viendo esto contrataron a las hormigas para que se llevaran lejos las conchas, gracias a esto se le llamo el "cerro de los andes" de donde viene Chile que es la concha del árbol de la vida, el árbol quedo ubicado en la boca del rio Orinoco con santa rica, ya eso está convertido en un cerro, pero desde lejos se ve la estia que de tal forma se volvió pura piedra.

P: ¿Cómo hacen esos procesos de estimación y predicción de cuando se hace la cosecha, la sembra, los calendarios, de qué forma lo hacen?

El calendario de nosotros no está escrito, está escrita en la naturaleza, también en los animalitos, cuando florece un árbol que flore amarillo se llama vapor unai quiere decir que viene el tiempo de verano, cuando la tortuga sale a poner quiere decir que viene el tiempo de talarmon, cuando la chicharra suena quiere decir familia queme su cunuco y siembre su comida porque ya viene el invierno, y luego cuando salen a volar bachacu es que ya no es tiempo de sembrar los alimentos porque no va a dar la mejor cosecha, también tenemos las estrellas de las constelaciones que cuando aparecen bajitas es que es tiempo de cosechar todas las frutas que queremos y luego en mayo se desaparece, ya no se puede sembrar así que es mejor cuando están estas constelaciones, se llama samalimai que fueron los primeros dioses que vinieron a este mundo, ese es el de nosotros.

V: ¿para ustedes el instrumento más valioso, es ver la naturaleza para entender la agricultura?

la biblioteca de nosotros es todo, desde la tierra, el cielo, el sol, el aire, la luna, las estrellas, los animales, por eso un abuelo no escribe, no lee, pero sabe miles de cosas, porque está estudiando el camino espiritual, el mundo espiritual.

P: ¿que utilizan para localizarse, si están perdidos o tierra adentro?

Nos orientamos con el sol, por eso en nosotros no existen números ni la dirección, solo nos orientamos con el sol, puede ser la noche más oscura, pero encontramos como regresar a la casa, con la luna.

P: ¿Cómo relaciona las representaciones que hacen en tejidos, en las mochilas con las guapas?

Había dos seres uno se llamaba afkatapa y el otro calipie, empezaban a sacar las cebritas para dejar una buena enseñanza a la tierra y así la humanidad empezara a trabajar con ellos, y empezaban a cantar ..... después ponen en el tejido y se forman cuadros, dibujos etc. y ahí nace el tejido.

P: como ponen estos elementos en sus cesterías, como llevan a esas utilidades de las dimensiones en la geometría, en sentir que no hay solo una sino más dimensiones, como lo interpretan?

El círculo que hacemos en la danza, ahí está todo el mundo, el universo o sea no tiene fin, ahí está todo, es infinito.

P: ¿Cuál es la creencia de ustedes respecto a cómo se originó el universo?

El universo es todo, la tierra, el cielo etc. es un estorbo. La verdad es que en Sikuaní decimos kaelibeci que es un solo pensamiento, un solo sentir, es un sol, todo está en uno, en uno está la tierra, en uno están los dioses, en uno está el agua, en uno están las estrellas, en uno está la luna, o sea todo está en uno.

### 9.3.2. Entrevista Mayor Clemente Gaitán (Puerto Gaitán, Abuelo Mayor Sikuani).

**P:** bueno , primero gracias abuelo por dejarme entrar a su casa y quiero como le comentaba preguntarle algunas cosas que está en su criterio abuelos y si son cosas sagradas usted pudiera colocarla a su disposición de la palabra entonces le comentaba que no entendemos que dentro de los saberes de las prácticas de los saberes y práctica de la agricultura existen proceso que ustedes ya hacen como estimación de enseño, cómo hacen ustedes por ejemplo esos proceso de estimación y predicción de estimación cuando dónde hace la cosecha para la siembra todavía se utilizan algunos los calendarios o esos procesos que están viendo de alguna manera de qué forma se hace esa, ese proceso de estimación que son más acertados por ustedes que no han podido lograr los grandes científicos,

**ABUELO:** creo que no van a lograr

**P:** no lo van a lograr

**ABUELO:** bueno entonces el calendario de nosotros no está escrito está escrito en la naturaleza y también en los animalitos el calendario de nosotros cuando do florece un árbol flores amarillo se llama maponoe quiere decir que viene el tiempo de verano, y entonces cuando la tortuga sale a poner quiere decir que viene el tiempo de talar monte si, cuando do la cucharita esa taaaaaaaáaaaaaas la chicharra está diciendo familia queme su conuco, siembre su comida porque ya viene el invierno ya sabe, luego cuando salen a volar bachaco decimos pubuto en español es eso bacharco ,culona, la Reina no quien más cuando sale a volar ya no es tiempo de sembrar nuestro alimento porque ya no va a dar la mejor cosecha, también tenemos cómo se llaman las estrellitas

**P:** las estrellas constelaciones

**ABUELO:** las constelaciones cuando aparece allá bajito es tiempo de cosechar toda la fruta que queremos y todo ese tiempo tatatatata y luego en mayo se desaparece y en mayo ya no se puede sembrar porque ya no hay fuerza en la tierra para que se mejore el alimento sin votar abono sea lo mejor cuando está constelaciones hay que Tsamanimone los primeros dioses que vinieron a este mundo es el de nosotros

**P:** abuelo, ósea que los instrumentos de medición es saber leer la naturaleza # cómo para nosotros, para ustedes es el instrumento más valioso es ver la naturaleza para entender la agricultura para entenderlo todo

**ABUELO:** para nosotros es el libro de nosotros la biblioteca es todo desde la tierra, el cielo, el aire, el sol, la luna, las estrellas, aves, animales es nuestra biblioteca de nosotros, por eso una abuela no escribe, no Lee, pero sabe Miles de cosas porque está estudiando el camino espiritual el mundo espiritual,

**P:** abuelo como ustedes, que utilizan para localizarse si estamos por ejemplo como anoche perdidos o están tierra adentro utilizan algún tipo de instrumento o la misma estrella o como hacen por ejemplo hoy que estábamos en la Maloka para ubicación

**ABUELO:** más bien nos orientamos mejor nos orientamos por el sol, por eso nosotros lo de nosotros no existe un número dirección nos orientamos por el sol a por allá se fue mi hermano llego a la 7 de la noche no aparece caminemos puede ser la noche oscura bien oscura, pero vamos a encontrar para volver a regresar a la casa con luna

**P:** con la luna, abuelo nosotros vemos que en la enseñanza de las matemáticas convencionales para nosotros los que estamos en las ciudades hacemos análisis de los teselados de esas formas geométricas tan hermosas del oriente pero vemos mayor potencia en los tejidos, en la cestería

cómo se utiliza como, la pregunta es ¿Cómo relaciona esa representación, esa representación que ustedes hacen en tejidos en las mochilas con?

**ABUELO:** guapa

**P:** con la guapa ok

**ABUELO:** habían 2 seres el otro se llama calipiel empezaron a sacar las ebritas para dejar una enseñanza hacia la tierra para que la humanidad se piense a trabajar con ellos entonces empezaron a cantar { canta en su lenguaje tradicional } pa que rime entonces de aquí pone el tejido y ahí se formó cuadros, dibujos, no sé qué más no sé cómo explicarle en español , y hay nace el tejido entonces tejer su sentir, su pensar para su alimento para que sea lo mejor en mi eso es un tejido.

**P:** nosotros somos un tejido #todo somos tejido, nosotros nos enseñaron una geometría abuelo finde es un cuadrado, rectángulo, círculo y vemos que en ningún lado lo hay ustedes comprenden una geometría avanzada porque entienden que hay redondea en la tierra y también basado en la tierra. como entonces ustedes ponen esos elementos en su cestería como llevan la utilización de la dimensión en la geometría el sentir que no hay solo una, ni dos dimensiones sino más dimensiones se expresa como lo interpreta ustedes a nosotros no dicen la corte de Dimensión es el tiempo Entonces cómo se vive esa dimensión acá

**ABUELO:** ¿Qué es dimensión?

**P:** tener largo ancho, profundo

**ABUELO:** ah eso es dimensión como decir esto

**P:** esto, este tiene largo, ancho, profundo, Pero ustedes lo entienden más allá en lo espiritual

**ABUELO:** hay mas

**P:** hay más allá de ese mundo

**ABUELO:** siempre digo uno es el complicado uno es el que se embolata de verdad, pero hay muy sencillo el círculo que hacemos en la danza Ahí está todo el mundo el universo Ósea no tiene fin Ahí está todo uno es el que se complican en todo

**P:** es infinito, infinito # pero está lo quisimos allá eso es Paz Ahí está todo no hay más

**INTERVENCION DE QUIEN GRABA EL VIDEO:** es un tejido

**ABUELO:** es tejer

**P:** es un tejido de correr infinitamente, un lugar finito con infinito camino, eso me lo dio el yopo,

**ABUELO:** tengo un hijo que es historiador Bueno, pero ya hoy está descansando, Pero bueno algún día Busque un tiempo para conversar sobre eso voy a sentarme mis que me aclare en lengua Sikuani luego yo le hablo en Sikuani para poder Traducir es lo mejor porque hay cosas que no entiende

**P:** bueno abuelo

**ABUELO:** yo me río, Pero no entiendo no puedo poner Bravo toca salir corriendo ustedes

**P:** abuelo usted en español lo dijo muy lindo, pero me daba pena grabarlo ahí porque estábamos en un ritual sagrado puede repetirnos cuáles son, Cuál es la creencia respecto a Cómo se originó el universo, serpiente de Cómo empezó todo

**ABUELO:** Cómo se creó el universo

**P:** si cómo se creó el universo

**ABUELO:** lo es todo la Tierra, una historia

**P:** una historia

**ABUELO:** en español todo el mundo pone, pero en Sikuani todo le decimos kalibesi, kalibesi Es un solo pensamiento un solo sentir, es un sol, uno es un sol, sol entonces en uno está todo está todo el universo En mi está los dioses, en una está la Tierra, en uno está el agua, en uno está la

luna, en uno está todo estrellas es el universo el universo no vamos a mirar otra cosa y todo está en uno no más **VIANEI:** abuelo muchas gracias # con mucho gusto

**P:** y encontraremos un espacio junto con su hijo y gracias por su disposición y tiempo y su saber

Muchas gracias

**ABUELO:** a la orden

### **9.3.3. Entrevista Neryda Arias (Valle Sagrado, Tejedora de Chincheros).**

Mi nombre es Neryda y yo les voy a explicar el procedimiento de nuestros tejidos de inicio a fin, voy a empezar con el lavado de la lana, se necesita una raíz que crece en las montañas que quedan a 3 o 4 horas caminando, muy difícil de conseguir, luego la rallamos en agua tibia o fría, después de rallarlo lo filtramos y lavamos la lana , luego de lavarla pasamos al proceso de eguilado, el eguilado lo realizamos haciendo diferentes actividades, como cantando, bailando, caminando, cargando al bebe, no hay ningún problema. Si el hilo se llega a romper no hay problema, lo unimos nuevamente solo girando la rueca, luego pasamos al proceso de teñido, en el teñido utilizamos variedades como plantas, hojas, tallos, flores y hasta insectos, para colores verdes utilizamos las hojas de la chiclan, para colores morados oscuros utilizamos solo la mazorca del maíz de la chicha morada, para colores amarillos utilizamos la flor de tune, este producto solo se recoge en épocas de lluvia, en enero y febrero, para colores anaranjados utilizamos los musgos, las barbas de las rocas, para colores azules utilizamos la flor de hank, es el color más difícil de obtener, dura tres meses para que el color quede impregnado en la lana, lo más importante en nuestro tejido es la cochinilla, son insectos o parásitos que habitan en la penca de la cuna. Ahora sacrificamos al insecto, lo aplastamos y sale la sangre que es el color de la

cochinilla, el segundo color lo saco echándole limón y con la piedra lumbre, el tercer color lo saco con la tierra volcánica, en chinchero las mujeres utilizamos esto como cosmético, algo natural como un lápiz labial, puede durar las 24 horas del día. El trabajo de tejido se debe realizar entre dos personas, una persona no se puede, aquí se trabajan los colores y los diseños. Los *quipus* lo utilizan ahora para contar ganado, pero principalmente se utilizan de forma decorativa como usted lo ve aquí.

#### **9.3.4. Entrevista Néstor Astete.**

ENTREVISTADO: Néstor Astete (Docente de Primaria)

LUGAR DE LA ENTREVISTA: Emisora Onda Azul (Puno, Perú)

ENTREVISTADOR: Vianney Rocío Díaz

HORA: 1 HORA MEDIA

Mi nombre es Néstor Astete Barrientos 50 años de vida, en mi comunidad, entonces este (pausa) terminé mi primaria igual forma me secundaria Luis en el distrito muy cercano a mi comunidad, todos los días caminaba algo de 7 kilómetros para venir a estudiar nivel secundario, 7 de ida 7 de retorno, sí, entonces, este primaria, especialización en la universidad, ese es mi nivel de formación, pero ahora, como experiencia, como docente tengo 25 años de servicio, para el Estado, de lo cual, es este he desempeñado cargos de profesor de aula, después de sido jefe de gestión pedagógica, director de una UGEL (Unidad de Gestión Educativa Local UGEL (Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) y especialista de la región de Educación que es de toda la

provincia especialista, en educación intercultural bilingüe, de muchos textos para el Ministerio de Educación.

Consultor en lenguas originarias y Aymara, lo escribo profesión de docente promociones con la nueva currícula, que el sistema educativo peruano, acá si se implementan 12, a partir del año pasado 2017, está en vigencia en el nivel primario es y también hemos generado propuestas educativas como para trabajar de manera articulada vigencia ha salido estructura curricular nacional de educación básica; estamos trabajando y hemos generado parte de lo que es famoso por proyecto regional los nacionales que había no se hablaba de saberes el término de sabes y un mayor razón la interculturalidad se está dando su contexto local, más que tú no ya al menos este los colegas han tratado de posicionarse en el manejo de la lenguas originarias no perdiendo la identidad y por lo tanto pues la idea fluye por ahí y es así que la articulación la comunidad antes era pues una isla no, **aunque en algún lugar conexo con los con los abuelos, y se va rescatando los saberes propios que son más sostenibles** de lo que viene de afuera, entonces a ese nivel se está trabajando si ya tiene más o menos se le diré de rescatar los saberes propios de las comunidades por la buena armonía consigo mismo con también con el entorno y más por el respeto.

Nosotros le llamamos a Pachamama o en el mundo que conocen también Abya Yala dinas que han existido y que también han tenido buenos resultados, ahora, por ejemplo, **vemos en el manejo del agua y el manejo de rotación de suelos, porque hay sitios donde la comunidad ya no tiene espacios, entonces, cómo garantizan la producción de la comunidad es a través de rotación de suelos y se prepara bien,** y se siembra la papa la segunda año viene las focas y los tubérculos que puede ser el tercer año cuarto año puede ser sino cebada o si no otro cereal trigo repetición del mismo cultivo por si papá y es a papá como que ya no renta ya no

es buena opción, porque entra los gusanos o los otros enfermedades con las otras plagas y por lo tanto descansa del terreno para nosotros la forma de convivir en el Altiplano Puneño, y también pues gracias por naturaleza que tenemos el lago más alto del mundo sostén para que la producción de repente de la antes venía todo digamos todo lo que haces de verduras de la costa Ahora aquí pues en las orillas del lago que podíamos cultivar, como por ejemplo, hasta el tomate, la lechuga, es así, un poco la forma de vivir en el mundo andino, que nosotros hagamos cultura hay varias culturas hemos dejado en el año 75 se perdió la lengua Uru, habla si está tratando de rescatar a través de un cuento colegas que han tratado pero los 27 originario de los uros y de acuerdo a la información que se tiene en el año ookina Ai la lengua que haya dominado fuiste más esta zona que es altiplano parte Bolivia y Chile.

Cómo podemos identificar puquina del puro dela y maro del quechua por decir por ejemplo este tenemos nosotros esté de acuerdo a los estudios que han tratado de descubrir o trata de encontrar las palabras que existen por ejemplo este tenemos un lugar que se llama Quillabamba, Cuzco como tal no significa nada entonces quería Luna Pampa, de la luna ácido más predominancia tenido que in día de hoy día podemos rescatar tú por ejemplo hay un lugar que se llama muñani, es una hierba muy aromática con el altiplano prepara el plato más típico de la hierba, entonces, no existe, mira entonces me hace que sea posesivo y los números uno es Maya Paya Kimsa ya tunga tunga, pero viendo antes que los Incas cultura ellos contaban por ejemplo, hay un diccionario de Bertonio, que las matemáticas andina acá si es tenido su preponderancia.

Se lo diré, porque mi abuelita no la escuela pero ella nada, y me hace pensar, porque, mi abuelito murió casi con 105 años, y contaba sin tener conocimiento y de par en par malla para la paridad otros autores, por ahí han llegado, como dije, Maya Paya Kimsa Pusi, sí o no dado de

esta forma Maya Paya Kimsa Pusi tipo de junio del año 1412 y podemos dar la razón, pero si acá, han dicho pasar por el 5 ni a tu casi ni a Tun Tun Tun, acostarse pero los que se mantienen hay solamente el español y hablamos en la comunidad, donde trabajé era más fácil hacerla vivir una matemática de la realidad, para que también ellos puedan darse cuenta y asimilar, como es la noción de cantidad, como es la noción de seriación, como es la noción de los números, de repente algo abstracto partiendo de lo que es la vida, esa parte de los saberes de la localidad, con el año escolar profundidad en la aplicación en torno a la enseñanza de la lengua en lugares Rurales y en lugares citadinos en ese momento respecto también a los numéricos no parecen tan bonita, que elabora y como nos cuenta entonces se ha constituido han permanecido y en tratamientos de las comunidades, a partir, de la lengua que es una de las de los elementos de producción que más liga una comunidad quería hacerles preguntas profesor, que de alguna manera están pensadas como le contaba inicialmente para el currículo matemático en Colombia;

P. De qué forma pueden incorporarse sus haberes Incas a los programas de matemáticas dados en este caso preguntamos por los colombianos, pero en general para estudiantes latinoamericanos construir en un pensamiento matemático

**Rta. Eso que la incorporación trasciende que no sea local ancestrales las comunidades el maestro, que tiene esa identidad y a través de eso, fácilmente desarrolla incorporando los saberes , por decir un saber a través del juego, para ello en mi lengua que es lengua materna el niño internalice ese don, para que siga y se aparte de mi casa para los primeros grados es casi no vi no era muy usual sobre las piedras, entonces el zorro y las ovejas, la capacidad diligencia, de cómo querer ganar, “para que no me devoren”, digamos el zorro, entonces fue válido enseñanza de matemáticas, fácilmente las manchitas para los primos, en qué punto cardinal a mí me fortalece bastante en incorporarse común saber de la comunidad y**

también contando pues no la canción de números de dos, real, debo concreto al horno local para que los niños puedan entender de manera muy didáctica, lo que la experiencia me enseñó, siempre partir de la realidad para internalizar, a un poco al otro en este caso diríamos contacto directo, sino con uno mismo se sienta.

Por ejemplo este primero es la persona entonces y ahora persona está con el entorno qué ambiente para nosotros ahí viene la área de comunicación es el proceso didáctico que yo he practicado, me gustaría me plasmarlo desde mi recuento y también en los textos de personal, social si yo no tengo buena relación me parece excelente, no olvidar que el conocimiento, precisamente en esa construcción de la persona y la interpretación al ambiente y a la interacción que hay entre ellos, no que la comunicación es la fuente que permite esa interacción mediante lenguaje ,

P. Cómo contribuye el reconocimiento de nuestras culturas autóctonas a la conformación de comunidades más conscientes de la importancia nuestras raíces y al afianzamiento de nuestra cultura desde el quehacer crítico que permite empoderar nuevas epistemes en nuestra educación? y nos separa el mundo de las Matemáticas como usted mismo lo ha dicho sea matemáticas vivenciales matemáticas de esas otras epistemes

Es importante, por ejemplo un problema por decir, este papá de José tiene su gatito y nosotros y ya lo conocen en el mundo **Aymara** como lo lleva para vender todo en el camino nos faltan personas que vienen y dicen océanos lo que conocemos como los que van a revender los revendedores un Torito comprador del camino saca su costo de Cuántos años cuánto sacrificio cuánto llega a la plaza misma el papá de José el mismo comprador ya compró con 1150 y por ahí está como 1700 la pregunta viene papá de José es una es un problema real los niños de sexto grado no podían resolverlo eso y para eso se utilizaron ya acá tenemos un toro y una lámina lleva

la feria como dramatizando o si no es mexicana Duque al alumno matematizar en la vida con cosas efectivas es la forma del trabajo que yo compartí con mis estudiantes en las aulas más o menos Entonces estaríamos nuestra cultura desde una realidad para que te encuentren tardíos a la vida el preguntado en algunas de las de las por ejemplo tejedoras que yo que en algunos de ellos tienen algunos *quipu* de forma decorativa y yo les preguntaba qué si lo utilizaban de alguna otra manera y ellas me comentaban por lo menos una comunidad donde dice que los *quipus* en alguna cosa en algunas ocasiones se utilizan aún para hacer conteo de ganado mi pregunta concreta es ya salmos que digamos que con certeza se sabe que se utilizaban los chasquis para emitir mensajes desde Ecuador hasta lo que se conoce como Chile para mensajes contables financieros pero también mensajes directos casi que era un código tan importante como el morse que todavía no la han podido descifrar por su importancia no pero ustedes stock y conoce que Cuáles son los usos que los usos y significados de la *yupana* equipo en la construcción de ese pensamiento matemático Incaica cuáles fueron y cuáles digamos ahora si todavía se toman y son útiles en el mismo bueno en otro contexto como en el que ya estamos en 2003 se organiza un curso sobre el uso de la *yupana* llegaron entonces pensando en eso pero de repente algunos colegas que no manejan posiblemente eso solo lo diga pero traes algo para your enseñado mi tesis para una especialización de la *yupana* consecuencia digitalizado insertando un elemento y aquí de salirme Está programado esto ya a través de matriciales todo eso de 0 a 9 1 fondos en pantalla 123 vacío 1 días alta Pues acá digitalizado porque Entonces lo hizo todo eso hablando de Juana Inca es un instrumento muy valioso pero le diré para aquellas personas que nos sentimos identificados con esa cultura nos ayuda bastante utiliza un poco Maná ancestral dibujado Pues que ve interesante que puede hacer uso digesa ya digitalizados usted tiene publicado ese trabajo para citarlo profesor el tiempo no lo puedo sacar esa tesis Buenos días Voy a realizar para que quede también

él como se dice más o menos el uso y el manejo de mostrar y manejar también más grande diseñando estos días nomás con sensores en lo que se refiere a equipo bueno Y para manejo de las operaciones básicas operación estadística de una simple cuántos watts animal tengan soberano vitamina pantalla de los números andrade de viola sistema posicionamiento que tenían llama sólida pasión ellos tienen la liquidez a diferentes tipos de color para significa diferentes cosas no y hacer el doble uso no es de lenguaje y también le lanzó numérico al mismo no generar estadística pues cuando todavía en el paraje misma época en Europa noches que ya ni siquiera la estadística que nace son en 1800 y aquí ya no es 1500 teníamos registros hasta éticos y contable sea eres impresionante la verdad celos la mayoría equipos están en Alemania en buzios logia arte Alemania y han sido gran parte soldados en el centro de que pudo acabes en estados unidos por un equipo de Harvard entonces vemos que nosotros mismo le vos sos sacamos la potencia de nuestro señor estaba el doctor Gary Burton se llama el Gary Burton entonces fíjese que por ejemplo estos de Harvard Y dónde viene estudiando 10 años y no han podido aún tienen algunos datos que están públicos y usted puede descargar en Excel de cifrados de los *quipus* pero como bien sabes algunos no significan números y no significan es lenguaje de cifrado en términos de organización política por ejemplo también enviaban como en el espíritu del código morse Entonces no por eso no han podido intificar el exactamente la naturaleza son tan potentes que los están sudando es allá y nosotros ahí le dejó serían desde la cosmogonía matemático los Incas el infinito y el cero porque sabemos que ellos que ellos como usted nos dice son las culturas más representación de las matemáticas de la naturaleza entonces la pregunta cómo se concebía en la enseñanza sobre todo si se sigue enseñando o se enseña Al infinito y el cero es de lo tradicional o si todavía se sigue enseñando estos dos elementos de las matemáticas desde la cosmogonía de esta gran comunidad como lo fue los Incas tour al como aymara en el altiplano el cero o como

que no tiene significancia solito significa donde no hay nada Qué pasa cuando hay vacío hay una unidad hay una paridad o si no me diga que va recién toma sus significados en lo que por ejemplo este si hablamos del infinito del cero y el infinito Infinity nunca se cuenta las estrellas una situación bueno que los abuelos han tenido una situación un poco más la realidad Pero eso sí esté indicado para la pro esté indicado para la producción pecuaria en particular en esta temporada pues hay que ser el chino casi no tienes pero si el infinito pues no en los currículos se está en los currículos actuales se utiliza enseñe todavía esos elementos geocentro de las comunidades dentro del currículo actual calendario comunal calendario festivo con una 5 hora pero mucho depende de quien lo planifique de quien lo programé lo ejecute en el aula entonces para ellos identificados y Pues toma en cuenta y en función a eso se puede decir que los resultados son buenas y yo quisiera decir lo siguiente el sistema educativo como tal en las comunidades arranca al niño o la niña desde el seno del hogar de este 3 o hasta de un año hasta los 17 años iniciales de 1 a 5 años de 6 a 12 años primaria de 13 A 17 años secundaria jovencito ya no conocen el manejo de los cultivos ya no conoce el manejo de la ganadería es ese hijo ya está descontextualizado de su entorno y el joven decepcionado porque no ingreso a la universidad y por lo tanto pues se siente como se dice ser que no ahora ya ese joven Bueno ya sea otra vez se redacta o se adapta la comunidad pero ya no conoces repente cuando es buena siembra o cuando es mala siembra las fases como se dice de la luna con los buenos y los malos leer los señaleros que te ayudan los señales a los animales las plantas y otros el barbecho todo sale unas hormiguitas y dejan unos montoncitos de tierra dormir haciendo esa no lo he visto el palpado realmente este hasta que ha sido parte sistema porque termine mi secundaria Bueno lo agarre superior para continuar un poco que detestaba mi lengua detestaba la forma de moros y la usanza de mis padres no quería que mi papá mi mamá esté a mi lado porque venía con Pollera o

venía con su sombrero Entonces como él mismo se ha generado un ser en lo cultural si no firmamos o reafirmamos en lo lingüístico a los estudiantes habremos perdido repente esa oportunidad de que ellos sí pueden sentirse parte de unidad o parte la cadera como docente y como alumno que también eso pesado cuando empecé a valorar la lengua así como le cuento de Las Cruces cuando empieza a llevar la lengua bien como debió ser el español entonces receta de lo externo de lo más valioso en nuestra cultura tenemos algo más 046 Dios está en tu tarjeta de crédito está en Atenas la ventanita así sino esto se esté antes que los Incas constante en el caracol Marino entonces entiende y por lo tanto que como la cultura pues este así como esta si acá tenemos la circular pensar Desde esa postura es Así es apreciada amiga más o menos lo que se refiere a la forma de ver actualmente en algunos lugares Jorge me lo vende por la por la infinitud y vamos por ahí están Y que no puedo medir una vez mi abuelo me dijo el arcoíris eso jamás se señala con el dedo muchas cosas en 23 palabras está toda una filosofía o la cosmovisión andina desde ese punto de idioma pregunta íntima profesores ya les ha descrito frontier entrevista no era de antes pues usar un espero que así pociones contextual es desde que llevar una de sus procesos de matemáticas gemelos común y haré como parte la cultura matemática y cosa hemos hablado la representaciones de la de la de los alimentos con textuales pero usted cree que aparte propia los sermones más enumera válvula no creo presentó cómo crees artista está dijo final agronomía cola es socio de la de las de los envíos le sucede la tierra se comenta que pasión de lo gastronómico pero que trates así que otras situaciones contextual cree que llevar una ataques arrullar a esos elementos matemáticos tan fuertes para pleno siglo 16 Me parece la propia necesidad de que uno si tiene que tener pues no la cantidad de los bienes o la cantidad de lo que poseo porque casi no sería este de contar con una ma una matemática para la vida lo que es del entorno yo Cuántos terrenos tengo el vecino tiene Cuántos ganados el ganado vacuno o cuantos

este yo creo que el proceso de matematización Bueno me profesor Muchísimas gracias por todo su tiempo sobre todo por las princesas que nos ha contado de cómo lo ha vivido como profesor como estudiante como parte de la comunidad granos experiencias también de su familia para explicar un poco como como si esos procesos y como Ellos tenían tienen han tenido y tienen mucha sabiduría que muchos créame que mucho nuestros estudiantes que pueden estar yo creo que usted en Esa visión de esos procesos de estimación y esos instrumentos que ellos tienen implícitos si lo lleváramos los potencializamos a nuestros estudiantes así como la puesta que le quiero dar a mi tesis articulando lo sabes como usted lo está haciendo con la lengua de las Matemáticas y ya le felicito por la puerta que está haciendo de la sistematización de la *yupana* porque es un esfuerzo muy importante que no solo Jesús que va a permitir trascender Perú Porque fíjese que porque los orientales son tan bueno sí bueno está el c\*\*\*\*\* Muchas gracias profesor y ojalá podamos tener una pronto noticias de su *software* para para el Colombia también implementar y porque no usted de sus propios documentos del ministerio trasciendan a unos propios que nos ayuden nos den más luz a nosotros como comunidad latinoamericana Exacto o sea lo imagino al menos al malestar con su forma de expresión me siento muy motivado y que no son los únicos repente que estamos pensando en eso y que tengamos el éxito tanto donde ustedes radica como aquí en el Perú del Azar nos y sir impulsando porque los saberes han sido más más más fructíferos más eficaces que repente que la tecnología No dejando de lado Tampoco porque también eso nos ayuda un saludo cordial también allá los al final somos hermanos por el pensamiento el saludo pues a Colombia me siento muy enaltecido de haber conversado con una hermana más que viene de otro de otra latitud está presente en esto creo Permítame un segundito le doy antes que todo guardarducción pecuaria en para la producción agrícola en esta temporada pues hay que ser el chino

si todavía estoy conversando un rato Cómo podemos incorporar los museos todos los saberes ancestrales Cómo es conocimiento cierto por ejemplo las medidas no convencionales parte del cuerpo se usa como una medida ya sea por ejemplo los dedos la palma una medida por ejemplo del punto que le llama cuidado que lo vayas a votar va a llorar ahora cuando uno va al campo la chacra sembrar la papa entonces tendríamos la medidas que tenemos los pasos no para medir y el cálculo de la vista también para medir entonces tú sabes Pero bueno eso es uno lo otro son instrumentos que nos están usando instrumentos contables conocido por ejemplo estudiado hasta ahora tal vez no había llegado el uso como lo hacían para solo sabemos que es un instrumento contable que va con lo que es bueno Yo también bueno Qué significa por ejemplo el hecho de hacerla problematizar a través de interrogantes trabajo con los niños y para los niños es algo interesante ya material educativo no lo están haciendo no lo hacen como un instrumento un medio para que los niños puedan aprender maestro no aceptan o no le da el valor todos los saberes el gran problema para podernos incorporación de ahora la cultura local lo que se quiere es un diálogo de saberes El encuentro de saberes la local y que nos ofrece la cultura moderna elemento para incorporar lo otro sería por ejemplo esto elementos de la naturaleza las aulas puedas digamos la religión se trata de ver cómo es que llegamos con la naturaleza la espiritualidad otro elemento Andy no podría ser no sabes tú tienes alguna idea los abuelos y cuáles son sus saberes en la naturaleza cuando hablamos de distancia cuando hablamos de todo lo que ellos crean por ejemplo las artesanías matemáticas En todo caso un elemento importante

las matemáticas aparte de los mencionados también serían tomar en cuenta las tecnologías que ellos utilizan que de acuerdo a las necesidades utilizando tecnologías propias cuánto de eso sirve para ayuda Todavía sirve esos instrumentos Me parece que también tiene que ver mucho movimiento de la luna planificar Tenemos también la luna que va menguar nuestra vida cambió nuestras formas de ser si haces lo contrario a la Luna no te salen las cosas otra elemento que ya no están incorporado ahora el ciclo las Estrellas y la Luna marca en el ciclo de vida también ciclo de vida el ciclo acrocentrico Las campesinas por ejemplo la observan las estrellas observa en los meses de mayo se observa mayo junio y Abasolo la cruz del Sur bueno los agujeros oscuros YouTube se nota se nota claro noroeste y al sur que está entonces se dialoga con ellos se conversa con ellos las plantas las plantas como eso le llaman los diálogos son indicadores son los animales los animales ya sea por ejemplo ya nos indica tenemos por ejemplo nosotros el hecho de que En qué en qué en qué lugar ya sea en una parte de baja en una parte arriba vas estudiando si es un indicador el huevo el color del huevo que elementos acompañan en su nido por ejemplo en la parte alta la luna los animales las plantas la naturaleza por su blusa cabemos para procesar el chuño la papa muy poco lo utiliza cuando una estrella parpadea valor dependiendo si la estrella parpadea una parte baja la parte al medio es otros elementos conjunto de elementos por ejemplo para poder Exacto todo lo que usted nuncio es no dar las matemáticas en sí mismo sino si no presenta la dentro del contexto de la naturaleza para la interpretación la seremos las matemáticas Debería suponer Debería ayudar a los estudiantes que hicieran predicciones Y qué más si no utilizamos el cielo para esas mismas predicciones en la enseñanza de las Matemáticas excelente occidental entonces paralela comparativo y ahí se puede establecerse es la mejor forma de fortalecer..... la incorporación de otros saberes hace que tenga sus haberes aquí lo que tendríamos que se conocimientos o paralelos que teníamos que presentar a eso los saberes

ancestrales bueno la cultura occidental está avasallando no podamos por ejemplo no le llamaríamos combinar sino una estrategia o una metodología Entonces sería de que el maestro esté preparado de llevar adelante 2222 culturas lo que más antes le indicará la cultura local forma antihorario y horario entonces Qué actividades SS calendario algo que despierte el interés al niño ya está puede fortalecer el calendario comunal no le va a servir por ejemplo a uno que es de Cuzco provincial de paucarcolla que es mi tierra no le va a servir porque cerquita por ejemplo que no es propio es flexible analízalo específico local propio decides entorno tanto los saberes también de los animales lo que le decía no sirve para otros sitios y parece que solamente realidad podría similitudes porque el sol las estrellas no aparece fluidez 2 formas para fortalecer primero construir un calendario comunal y luego viene una vez que construye entonces maestro estaría preparado Pues sabe lo que tiene que ver si este maestro no está preparado es como una especialización activos las ceremonias ya estamos hablando Pues en febrero por ejemplo son las tallas las Incas son los carnavales y florecimiento a las plantas a la madre tierra tendría que recogerse de sus haberes qué tan que se están volatiliza no están desapareciendo Miriam maestro se prepara con eso puede ser el diablo cultural maestro se prepara con eso puede ser el diablo cultural..... son calendarios un resumen serían calendarios locales que giran alrededor de las actividades espirituales económicas y sociales de la comunidad socio productivas en esto de estar formado el maestro para conocer el contexto de la comunidad que entra y glosa para conocer la comunidad sí misma los saberes y escuchar a los abuelos y a la comunidad sobre Cuáles son las intenciones educativas que entonces tienen para su para sus centros de instituciones educativas qué tanto que tanto estamos preparados nosotros para eso.... son calendarios un resumen serían calendarios locales que giran alrededor de las actividades espirituales económicas y sociales de la comunidad socio productivas en esto de estar formado el maestro para conocer el contexto de

la comunidad que entra y glosa para conocer la comunidad sí misma los saberes y escuchar a los abuelos y a la comunidad sobre Cuáles son las intenciones educativas que entonces tienen para su para sus centros de instituciones educativas qué tanto que tanto estamos preparados nosotros para eso era la pregunta no.....

sí así es.... y está nuevamente perfecto profesor conocimiento saber debe servir preparamos para poder mejorar sus condiciones de vida diría yo por ejemplo ayuda bastante como un instrumento contable Cuánta población tiene ahora el equipo es otro instrumento que lo han usado para guardar es importante yo estaba investigando en esto el quipo hay hasta tres tipos de equipo hay un tipo contable hay un tipo poético y hay un equipo histórico este equipo guardaba donde se dice que esto dónde podríamos decir si quieres guardar la historia de un pueblo entonces a través del tipo se podía guardar se podía contar si podía organizar esto ahora en el equipo también esto conocemos que solamente el tiempo es contable pero no solo eso es poético también el maestro el que le llamaba a través de sus empezaba a recitar o declamar un poema En todo caso es una maravilla para nosotros no se aplica las comidas mismo ahora mismo no se enseña sistema de numeración decimal pero digamos el Ministerio como tal no ha implementado programas de formación ósea donde se utiliza el equipo y la *yupana* toda para hacer conversiones decimales en diferentes bases numéricas o no se le da el uso que debería dársele o histórico o no se conocerá las comunidades no es obligatorio presentarlo si podemos utilizar cloro te propone poder utilizar pero no nos obliga sino que es lo que tiene mis profes Yo solo que ustedes han aportado y creo

que me han dado muchas ideas para el trabajo y cuando tenga Supongo en un año la finalización estaría de alguna forma comunicando para para hacerles llegar por lo menos la grabación de lo que en síntesis después de cruzar entrevistas aplicar instrumentos y la comunidad de Sikuani con la que yo también trabajo en Colombia y que tienen algunas similitudes como usted dice hay cosas que son propias y el Puma de acá nos el día Ya y La pureza montaña no sale esa misma estrella pero ciertamente si tienen Atos espirituales que los unen entonces creo que desde ahí podemos trabajar cosas bien interesantes.

#### 9.4. Matrices de análisis documental

##### 9.4.1. Matrices del análisis documental Inca.

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>			
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha: 1			
Nombre del documento: YUPANCHIS, las matemáticas Inca y su incorporación a la clase.			
Tipo de Documento: Artículo			
Autor: Yonit Bousany			
Páginas: texto completo			
Institución a la que pertenece:			
Ciudad y Fecha de edición: 12 de mayo de 2008			
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situaciones problema</b>	<b>Concepciones y nociones</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			

Etnomatemática	Cómo enseñar los fundamentos básicos matemáticos con éxito, desde una perspectiva que permita al aprendiz generar el aprendizaje desde sus propias necesidades y las de su entorno social y cultural	Se parte de una conceptualización de las matemáticas que no solo abarque sus características inherentes y universales “platónicas”, esto es, que esté regida por reglas invariantes que no dependen del lugar donde se practiquen, cómo se practiquen, ni quien las practique. No obstante, su aprendizaje, apropiación y usos específicos si varían de sujeto a sujeto y, mucho más, de cultura a cultura. Por ende, las matemáticas no es solo el conjunto de reglas que la componen, sino que es una práctica cultural, cuyo origen no es el mundo de las ideas, sino que proviene de necesidades específicas de las personas y se desarrolle dentro de un conjunto de representaciones y se integre a este, para formar cosmovisiones y nuevas prácticas humanas.	Se propone una enseñanza de las matemáticas que no comience desde el lenguaje propiamente matemático, es decir, el que muestra de manera más precisa y concisa las formas platónicas que la componen. Tal enseñanza debe partir de las formas propias que los individuos tienen de representarse el mundo. Y tales formas de representación, contienen elementos matemáticos que ya utilizan en su vida diaria. Así mismo, las prácticas escolares lideradas por el docente deben llevarse a cabo dentro del marco de las prácticas culturales en las que ya están inmersos los estudiantes. Esta forma de representar una educación étnica de las matemáticas tiene como principales argumentos: a) La facilitación de un contexto agradable y cómodo para el estudiante. b) La vinculación del saber matemático con la cultura del estudiante y con la concientización del estudiante de su propia cultura. Es decir, la vinculación del saber matemático con su propia historia y la de su entorno social. Así, un niño que vive en una cultura en donde el saber se transmite de manera oral, debe aprender matemáticas, a partir de didácticas orales que asimilen los procesos orales que este desarrolla.
La oralidad en la escuela Wiñaypaq (escuela Quechua)	¿Cómo mantener la tradición oral de la comunidad quechuahablante, dentro de una realidad	Enseñanza de las matemáticas a través de métodos quechuas, a pesar del problema de no enseñarlos en su lengua	Es importante señalar que los nombres de los números tienen otros significantes y significados, que van más allá de la referencia al objeto

	<p>educativa hispanohablante y eurocentrada, con miras a aportar a la educación matemática y al desarrollo de los niños quechuas?</p>	<p>natal.</p> <p>La ontología y gramática de los números</p> <p>Quechuas: poseen un protolexema para cada número de la serie de 1 a 10 y, para los múltiplos de 10 hasta el millón. Donde los múltiplos de 10 se combinan con los otros números para formar el resto de los números naturales. Cuando el múltiplo de diez, o el número 10 se pronuncia primero, se multiplica con el de la serie de 1 a 9 para formar un nuevo número. Cuando la pronunciación es la inversa, se suman los números para formar uno nuevo.</p> <p>Esto evidencia la presencia de la aritmética en las matemáticas quechuas y el manejo símbolos orales para maniobrar con objetos de manera matemática. La escritura de los números quechuas se da solo en castellano, por lo que estos tienen un carácter preminentemente oral y que se mantiene gracias a la tradición oral.</p>	<p>matemático.</p> <p>Para los quechuas cada protolexema tiene un significado vinculado a su cosmovisión. Por otro lado, las relaciones entre estos nombres se estructuran para describir parte de la estructura social en la que viven los quechuas, en términos de jerarquías y vínculos concretos.</p> <p>No obstante, el contenido aritmético de las relaciones entre los números que nos ofrecen estos nombres se conserva para la elaboración de esos significados, en donde las relaciones numéricas son metáforas de las concepciones culturales.</p>
<p>Las matemáticas Inca, dentro de la oralidad y el uso de los instrumentos</p>	<p>¿Cómo registrar adecuadamente los censos de población, para poder establecer correctamente los</p>	<p>En el uso de los <i>quipus</i> y de la <i>yupana</i> se evidencia el uso de la base decimal y el conocimiento del</p>	<p>El <i>quipu</i> y la <i>yupana</i>, al reflejar el uso del sistema decimal en el pueblo Inca, muestra cómo el entendimiento de este concepto (o mejor dicho de uno análogo al</p>

matemáticos	<p>porcentajes de tributos? Los Incas utilizaron los <i>quipus</i> y las <i>yupanas</i> para esta tarea.</p>	<p>concepto de “cero”.</p> <p>La división de los nudos en el <i>quipu</i> muestra que cada sección representa el ascenso o descenso a una potencia de diez. Por otro lado, la ausencia de nudos en algunas regiones del nudo, muestra que se tiene conciencia del número cero, puesto que se lo representa, aunque no se lo nombre.</p> <p>El <i>quipu</i> se nos presenta como una manera de llevar registros sin necesidad de la escritura. Desde el punto de vista pedagógico puede servir como una manera de mostrar cómo es posible organizarse administrativa y políticamente sin la posesión de escritura y también, cómo la historia no solo es la historia escrita, sino que hubo otras formas de generar registros.</p> <p>La <i>yupana</i> evidencia la presencia de los mismos elementos matemáticos del <i>quipu</i>, pues permite realizar los cuatro procesos aritméticos básicos de manera satisfactoria. Además, se usaba en conjunto con el <i>quipu</i> para calcular los valores que después se registraba en este, pero convertidos en</p>	<p>de la serie decimal) influía incluso en la organización demográfica de los Incas. Las jerarquías del <i>quipu</i> y la <i>yupana</i>, para organizar las potencias de 10, son análogas a la manera en cómo se organizaba a la población para censarla.</p> <p>Por otro lado, se podría considerar la posesión de estas herramientas y el conocimiento acerca de su uso, como parte componente del poder de gobernar y administrar, ya que quien poseía estos artefactos y comprendía su funcionamiento, estaba en un lugar de la sociedad que le permitía tomar decisiones sobre la administración política de los recursos.</p> <p>La división que plantea el texto en términos del tipo de educación que recibían los Incas, de acuerdo a su posición social, entre los nobles y el pueblo; nos muestra cómo, a pesar de que el saber matemático Incaico partía de situaciones problemáticas, es decir, de necesidades reales que poseía la sociedad Inca, la reproducción del saber no se daba equitativamente, sino que tal saber era primordialmente dominado por quienes ostentaban el derecho a gobernar y administrar los bienes políticamente. Al parecer no todos los habitantes de la sociedad Inca reproducían los saberes sistemáticamente.</p> <p>No obstante, las matemáticas se hicieron presente en diversas esferas de la vida Inca. Partiendo</p>
-------------	--	---	---

		<p>información.</p> <p>Es importante resaltar la gran incidencia que tuvo la base decimal en la resolución de los problemas organizativos que iban surgiendo en la vida de los Incas.</p>	<p>de un sistema numérico, construido desde la base decimal, sirvió para comprender los ciclos naturales y desarrollar la agricultura; bastión de la economía prehispánica, en general. La organización secuencial de los ciclos naturales y la observación del firmamento logró sistematizarse y organizarse desde la oralidad (sin escritura), lo que resulta fascinante para una cultura (la occidental), cuya historia se construye, en gran medida, desde la escritura y los documentos escritos.</p> <p>Las matemáticas Inca parece construir la cosmovisión Inca y los símbolos que representan lo natural, pero también parece (las matemáticas Inca) construirse desde esa cosmovisión y desde esos símbolos. Tales símbolos no se separan de sus vivencias cotidianas ni de la construcción de su hábitat. De manera que todos los productos que componen su cultura material vienen a ser una representación formada por esas matemáticas, pero también de cómo esas matemáticas se construyen a partir de sus vivencias y necesidades.</p> <p>Así en el tejido Inca, que no exige un conocimiento propiamente matemático (de las reglas que rigen el sistema decimal) por parte de quien teje, pero que el tejido mismo, su producción, presupone una cultura que se apropia de ciertos elementos matemáticos, para que se dé el principio que rige la</p>
--	--	---	--

			producción de los tejidos y así, estos puedan reproducirse en la práctica concreta de su realización, por medio de la tradición oral.
El uso pedagógico de los instrumentos matemáticos	¿Cómo rescatar los saberes prehispánicos para el aprendizaje de las matemáticas y a la apropiación de sus conceptos básicos?	<p>El uso de los instrumentos matemáticos (el <i>quipu</i>, la <i>yupana</i> y la <i>taptana</i>) en la enseñanza de las matemáticas, permite la ampliación de los recursos que se poseen para desarrollar las habilidades y conceptos básicos que necesitan los estudiantes.</p> <p>En primer lugar, permiten crear una atmósfera de juego para los estudiantes, una didáctica adecuada que permite el dinamismo suficiente, para mantener el interés en el desarrollo de las habilidades y la solución de problemas matemáticos.</p> <p>Se pueden trabajar varios conceptos aritméticos y su aplicación en una gran variedad de actividades.</p> <p>El <i>quipu</i> permite trabajar de manera dinámica y mediante una apropiación de los conceptos, por medio de la manipulación motriz del <i>quipu</i>, conceptos importantes como el <i>valor posicional</i>, así como el desarrollo de habilidades tales como clasificar y sistematizar la información; así como</p>	<p>La conceptualización que permite la metodología descrita en el texto, lleva a importantes reflexiones acerca de la didáctica y más allá: a la pedagogía. Invita a pensar en la ampliación de las representaciones que los estudiantes elaboran acerca de su experiencia en la escuela, para llevar tales experiencias fuera de sus límites y hacer que este deje de ser un lugar marginal respecto a la realidad de los estudiantes.</p> <p>Los objetos que manipulan los estudiantes, no solo permiten desarrollar concepciones y nociones matemáticas concretos y avanzar en las habilidades que permiten aplicarlos a situaciones concretas, sino que además dotan de múltiples símbolos, imágenes y significados a la práctica que tiene lugar con ellos.</p> <p>El acompañamiento de los relatos históricos y del contenido metafórico que cargan los elementos de las matemáticas Inca, hacen que no existan límites cualitativos respecto a los contenidos y nuevos marcos de representación que pueden abordar los estudiantes que experimentan con los objetos. Contextualizar el objeto históricamente permite rebasar el campo de las matemáticas (sin abandonarlo) e ir a las otras áreas del conocimiento, incluido</p>

		<p>la aplicación directa de los conceptos matemáticos a situaciones reales, sin necesidad de una teorización acerca de los elementos que entran en juego.</p> <p>En el caso de la <i>taptana</i>, se fortalece la comprensión de la base decimal, gracias a la ejercitación de las operaciones aritméticas, que se visualizan mejor, también gracias a la manipulación motriz de los objetos físicos que representan las abstracciones matemáticas.</p> <p>La producción de tejidos permite trabajar transversalmente varios conceptos geométricos y enlazarlos con los conceptos matemáticos, sin la necesidad de explicarlos teóricamente. Teniendo como virtud la experimentación sensorial, activa y manipulativa de los objetos en donde se van componiendo esas relaciones geométricas y matemáticas, que se van analizando más sencillamente, cuando se van produciendo y observando.</p> <p>Finalmente, el uso de todos los instrumentos tiene la característica común de desarrollar el aprendizaje a partir del</p>	<p>el trabajo artístico y creativo, para conectar diferentes enfoques disciplinares, bajo una misma gama de representaciones. Que un objeto permita pasar por contenidos propios del área de lenguaje, sin perder el objetivo central (enseñar a sumar y restar) demuestra que la transversalidad del conocimiento no solo ayuda a la apropiación más efectiva, motivada y motivante de los contenidos, sino que permite que el estudiante se replantee constantemente sus marcos de referencia generales y explore diversas maneras de desvelar la realidad.</p> <p>La metodología planteada, es una posibilidad para abandonar viejas formas de enseñanza escolástica (en un uso peyorativo del término) en donde el centro de la actividad escolar es la memorización de una serie contenidos, tratados en forma de enunciados irrefutables y aparentemente neutros, pero que contienen una <i>episteme</i> concreta, una forma de ver la realidad. Se nos ofrece un marco que no presuponga una única manera de acceder a los contenidos y nos incita a la creación y apropiación de diversos marcos de referencia. Por último, se concluye con una invitación a valorar la palabra de quienes se pretende educar e instruir, donde por palabra se entiende toda una manera de comunicar lo propio de la vida del estudiante y de la cultura a la que pertenece.</p>
--	--	---	--

		juego y, de mantener la totalidad de la experiencia enfocada en el desarrollo de ciertas habilidades concretas (que se pueden visualizar en acciones) y no tanto en contenidos que deben ser memorizados o captados por la mera fuerza conceptual de los mismos. La teorización se hace posible, pero siempre desde una práctica concreta: el juego.	
--	--	--	--

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI – FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL-”</b>	
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	2
Nombre del documento	The creast of the peacock, non european roots of mathematics.
Tipo de Documento	Capítulos del libro: Capítulo 2, Bones strings and stones: Knotted strings from Southamerica, an Inca abacus?, the emergence of written systems: a disgression.
Autor	Joseph Geevarghese George
Páginas	45-65
Institución a la que pertenece	Princeton University
Ciudad y Fecha de edición	Reino unido, 2011
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	

UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Concepciones y nociones	Representaciones
Secciones y párrafos			
<p>El uso de los nudos y las cuerdas como registro histórico en las Américas, en general y, en los Incas en particular.</p>	<p>¿Cómo guardar registros de información, dada la desconfianza que podemos tener frente a nuestra memoria?</p>	<p>La comprensión del <i>quipu</i>, presuponen la posesión de un sistema numérico construido a partir de la base decimal, así como de elementos aritméticos básicos. Si bien el <i>quipu</i> no era usado para realizar cálculos matemáticos, era necesario que quienes lo manejaban fueran capaces de maniobrar tranquilamente con, al menos la suma, la resta y la multiplicación, puesto que sería imposible comprender que ciertos nudos representan múltiplos de diez, sin la posesión de los conceptos aritméticos que al día de hoy consideramos básicos.</p> <p>Por otra parte, la construcción de los <i>quipus</i> presupone el manejo de estructuras lógico matemáticas, puesto que la organización de las variables representadas en la cuerda, a través de su color, la calidad de los nudos y su posición; no era aleatoria. Por el contrario, en un mismo <i>quipu</i> la información registrada solía vincular</p>	<p>Los nudos vienen a ser representaciones matemáticas, dependiendo de su cantidad y posición en el <i>quipu</i>. No obstante, su valor representacional no se reduce a las matemáticas, sino que parecen guardar cierta relación con las jerarquías sociales y la validación de la autoridad. Son también símbolos de los roles sociales y de las interacciones entre estos roles.</p> <p>El <i>quipu</i> daba la posibilidad de llevar varios registros simultáneos en uno solo. Por lo que había distintas variables representadas, dependiendo del color y posición de las cuerdas. No obstante, era posible colgar a estas cuerdas, otras cuerdas que aumentaban la cantidad de variables representadas en el <i>quipu</i>.</p> <p>Aparte de la representación de una variable concreta, los colores y tal vez también la posición de las cuerdas en el <i>quipu</i> eran representaciones que también guardaban representaciones culturales, donde la posición de la cuerda y su</p>

		<p>los diferentes números que se representaban. La estructuración de sistemas que permitieran manejar la información para registrarla e interpretarla una vez registrada hace evidente el desarrollo de conceptos y pensamiento matemático en los mayas. No solo la existencia del sistema numérico es lo relevante en el análisis de los <i>quipus</i>, sino que, a la vez, es notable ver el uso que se le daba a ese sistema numérico, en la organización lógica de la información. Los censos que se hacían con los <i>quipus</i>, evidencian la capacidad de los <i>quipucamayoc</i> para crear varias categorías de análisis de la información y de subcategorías vinculadas a las primeras. La creación de sistemas lógicos para el análisis de la información también tenía en cuenta la economía en el registro, lo que da cuenta de otro uso matemático del sistema numérico Inca. Se propendía por registrar la mayor cantidad de información utilizando el menor</p>	<p>color podían ser metáforas de algún elemento significativo en la cosmogonía Inca.</p> <p>De acuerdo a la posición en los nudos de la cuerda, estos representaban unidades, decenas, centenas, miles, decenas de miles, e incluso centenas de miles. Entre más arriba estuviera el grupo de nudos, se iba aumentando la potencia de 10 que estos representaban. Sin embargo, el tipo de nudo hecho en la cuerda también cambiaba de acuerdo a la potencia de 10 representada. Aunque esta parecía ser la manera más común de representar los números, a través de los nudos en las cuerdas, no era la única. No obstante, se mantiene siempre la representación de las potencias de 10 en grupos de nudos.</p> <p>Ahora bien, los objetos acerca de los cuales se registraba información eran variados, pues iban de censos de población para calcular luego la proporción para el cobro de los tributos, o bien, un control de los crímenes cometidos por determinados grupos de población. Esto muestra de qué manera el uso de las matemáticas era crucial para la organización</p>
--	--	--	--

		<p>número posible de cuerdas y, creando funcionalidad y versatilidad para posteriores lecturas.</p>	<p>política del imperio Inca.</p>
	<p>¿Cómo llevar información de un lugar a otro, distorsionándola lo menos posible, para efectuar el control de la población y el reparto de obligaciones y derechos?</p>	<p>La capacidad de los Incas para transportar mensajes en general y, en particular la información guardada en los <i>quipus</i>, nos demuestra un gran nivel de organización política. No obstante, dicha organización era posible solo bajo la posesión de ciertos conceptos que permitían la eficiencia y eficacia de esa organización. Detrás de las carreras de los <i>chasquis</i>, se lee la conformación de un estado capaz de vigilar y controlar una gran cantidad de población, repartida en un vasto territorio. No obstante, la organización y control territorial solo fueron posibles por el dominio matemático que alcanzaron los Incas, pues guardaban información, gracias a que ya poseían la aritmética y la base decimal. Lo anterior fue condición necesaria, si bien no suficiente, del desarrollo del imperio Inca.</p>	<p>Que los <i>quipus</i> eran un instrumento necesario para el control y la estabilidad del imperio Inca, se refuerza con la idea de que quienes manejaban el <i>quipu</i>, los <i>quipucamayos</i> representaban poder o, por lo menos, cercanía al poder. Si el <i>quipu</i> (y todo lo que implicaba su existencia y manejo) era un instrumento necesario para el estado, el <i>quipucamayoc</i> era el brazo administrativo del emperador, por lo que estaban estrechamente relacionados. Por otro lado, parece que los <i>quipucamayos</i> eran altamente respetados por el pueblo, por lo que la información de los <i>quipus</i> era fuente confiable de información.</p>

<p>La <i>yupana</i> y las matemáticas prácticas.</p>	<p>¿Como realizar cálculos numéricos para resolver preguntas astronómicas, construir calendarios y hallar diversos valores para registrarlos en el <i>quipu</i>?</p>	<p>Aunque no es clara la manera exacta en la que los Incas usaron su la <i>yupana</i> para realizar cálculos aritméticos, es evidente que la usaban para esto. Además, que su uso estaba asociado con el uso del <i>quipu</i>, por lo que eran capaces realizar, al menos, la suma, la resta y la multiplicación. Parece que los operarios del <i>quipu</i>, los <i>quipucamayoc</i>, eran capaces de maniobrar con el número en términos abstractos, es decir, sin necesidad de contabilizar un objeto determinado, puesto que las operaciones realizadas en la <i>yupana</i> y, el posterior registro de esas operaciones en el <i>quipu</i>, podían ser operaciones sobre multitud de objetos y, los conceptos necesarios para realizar tales operaciones no variaban de acuerdo al objeto que se estuviera contabilizando. No obstante, siempre se usaban las matemáticas para la resolución de un problema que si implicaba objetos determinados. En otras palabras, el problema que llevaba al uso de las matemáticas surgía de la vida cotidiana y de necesidades</p>	<p>Las formas de representar los valores asociados a la contabilidad de determinados objetos y de representar el cálculo de dichos valores, que precedía al registro, parece que también eran universales. Los símbolos usados para realizar los cálculos matemáticos eran los mismos en todos los lugares del imperio, al parecer, aunque no se conozcan en detalle los significados que reflejan los símbolos de la <i>yupana</i>. Lo anterior se puede afirmar, porque al estar asociados los usos de la <i>yupana</i> al <i>quipu</i>, se debe tener en cuenta que los <i>quipus</i> eran instrumentos informativos que viajaban de un lugar a otro y no solo registros de información. No obstante, es posible que existiera más de una manera de usar la <i>yupana</i>, en términos de cómo se hacían los cálculos, puesto que no siempre se usa el mismo sistema de símbolos para realizar cálculos y el mismo sistema para registrarlos. Es posible que la <i>yupana</i> no se usara partiendo de la base decimal, aunque es una hipótesis muy plausible. Sin embargo, lo anterior no acaba con la idea de que había un sistema universal de representación. Tal sistema</p>
--	--	--	--

		<p>concretas, pero se tenía un sistema general para su resolución, cuando las matemáticas podían aportar a su solución. En la astronomía, por ejemplo, se podía querer calcular el período sinódico de algún astro que estuviera asociado con variaciones climáticas específicas. Aquí el problema inicial está en saber cómo llevar a cabo una agricultura más eficiente. La resolución de este problema lleva más adelante a un problema matemático, que se resuelve con el uso de la aritmética, cuya aplicación, para los Incas, implicaba el uso de la <i>yupana</i> y el <i>quipu</i>. No obstante, las herramientas que estaban implicadas en el uso de la aritmética, se usaban de la misma manera a la hora de hacer un censo poblacional para cobrar tributo o registrar las deudas de los habitantes de determinada aldea. Lo anterior, por tanto, evidencia la existencia de una serie de conceptos invariantes en las matemáticas Inca, tanto en su práctica, como en sus elementos teóricos (si es lícito usar este</p>	<p>podía tener variaciones a la hora de realizar los cálculos, pero estas variaciones no podían alejar demasiado el sistema de símbolos usado para realizar los cálculos en la <i>yupana</i>, del sistema de símbolos usado para registrar la información en el <i>quipu</i>. Lo que haría que a pesar de las variaciones en las presuntas diversas formas de usar la <i>yupana</i> (en cuanto a lo que simbolizaban los puntos y su ubicación dentro de ella) no se pueda pensar muy grandes, sino que las formas de representar el número eran fácilmente compaginables o traducibles entre sí. En conclusión, no debían ser muy variadas las formas de representar las matemáticas como para suponer la existencia de varios sistemas de símbolos. Vendría a ser más parecido a la variación en las representaciones que ocurren dentro de una comunidad que habla el mismo dialecto, pero que tiene distintas jergas. Aunque varíen las palabras y el valor de las mismas de una jerga a otra, no suele variar demasiado la forma de representarse las situaciones y el mundo, dentro de personas que hablan el mismo dialecto dentro de una comunidad.</p>
--	--	---	---

		<p>término, puesto que podríamos limitarnos a afirmar que los usuarios del <i>quipu</i> y la <i>yupana</i> debían aprender una serie de conceptos o reglas determinada, para poder usar las herramientas matemáticas). El autor parece evidenciar que, aunque existan diversas maneras de elaborar los sistemas matemáticos y puedan partir de diferentes bases numéricas, siempre deben partir de una base determinada (o varias), puesto que solo así se desarrolla un sistema de representaciones que permite aprehender los elementos matemáticos.</p>	<p>Lo que hace que, en general, puedan entenderse unas a otras y apropiarse con facilidad de las palabras desconocidas. En el caso de los Incas, la adopción de la base decimal, genera una forma específica de representar los números, tanto para su registro en el <i>quipu</i>, como para el cálculo de valores en la <i>yupana</i>. Esta forma de representar, como ocurre en otras culturas, siempre está atada a su cosmovisión y a prácticas culturales y sociales específicas, las cuales vienen ya plagadas de símbolos y representaciones que guían las representaciones que se adoptan para simbolizar los números, pero que también son guiadas por estas. El número, entonces, no solo es factible de ser representado, sino que en muchas ocasiones se transforma en representación de algo más. Así, ciertos números (tanto la palabra que lo denota, como el número que es denotado por la palabra) son símbolo de un hecho perteneciente a la sociedad Inca, es decir, se encuentran imbuidos en su práctica cultural.</p>
--	--	--	--

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<p><b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>  <b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b></p>				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>				
Número de ficha	4			
Nombre del documento	<i>Quipus del Tawantinsuyu</i>			
Tipo de Documento	Capítulo de libro: Introducción a la parte I			
Autor	Andrés Chirinos Rivera			
Páginas	11-20			
Institución a la que pertenece				
Ciudad y Fecha de edición	Limas, Julio de 2010			
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>				
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Concepciones y nociones</b>	<b>Representaciones</b>	<b>Aplicación pedagógica</b>
Los <i>quipus</i> y su uso específico	¿Cómo llevar registro y mantenerse informado acerca de las múltiples necesidades que genera una guerra, para abastecerse correctamente? Además, ¿Cómo	El registro de las mitas de soldados evidencia el carácter administrativo del uso del <i>quipu</i> . Sin los <i>quipus</i> no habría sido posible la dirección y administración del	La organización política del imperio Inca y las sucesivas guerras que ocurrieron para su control, muestran que el manejo del <i>quipu</i> ponía a determinados individuos en una posición de poder,	Se observa la posibilidad de instruir acerca de los <i>condicionamientos históricos</i> que llevaron a ir cambiando el uso específico que se le dio al <i>quipu</i> . Muy importante resulta la distinción entre el uso del <i>quipu</i> antes de la

	<p>llevar información precisa acerca de los diversos sucesos de la guerra, cualitativa y cuantitativamente de un lugar a otro, para tomar las decisiones correctas?</p>	<p>vasto territorio del <i>Tawantinsuyu</i>, puesto que era el registro matemático y sistemáticamente organizado el que permitía el desenvolvimiento efectivo y eficiente de quienes dirigían la guerra. Saber con precisión las necesidades de las tropas y las cantidades de guerreros muertos, permitía saber cuánto era necesario enviar en términos de alimento, armamento y nuevos guerreros para la batalla.</p>	<p>respecto a los demás. El conocimiento de la información del <i>quipu</i> era la que ofrecía las bases para decidir el destino que un número amplio de personas. Si bien la guerra no se puede explicar por la mera existencia de la información registrada en los <i>quipus</i>, la fiabilidad que ostentaban tales registros, daba para tomar determinadas decisiones en el transcurso de la guerra. Por lo que se puede suponer que esa información representaba un asunto de vida o muerte, no solo para quienes sabían leerlo, sino y especialmente, para quienes no sabían, pues era más probable su participación directa en la batalla, que entre quienes la organizaban y dirigían.</p>	<p>conquista y luego el uso del <i>quipu</i> durante la conquista. Además, la gran influencia que tuvo el <i>quipu</i> en términos administrativos, desde la contabilidad de los tributos, hasta su presencia durante las guerras, junto con el contenido político del <i>quipu</i>, mostrando lo que acarrearía saber y poder manejarlo y, no hacer parte de quienes podían manejarlo correctamente. En términos contables, se evidencia la necesidad de un sistema que proporcionara información clara del estado de la guerra y de las necesidades de la misma. Sería interesante la explicitación de ese sistema, dentro de los problemas sociales.</p>
	<p>¿Cómo registrar los intercambios realizados con otros grupos humanos, para que quede una memoria clara e instructiva acerca de estos?</p>	<p>El conocer el intercambio realizado con otros pueblos, muestra que los Incas se interesaban por reconstruir con cierto nivel de especificidad su historia.</p>	<p>El registro de los presentes enviados por algunos grupos de Incas a los españoles para formar alianzas, demuestra la necesidad que tenían estos de recordar qué fundaba los pactos con otro grupo. Nos habla además del</p>	<p>Se muestran, nuevamente una serie de elementos históricos, unidos a la necesidad de contabilizar objetos. Mostrar cómo las tribus de la sierra buscaron pactar con los españoles, para gobernar sobre otras tribus y, además cómo los mismos <i>quipus</i></p>

			transcurrir de la colonización europea y cómo, el mismo pueblo Inca se fue sometiendo al mandato español. El <i>quipu</i> se encuentra aquí envuelto dentro de las estrategias políticas que utilizaban los Incas para intentar sobrevivir dentro de una vida llena de guerras y problemas políticos.	informan sobre esta historia, complementaría el contexto dentro del que se usaba el <i>quipu</i> y podría ayudar a evidenciar el valor que los Incas le daban a la memoria y que siempre las civilizaciones han buscado diversas maneras de dejar huella de los sucesos ocurridos.
El uso específico de los <i>quipus</i>	¿Cómo traducir información relevante entre dos culturas con diferente lengua para gobernar con mayor facilidad?	Fue necesario para los españoles utilizar los instrumentos matemáticos (y con estos los conceptos matemáticos de los Incas), para poder gobernarlos mejor, después de la conquista y que los segundos se adhirieran con mayor facilidad a las nuevas formas de mandato.	A pesar de que no parece haber una apropiación de las representaciones que envolvían los diversos usos del <i>quipu</i> para la cultura Inca. Si fue necesario que los primeros comprendieran las representaciones matemáticas del sistema matemático Inca e instrumentalizar este conocimiento, en favor de los españoles y en contra de los Incas. El registro de los tributos (encomiendas) en los <i>quipus</i> , que se cobraron a los indígenas muestra a las claras esta instrumentalización. Se parte de elementos culturales de los Incas, no para	Resulta iluminador ver cómo los <i>quipus</i> (y el saber matemático y organizativo y administrativo que contenía su uso), así como con otros saberes indígenas (por ejemplo, la minería del oro en tierras colombianas del período de la colonia), fueron instrumentalizados por los españoles, dejando en la mayoría de casos los múltiples símbolos y creencias que contenían esta prácticas y saberes para los indígenas. Reflexionar sobre el uso del <i>quipu</i> en estos términos, podría llevar a una reflexión cerca de la no neutralidad de los objetos y de las prácticas sociales, mostrando que estas y aquellos siempre implican una serie de objetivos, símbolos, significados

			<p>comprender a fondo su cultura (como la historia de evidencia para la gran mayoría de los casos), sino para poder dominarlos mejor</p>	<p>relacionados con la cultura de quien usa los objetos y realiza determinadas prácticas, donde estos están implicados. Reconstruir la historia de la colonización desde el uso del <i>quipu</i>, resulta un ejercicio de reflexión profundo, en donde podemos reinterpretar nuestra historia de manera crítica, junto con el aprendizaje de conceptos matemáticos que han servido a muchas culturas a lo largo y ancho del globo. La historia del uso del <i>quipu</i>, nos muestra cómo un saber prehispánico es apropiado por lo españoles, para fines social y éticamente diferentes a los que tenían los Incas e incluso contrarios para estos. Muy dicientes los siguientes casos concretos de lo que se expone: el servicios de los <i>quipucamayoc</i> Incas al rey; llevando la contabilidad de su ganado; el uso de tasas excesivas en el cobro del tributo que se registraban en los <i>quipus</i>, antes usados por los caciques (y el posterior reclamo de las comunidades indígenas, usando sus propios registros en el <i>quipu</i>); la supervivencia de los</p>
--	--	--	--	--

				<p>usos tradicionales del <i>quipu</i> (que incluyen los saberes y prácticas, junto con las representaciones culturales) en algunas parte del territorio, por parte de tribus no conquistadas por lo españoles; la victoria de algunos pleitos por parte de los indígenas a los españoles ante al real audiencia, apelando a la información consignada en sus propios <i>quipus</i>, acerca del pago del tributo; la presentación de los registros del <i>quipu</i> ante la real audiencia española y su decisión de no basarse en esta información para el cobro de tributos en el año 1572.</p> <p>Finalmente, la pérdida parcial de los saberes ancestrales, por la falta de aprendizaje de las nuevas generaciones, también se puede abordar en el tratamiento del <i>quipu</i>, como herramienta pedagógica, puesto que lo deseado es recuperar esos saberes y resignificarlos en la actualidad, pero ya no de manera meramente instrumental, sino como un <i>médium</i> para dominar las matemáticas y conocer nuestra cultura y raíces históricas.</p>
--	--	--	--	---

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL” FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>				
Número de ficha	5			
Nombre del documento	<i>Quipus del Tawantinsuyu</i>			
Tipo de Documento	Capítulo de libro: <i>quipus matemáticos</i>			
Autor	Andrés Chirinos Rivera			
Páginas	239-278			
Institución a la que pertenece				
Ciudad y Fecha de edición	Limas, Julio de 2010			
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>				
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Concepciones y nociones</b>	<b>Representaciones</b>	<b>Aplicación pedagógica</b>
Comentarios generales acerca del uso matemático de los instrumentos matemáticos Incas.	¿Cómo representar valores matemáticos y sus relaciones de proporción?	A través del análisis de los <i>quipus</i> matemáticos se hace evidente que los <i>quipus no eran meros artefactos de registro de cuentas</i> . O por lo menos, se muestra que en ellos yacían relaciones matemáticas complejas entre los valores representados en las cuerdas, mediante nudos. Parece evidente que los Incas tuvieron diversas situaciones que los llevaron a desarrollar, no solo	A través de los nudos de los <i>quipus</i> no solo se representaban números. También se representaban las relaciones matemáticas entre estos, en especial mediante las posiciones de la cuerda, su lugar de anudamiento respecto a las otras e incluso el color. Es posible que las representaciones de estas relaciones hayan llevado a los Incas, paulatinamente a complejizar y desarrollar su sistema matemático, esto es, a	Los diversos conceptos y formas de representación que se descubren en los <i>quipus</i> , llevan a relacionarlos con los conceptos y formas de representación que se pueden adquirir y evidenciar mediante el uso de la <i>yupana</i> . Ante la evidencia de un vínculo estrecho e indisoluble entre los dos artefactos principales de las matemáticas Inca, pueden buscarse traducciones de las operaciones implícitas

		<p>un sistema numérico de cuentas, sino diversos conceptos matemáticos, típicos de la estadística. El cálculo de proporciones estables entre variables, así como las relaciones matemáticas que podían establecerse entre cantidades concretas, terminaron por ser representadas en los <i>quipus</i>. Aunque no se conozca siempre por qué o para qué se querían explicitar estas relaciones en el entramado del <i>quipu</i>, se afirma con seguridad que sí había una intención clara de hacer esta explicitación.</p>	<p>generar nuevos conceptos acerca de las relaciones numéricas. El análisis de los <i>quipus</i> lleva a concluir que los Incas poseían un sistema intrincado de representación matemática. Incluso, se hacen presentes algunos conceptos, bajo diferentes formas de representación. Lo que hoy podríamos llamar <i>diferentes terminologías</i>, siempre que consideremos el <i>quipu</i> un sistema de escritura, podríamos incluso llamar, con propiedad, a estas diferentes formas de representar los conceptos matemáticos así, <i>terminologías</i>.</p>	<p>en el <i>quipu</i>, al explicitarlas en la <i>yupana</i>, pero a través de otras formas de representación. Tal explicitación, que se propone mediante el juego y el análisis de conceptos matemáticos explicitados mediante varias formas de representación en la <i>yupana</i>, resulta ser (la explicitación) un proceso didáctico y pedagógico de aprendizaje. La multiplicidad de actividades que permite la <i>yupana</i>, junto con los distintos ángulos desde donde se puede abordar la solución de problemas matemáticos, hacen de la <i>yupana</i> (e incluso de la pareja <i>quipu</i>, <i>yupana</i>) una herramienta pedagógica que posee un sinnúmero de posibilidades. Y esto, solo mirando los usos meramente matemáticos que se le puede dar a esta, puesto que existen otras maneras de utilizarla, que no se limiten al uso matemático de la misma.</p>
--	--	---	--	---

El valor posicional	¿Cómo desarrollar la noción de valor posicional y representarla correctamente?	Tanto en el <i>quipu</i> , como en la <i>yupana</i> , se evidencia la base decimal. De manera que muchos valores adquieren una posición simétrica, al compartir dígitos que se ubican en diferentes escalones de la base decimal, es decir, cada una de las potencias de 10.	La representación de la base decimal, tanto en el <i>quipu</i> , como en la <i>yupana</i> , se da mediante el uso del valor posicional. Los valores posicionales de los dígitos (en el caso del <i>quipu</i> la posición de los nudos en la cuerda, en el caso de la <i>yupana</i> , la posición de las semillas en cada una de las semillas) hacen que el valor de cada escalón de la base decimal varíe, pero que la potencia de diez se mantenga estable. Esto genera simetría en la representación de diversos valores numéricos, evidenciando el uso constante de la base decimal	La explicitación de la simetría en la representación de valores con los mismos dígitos, pero en diferente posición en las filas de la <i>yupana</i> o en las cuerdas del <i>quipu</i> permite el trabajo del <i>valor posicional</i> por parte de los estudiantes, además de la apropiación de la base decimal. Dos pilares de la comprensión del sistema matemático arábigo y, del desarrollo de habilidades matemáticas en cualquier contexto social en el planeta tierra. El juego “ <i>saltos yupana</i> ” descrito en la p. “240” es y los ejercicios que le siguen son, sin duda, un ejemplo de la multiplicidad de juego y actividades que se pueden proponer para el trabajo y apropiación de estas nociones básicas, incluyendo a los estudiantes con dificultades, puesto que las pueden trabajar tanto de manera visual como motriz. Además, se pueden trabajar multitud de formas de representación que no cambian la generalidad de los conceptos de <i>valor posicional</i> y <i>base</i>
---------------------	--	--	--	---

				<i>decimal</i> . Por último, el trabajo didáctico que se puede desarrollar en torno a la apropiación del <i>valor posicional</i> a través de la <i>yupana</i> , implica el desarrollo de estructuras de razonamiento lógico.
Cálculo de valores, con incógnitas. O bien, planteamiento y solución de acertijos matemáticos	¿Cómo plantear un problema matemático y su solución? ¿Cómo representar adecuadamente un sistema de reglas que envuelve un acertijo matemático?	Ciertos <i>quipus</i> sugieren (si bien no evidencian, al menos es factible proponer y observar) el planteamiento de acertijos matemáticos, que buscan el hallazgo de un valor completo “pacha”, a través de combinaciones de otros valores. Aquí se evidencia, si bien no que los <i>quipus</i> fueran hechos con la intención de plantear ejercicios, la posibilidad de plantear los acertijos por medio de los <i>quipus</i> y, el rebasamiento indubitable de las matemáticas Inca, del estado del mero conteo y operaciones mecánicas básicas y, del uso único de esta (las matemáticas) para el registro de cantidades. Muestra que debieron existir situaciones problemáticas que forzaron a los Incas a traducir estas	El uso de la <i>yupana</i> permite plantear con mayor claridad los acertijos que le son atribuibles al <i>quipu</i> (así sea a modo de hipótesis), puesto que en esta se pueden, no solo representar los valores, para dar claridad al planteamiento del problema, sino ir resolviéndolo mientras se explicita el mismo. Nuevamente, la <i>yupana</i> permite elaborar representaciones matemáticas variadas, en donde se puede plantear el mismo problema (y su solución) desde distintos ángulos y, con formas de representación variadas.	A través de la <i>yupana</i> se puede trabajar el planteamiento y resolución de problemas matemáticos, a través de situaciones hipotéticas que vivían los Incas, dentro de su contexto sociocultural y económico. Esto permite, no solo el trabajo de las nociones, conceptos y habilidades estrictamente matemáticas, sino, además, el trabajo de una multiplicidad de nociones históricas (incluso historiográficas, como mínimo de periodización), puesto que combina la resolución de problemas matemáticos (desde sus aspectos invariantes) con la solución de problemas concretos (desde sus aspectos variables, históricos). Permite la percepción de las matemáticas como práctica cultural, cuyos usos están sujetos a las

		<p>situaciones a problemas matemáticos, con una solución posible dentro de su sistema matemático y herramientas específicas para hacerlo, aunque no sea posible precisar cuáles fueron tales situaciones en cada caso concreto (es decir, cuál situación se buscaba resolver y representar en cada <i>quipu</i>) ni, tampoco, cuál el planteamiento matemático puntual y su solución.</p>		<p>situaciones concretas que experimentan los sujetos en un contexto económico, social, político y cultural. Por último, puede ayudar a generar la práctica de las matemáticas, desde su utilización como solucionadora de problemas o herramienta creadora.</p>
<p>Representación de relaciones simétricas</p>	<p>¿Cuáles son las formas de representar las relaciones de simetría?</p>	<p>Algunos <i>quipus</i> muestran relaciones simétricas en su construcción, que hacen pensar que representaban relaciones de simetría observadas en determinadas situaciones concretas o, probablemente, dentro de alguna práctica social o cultural propia de la vida Inca. La explicitación de esta simetría en el <i>quipu</i>, a través de relaciones matemáticas, muestra el manejo de estructuras lógicas complejas, que ponen a los usos de las matemáticas, dentro de una organización sistemática del</p>	<p>El contenido representacional de los <i>quipus</i>, que no se encuentra simplemente en la representación del dígito (el lugar del nudo en las cuerdas de este), sino además en los colores de las cuerdas, en su posición respecto a la cuerda principal y, incluso, en la forma de los nudos; muestra que los significados matemáticos de todos estos elementos representacionales, son aplicables a situaciones concretas, que probablemente otorgaban significados extramatemáticos, en un segundo plano, a las representaciones, pero probablemente también</p>	<p>Nuevamente se cierra el análisis de los <i>quipus</i> que muestran relaciones de simetría en su construcción, con diversas formas de representación de estas simetrías en las <i>yupana</i>. Como en el caso anterior (en donde se plantea la posibilidad de plantear ejercicio) se evidencia la potencialidad de la <i>yupana</i> para plantear, imagina y establecer diversas maneras de representar la simetría. De igual manera se rescata el potencial didáctico en el aprendizaje de la simetría desde su representación por medio de valores numéricos, así como el</p>

		número.	a los objetos matemáticos mismos (no solo al número, sino también a las relaciones matemáticas mismas). Esto resulta en que las maneras de representar la simetría no poseen una sola manera de representación de tipo matemático, sino muchas posibles, que siempre podrían ir atadas a representaciones de tipo cosmológico, político o social. Incluso en algunas ocasiones se pueden evidenciar atisbos de una concepción artística (asumida por la armonía buscada entre las relaciones entre valores del <i>quipu</i> )	valor pedagógico en la explicitación de los valores socioculturales que la simetría podría haber tenido para las culturas precolombinas.
<i>quipus</i> calendario	¿Cómo explicar la repetición de <i>diseños</i> en la construcción de algunos <i>quipus</i> ?	La representación de significados extramatemáticos, a partir de valores numéricos queda sugerida en la repetición de ciertos <i>diseños</i> que se explicitan mediante relaciones numéricas simétricas (palíndromos)	Aunque no sea posible la especificación del contenido de los <i>diseños</i> , sin se puede ver que en algunas ocasiones los <i>quipus</i> parecían guardar mensajes en donde lo relevante no era el uso matemático, aplicado a una situación concreta, sino cómo la forma de organización numérica venía a ser codificación de mensajes abstractos.	Los <i>quipus</i> calendario vienen a ser un ejemplo de las transversalidades de la <i>yupana</i> en la enseñanza, tanto a nivel didáctico como pedagógico y lúdico.
Los promedios aritméticos y geométricos. Las	¿Cómo calcular un promedio aritmético o geométrico y representarlo	El análisis de algunos <i>quipus</i> o conjuntos de <i>quipus</i> , permite establecer que las nociones de media	Aunque no es posible establecer la forma específica que tenían los Incas para representar las	La explicitación de estas relaciones constituye una serie de ejercicios matemáticos, se reitera, que pueden

operaciones complejas.	adecuadamente?	<p>aritmética y media geométrica estaban presentes en las matemáticas Inca, puesto que La relación de valores que se evidencia entre los valores de ciertos <i>quipus</i> o conjuntos de <i>quipus</i>, implica el manejo de varios Concepciones y nociones matemáticos, para poder ser calculada: “suma, división en partes iguales, división en partes fraccionales simples no iguales, división en partes proporcionales, multiplicación de enteros por enteros y multiplicación de enteros por fracciones.” (Ascher y Ascher 1997, 151.152) citado por el autor.</p>	<p>relaciones y operaciones matemáticas, que implicaban las relaciones matemáticas evidenciadas en estos <i>quipus</i>, se puede suponer que tenían alguna manera de realizar estas operaciones (y por ende de representarlas por medio de las <i>yupana</i> o del <i>quipu</i>). No obstante, si existe una forma clara de repartir los valores relacionados y, cierta insinuación acerca de las formas de indicar la existencia de estas relaciones abstractas, por medio de las posiciones de las cuerdas en el <i>quipu</i>, así como del color de estas. Sin embargo, no siempre se explicitan tales relaciones por medio de representaciones claras, si bien dichas relaciones están implícitas en los valores representados en el <i>quipu</i> y se conocen, porque existe una relación matemática entre estos, que solo se evidencia por la separación por grupos de cuerdas, bajo distintos criterios (color, forma, posición), etc.)</p>	<p>trabajarse dentro de un enfoque pedagógico, didáctico y lúdico. Si bien ya se está hablando de nociones de mayor complejidad, parece posible trabajarlas todas mediante el uso de la <i>yupana</i> y, no solo de la <i>yupana</i> sola, sino dentro del marco de la totalidad del sistema matemático Inca y de lo que lo envuelve (repite: su condición de consecuencia de un conjunto de prácticas culturales). Se sostiene la posibilidad de plantear problemas matemáticos más complejos, a partir de la utilización de la <i>yupana</i>. Los ejercicios propuestos en las p. 270 a 272 son solo una muestra alegórica a la inmensidad de posibilidades didácticas y lúdicas que existen a la hora de usar la <i>yupana</i> para explicitar y trabajar Concepciones y nociones fundamentales de las matemáticas.</p>
------------------------	----------------	--	--	--

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

#### “RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL” FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL

##### IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO

Número de ficha	6
Nombre del documento	<i>Quipus del Tawantinsuyu</i>
Tipo de Documento	Capítulo de libro: <i>quipus</i> con sus usos administrativos Incas
Autor	Andrés Chirinos Rivera
Páginas	279-320
Institución a la que pertenece	
Ciudad y Fecha de edición	Limas, Julio de 2010

##### ANÁLISIS DEL DOCUMENTO

UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Concepciones y nociones	Representaciones	Aplicación pedagógica
Las mitas	¿Cómo generar un sistema de conteo, que indique los turnos de trabajo correspondientes a cada grupo poblacional, según su número y proporción específica?	Cuando el estado Inca tuvo la necesidad de establecer cuánto trabajo correspondía a los ciudadanos, a modo de tributo, fue necesario que organizara los turnos de trabajo, de acuerdo a relaciones proporcionales entre valores matemáticos, que representaban la cantidad de individuos pertenecientes a cierto grupo poblacional. Para realizar estos	Se sostiene que en el <i>quipu</i> se representan las fracciones, mediante las cuerdas subsidiarias, que indicaban la proporción de trabajo en la mita, que era requerido, dependiendo de la cantidad de individuos, que solía estar representada en las colgantes. El <i>quipu</i> venía a representar las fórmulas a partir de las cuáles se establecía el turno de trabajo concreto que le correspondía a cada	Se evidencia la pertinencia de la explicitación de conceptos históricos y geográficos, en torno a la repartición del trabajo en el imperio Inca, que están estrechamente relacionados con la repartición proporcional del trabajo. No obstante, tales trabajos solo era posible repartirlos proporcionalmente, bajo cierta estructura política que existía en el imperio Inca. Así mismo, se pueden

		<p>cálculos, se evidencia en el análisis de varios <i>quipus</i>, que tuvieron que realizar cálculos que incluían la <i>multiplicación por fracciones</i>. Por otro lado, las fracciones utilizadas para establecer proporciones eran bastante precisas, pese a no construirse a partir de un porcentaje (como parecería natural a un sistema numérico construido a partir de la base decimal), sino a partir de otras bases, como por ejemplo el 300, o el 600 que en ocasiones resultaban más precisas al expresar las proporciones en fraccionarios. Así mismo, los <i>quipus</i> usados para las mitas, muestran un desarrollo lógico complejo, pues los <i>quipucamayoc</i> eran capaces de establecer diferentes sistemas de reparto de mitas, para un mismo conjunto de grupos poblacionales y aplicarlo, parece, según la conveniencia; además relacionar estos distintos sistemas.</p>	<p>grupo de población, dentro de un conjunto concreto de grupos poblacionales. El trabajo concreto es posible calcularlo en la <i>yupana</i>, sin demasiado esfuerzo, por lo que se refuerza la creencia de que se usaban esos <i>quipus</i>, junto con la <i>yupana</i>, para definir los turnos concretos que correspondían a cada grupo.</p>	<p>figurar de manera general los elementos cosmológicos que llevaban, en general, a los Incas a establecer medidas proporcionales para diversas actividades, entre ellas, los turnos de trabajo. Así mismo, se pueden proponer didácticas que incluyan estos conceptos, para el planteamiento de situaciones problemáticas que involucren el cálculo matemático de proporciones para el reparto de diversas variables.</p>
--	--	---	---	--

	<p>¿Cómo diseñar juegos de proporción y coincidencia matemática, a partir los elementos matemáticos adquiridos?</p>	<p>Los Incas fueron capaces de desarrollar conceptos complejos de proporción y simetría, utilizados en sistemas numéricos que implican cálculos complejos (probablemente hechos a través de la <i>yupana</i>). Tales sistemas pueden ser vistos como <i>juegos matemáticos</i>, al mismo tiempo que como sistemas de administración de las mitas. Las hipótesis no riñen entre sí, dado que dentro del desarrollo matemático está implícita la actividad de jugar, que es la que, en gran medida ha permitido y permite el desarrollo de las matemáticas en los niveles de élite, como en los niveles más elementales de la enseñanza matemática</p>	<p>En los <i>quipus</i> de alcanzan a atisbar varios sistemas de representación en donde, existe cierto grado de explicitación de estos <i>sistemas</i> de mitas o de juego. No obstante, la evidencia se halla más en los cálculos implícitos que los <i>quipucamayoc</i> tuvieron que hacer, para que las relaciones de proporción y simetría que evidencien al analizar los <i>quipus</i>. Probablemente esto último fortalezca la hipótesis de la presencia de <i>juegos matemáticos</i> en los <i>quipus</i>, dado que el juego siempre implica cierto grado de incertidumbre y de fortalecimiento de la destreza, para poder plantearse como juego. Si los en un juego matemáticos yacen explícitas las respuestas y dificultades para la solución de los problemas planteados, difícilmente puede llamarse a esto un juego.</p>	<p>Bajo la hipótesis del juego, el autor sostiene buena parte de la propuesta pedagógica alrededor de los saberes matemáticos prehispanicos. Si bien no es posible todavía un esclarecimiento de los juegos y reglas que podrían haber trazado los Incas. Se mantiene tal hipótesis bajo la evidencia de que es posible haber jugado con los instrumentos matemáticos Incaicos, por lo que es altamente plausible sostener que alguno Incas vieran las matemáticas como juego. Dado lo anterior, el juego debe plantearse como una actividad debeladora de la realidad. A través del juego no solo se adquieren destrezas necesarias para el desarrollo matemático, sino que se puede realizar una catarsis que permita una conexión con nuestros antepasados, bajo la puesta en escena, a mayor o menor nivel, de como ellos se divertían y comprendían las matemáticas y sus aplicaciones prácticas (en especial las administrativas).</p>
--	---	--	--	--

	<p>¿Cómo realizar una repartición equilibrada del trabajo?</p>	<p>Para realizar una repartición equilibrada del trabajo, es necesario que los <i>quipucamayocs</i> hayan tenido que realizar operaciones matemáticas más complejas que la suma, tales como el promedio y la división, puesto que con la mera suma sería imposible establecer claramente los turnos de acuerdo a cargas laborales y, teniendo en cuenta la calidad del trabajo, es decir, la labor específica que se realizaba y los costos de trabajo que generaba. No obstante, la investigación todavía no es concluyente para determinar las operaciones específicas que se realizaban para la repartición del trabajo. Solo se puede saber que existen ciertos valores que se pueden obtener a partir de diversas combinaciones, entre los valores representados en las cuerdas del <i>quipu</i>; lo que indica que si se buscaba la repartición por mitas</p>	<p>Las representaciones específicas que eran usadas dentro del sistema matemático Inca para representar los distintos valores específicos, bajo los cuáles se repartían las mitas, todavía no son bien conocidas, ya que ni siquiera se puede precisar el valor matemático preciso que tenían ciertas posiciones de las cuerdas, respecto a las demás; lo mismo acerca del color de las cuerdas. No obstante, se han identificado patrones que convergen y orientan una posterior investigación más profunda acerca de la manera que tenían los Incas de representar diversas relaciones matemáticas y valores específicos en el <i>quipu</i> y, probablemente su correspondiente forma de representación para el cálculo de esas relaciones y valores en la <i>yupana</i>.</p>	<p>A partir del planteamiento de las situaciones específicas que llevaron a los Incas a desarrollar las nociones de proporcionalidad y, de la importancia ética que parecían otorgarle al trabajo proporcionalmente repartido, se pueden producir una gran cantidad de ejercicios, partiendo de la interpretación de las variables conocidas de los <i>quipus</i> y, elaborando problemas donde se deban encontrar combinaciones para encontrar valores completos. Así mismo, se pueden plantear problemas en situación, donde se contextualice el objetivo de llevar a cabo los cálculos numéricos mediante el uso de la <i>yupana</i>.</p>
--	--	---	---	--

		entre grupos poblacionales.		
Las <i>colcas</i>	¿Cómo calcular las proporciones y cantidades de alimento y otros artículos que necesitaban los guerreros Incas para sus campañas militares?	En la manipulación de los <i>quipus</i> contables, si bien no se encuentran los conceptos matemáticos más complejos que manejaron los Incas; se evidencian varios conceptos de orden lógico y logístico, que les permitieron a los Incas repartir de manera organizada y proporcional los diversos artículos requeridos en las campañas militares y en el comercio. Se evidencia un sistema organizado de contabilidad de diferentes objetos y el manejo de categorías y subcategorías de clasificación, así como de disposiciones logísticas para el transporte de los artículos y alimentos, puesto que parece que cómo se organizaban en los <i>quipus</i> , de acuerdo a orden y colores, así mismo se guardaban en cierto orden los artículos. A estos conceptos organizativos, se añaden otros	El <i>quipu</i> muestra una serie de representaciones estrictamente matemáticas y otras organizativas, dentro de su uso administrativo (de los alimentos y otros artículos y su transporte y almacenamiento para las campañas de guerras y comercio). Se evidencia que los Incas dividían en categorías los tipos de artículo que se almacenaban y se registraban en los <i>quipus</i> contables. Para efectos organizativos, la contabilidad de los artículos que se separaban en diferentes <i>quipus</i> , si bien hay evidencia de que había un <i>quipu</i> , en donde se resumía toda la información del almacenamiento registrado en los demás <i>quipus</i> . Además de dividir los artículos para efectos organizativos, basados en su procedencia y uso (“ <i>etnocategorías</i> ” como las llama el autor); existía una forma de clasificación basada en la forma de contar los artículos, en	Se resalta la importancia de mostrar los usos que se le daba al <i>quipu</i> , en términos administrativos dentro del contexto de las numerosas guerras en las que lucharon los Incas, en donde el <i>quipu</i> fue un elemento vital dentro de las mismas. Así mismo, contextualizar cuál era el uso que se le daba a las <i>colcas</i> o depósitos Incas y su vinculación con el uso del <i>quipu</i> . De nuevo aparecen las versiones cosmológicas de los conceptos de proporcionalidad y simetría, que parecen abarcar gran parte de las prácticas culturales Incas. Por otro lado, se resalta el uso del maíz, que fue un alimento ampliamente consumido y de simbologías importantes en muchas culturas precolombinas, cercanas al <i>Tawantinsuyu</i> , tales como las culturas del sur de Colombia, así también de otros alimentos como el poroto, la quinua, la papa, etc.; Además de

		<p>matemáticos, que tienen que ver con las unidades de medida que se usaban para los distintos tipos de artículo. Así las personas se contaban decimalmente, en grupos de diez, cien, mil, diez mil, etc., las aves para comer, en pares; los granos y tubérculos en <i>pocchas</i>. De manera que, los artículos también se dividían de acuerdo a la manera en la que se contarán. Esta forma de separar, estaría por encima de la de las <i>etnocategorías</i>, que estaría subordinada a aquella. Así mismo existían medidas promedio, para el almacenamiento equilibrado y proporcional de los diversos artículos, de acuerdo a los grupos poblaciones y las necesidades concretas de la guerra.</p>	<p>sus unidades de medida. Tales categorías de división y conteo, tenían un correlato en el <i>quipu</i>, una forma de representar la unidad de medida de cada artículo, atada a una representación matemática de esa unidad de medida. Las representaciones organizativas, parecían asociarse con el color y la posición de la cuerda en el <i>quipu</i>. Los promedio y unidades que se registran en los relatos acerca de las <i>colcas</i>, coinciden con las proporciones y cantidades registradas comúnmente en los <i>quipus</i> contables. De manera que se puede suponer que poseían un sistema de representación general para el manejo de los depósitos en buena parte del imperio Inca, o al menos sistemas organizativos que eran fácilmente traducibles unos a otros y formalizables en los <i>quipus</i>. Estos sistemas organizativos, por demás, parecen haberse extendido hasta épocas hispánicas y haber sido asimilados y usados por los conquistadores.</p>	<p>varios artículos compartidos por varias culturas americanas, como alpargatas, ojotas, sogas, porongos, etc. Deben señalarse, no solo los vínculos matemáticos entre el <i>quipu</i> y la administración de los alimentos y los artículos, sino también los vínculos organizativos, dados por el color y orden de las cuerdas en el <i>quipu</i>; desde donde se pueden trabajar conceptos lógicos y logísticos con los estudiantes. Dentro de los conceptos históricos, se puede volver en este punto a los conceptos evidenciados en la matriz de la introducción, donde se presenta la instrumentalización del uso del <i>quipu</i>, por parte de los españoles, incluso en contra de los intereses Incas. Por último, debe hacerse mención (y con ellos se trabajarían elementos geográficos) de algunos de los principales centros de comercio y almacenamiento de artículos del imperio Inca, además de ser</p>
--	--	--	--	---

				los lugares donde se encontraron los rastros de las <i>colcas</i> y los <i>quipus</i> relacionados a ellas: Huánucopampa, Tunsucancha, Jauja, Racchi. Y, probablemente su carácter social y comercial específico.
--	--	--	--	---

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>		
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>		
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>		
Número de ficha	Ficha 7	
Nombre del documento	Aproximación sociocultural a la educación matemática.	
Tipo de Documento	Capítulo de libro: la tecnología simbólica llamada matemáticas y su papel en la educación	
Autor	Alan J, Bishop	
Páginas	41-58	
Institución a la que pertenece	Universidad del Valle (traducción)	
Ciudad y Fecha de edición	Cali, abril de 2005	
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>		

UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Concepciones y nociones	Representaciones	Aplicación pedagógica
Secciones y párrafos				
Contar	¿Cómo contar o numerar objetos?	Diversas culturas alrededor del globo, con sistemas desarrollados o menos desarrollados de matemáticas, han generado formas de contar objetos. Estas siempre ligadas a determinadas necesidades en su espacio vital. Parece que el conteo es una actividad básica en la vida de casi toda (si no toda) cultura humana, pues resuelve problemas cotidianos y, es una herramienta que se usa constantemente.	Muchas de las formas de conteo involucran el conteo a partir de las partes del cuerpo. Otros a partir de marcas usando contadores, como palitos, sistemas que usan la base entre 2 y 5. Sistemas mixto de bases 5 y 20, que usan nombres compuesto para designar los números. Finalmente, sistemas con base 10 con nombres discretos, no compuestos, para designar lo números. (se copia casi textual a Bishop, p.44)	Al concebir la actividad de contar, como una actividad humana universal, se amplía la concepción matemática, puesto que se ve que se trata de un conjunto de conocimientos con aplicaciones práctica concretas. Por otro lado, que estas tienen diversas formas de representación, que varían de una cultura a otra, pero manteniendo esa actividad humana universal.
Localizar	¿Cómo ubicarse, en general, en el espacio y en particular, en el espacio a gran escala?	La actividad de localizar, refleja la aprehensión de varios conceptos matemáticos y geométricos. Varias tribus indígenas no occidentales, alrededor del mundo, poseen sistemas de ubicación que no implican y uso de la brújula, pero que les permiten encontrar los lugares donde buscan llegar. Todas estas culturas conocen las relaciones cardinales, así lleguen a estos conceptos por diferentes vías	A estos sistemas de ubicación geoespacial corresponden diversos sistemas de representación que se conectan con sus prácticas vitales más próximas, pero también con sus visiones culturales. De igual manera, tienden a ser simbolizados los elementos naturales que ayudan a ubicarse en el espacio y encontrar los caminos correctos. No obstante, siempre se busca la representación de ciertos conceptos universales, que permiten la ubicación a cualquier ser humano en	Las aplicaciones de estos conceptos en actividades como la navegación, la astronomía y la exploración, además de cómo estas inciden en el desarrollo matemático de cualquier cultura; muestra que la actividad de localizar es fundamental en el aprendizaje matemático. Así, debe sumarse interés en didácticas que impliquen el desarrollo de la habilidad de localizar

			la tierra, puesto que siempre es posible una traducción de estos símbolos al lenguaje y concepciones occidental, en al menos sus aspectos estrictamente geométricos y matemáticos.	
Medir	¿Cómo compara medir, valorar?	La actividad de medir permite comparar, ordenar y asignar valor. La actividad de medir es realizada, aun por fuera de un contexto matemático formal, por todas las personas, sin embargo, es dentro de un desarrollo matemático de esta habilidad (que comienza con la invención de los números ordinales), que se desarrolla una técnica eficiente para efectuar los procesos que permiten esta habilidad.	El desarrollo de los conceptos matemáticos asociados al medir muestra que las representaciones se van transformando de igual manera, lo que antes era un adjetivo en una fase no matemática del medir (por ejemplo, lo pesado) se vuelve un nombre y así una magnitud (el peso). Así mismo estos conceptos y sus representaciones se vuelven más precisos (volviendo más tecnificada la habilidad de medir) cuando la necesidad social y ambiental de medir es mayor. Se relaciona entonces esta habilidad con la dimensión del valor que las sociedades le otorgan a las cosas.	Las distintas aplicaciones que tienen los conceptos y representaciones asociadas a la actividad de medir, siempre van atadas, para su comprensión cabal, a un contexto social y cultural: Así, se pueden medir cantidades de alimento (como el caso de los “kopis” de la cultura kpelles; o bien, los “mokonos” de los gandas, para medir longitudes; así como, astrolabios para medir las torres; pesas de cobre y muchas otros conceptos, representaciones y objetos relacionados con la actividad de medir.
Diseñar	¿Cómo planificar e imaginar la construcción de objetos? O ¿Cómo diseñar?	La actividad de diseñar está asociada con la generación de modelos e imágenes que permiten la construcción de objetos. Con la proyección y planificación de la ubicación, forma, combinación, estructura que toman los elementos	La necesidad de la generación de representaciones está estrechamente ligada a la actividad de diseñar. La simbolización estructural dentro de un contexto social, de acuerdo a las necesidades específicas que esta posee, se manifiesta de múltiples	Los referentes simbólicos que usan las culturas para planificar, pueden ser observados en los múltiples diseños que siempre se encuentran dentro de distintas actividades humanas, tanto las estrictamente hechas para la construcción de

		<p>dentro de un espacio definido. Así mismo, la actividad de diseñar se relaciona con la necesidad de la representación simbólica de diversas concepciones culturales. De esta manera, la necesidad de representación y planificación ha generado el desarrollo de conceptos geométricos y matemáticos, relacionados también con la actividad de localizar.</p>	<p>maneras en toda cultura humana. La proyección y planificación que permiten los símbolos, hace parte de la historia de cualquier civilización, puesto que solo a partir de esta el humano puede llegar a construir, edificar, habitar, etc.</p>	<p>objetos, como las que adornan esas construcciones u otros objetos cotidianos. En realidad, rebasan la calidad de mero “adorno”, pues siempre esconden tras de sí sistemas de representación que hablan acerca de la vida de los habitantes de determinado espacio geográfico, social y cultural. Es decir, la actividad de diseñar está asociada estrechamente con la historia de una sociedad.</p>
Jugar	¿Cómo satisfacer el impulso natural al juego?	<p>La actividad de jugar, no es solo una actividad, sino un impulso vital, una necesidad en sí mismas, pues todas las culturas han tomado muy en serio el jugar y, las reglas formales que implica el estar jugando un juego. Tales reglas formales implican la matematización del juego, puesto que se proponen fórmulas y marcos concretos para establecer cuándo se está dentro del terreno de determinado juego y cuándo no. Por otro lado, se van desarrollando estrategias para tener más éxito dentro de esos marcos normativos.</p>	<p>La actividad de jugar no es la suma de los juegos que tiene una cultura. Parece que los juegos <i>representan</i> la actividad y una serie de habilidades requeridas para poder ejecutar determinado juego. No obstante, jugar es una actividad que aparece en muchos lugares de la interacción social, sin la necesidad de la formalización estricta que requiere un juego. Sin embargo, cuando se desarrolla un sistema de representaciones que describe es funcional para jugar un juego, se desarrollan habilidades de matematización. Por otro lado, muestran la búsqueda simbólica de convenciones sociales que aten a los humanos</p>	<p>La gran diversidad de juegos, en general, y de juegos matemáticos, en particular, permiten una gran posibilidad de construcción de didácticas a partir del juego y el aprendizaje de reglas, lo que está asociado a muchos procesos necesarios para el desarrollo cognitivo de las personas. Por otro lado, permite la transversalidad, puesto que expone a los estudiantes a situaciones de interacción directa con el otro y a la solución de problemas dentro del universo de las convenciones, las reglas y los pactos sociales.</p>

			entre ellos, como grupo.	
Explicar	¿Cómo atar la multiplicidad, el desorden, la falta de vínculos, lo disímil dentro de la unidad, la armonía, la conexión entre las partes, lo símil etc.?	<p>El lenguaje viene a ser la representación fundamental de la explicación, puesto que es la que permite vincular la multiplicidad y el desorden aparente, dentro del orden y la unidad (de la teorización) al menos dentro del universo de los símbolos y los significados.</p> <p>Por otro lado, el lenguaje (y la explicación a que conlleva) nos une socialmente y nos vincula como sociedad al espacio físico. No obstante, la relación que llegamos a tener con el espacio físico siempre se da en términos sociales, cuando se trata de explicarlo o teorizar sobre este, pues es a partir de las convenciones del lenguaje que esto se hace posible.</p> <p>La explicación presenta aspectos lógico-matemáticos, puesto que implica el desarrollo de la habilidad para elaborar oraciones con sentido, pero además de maneras variadas, bajo criterios de elegancia, claridad, consistencia, coherencia. Es desde aquí que se ha desarrollado el concepto de demostración, ligado a la estructuración del</p>	<p>No obstante, los sistemas de símbolos adoptados para clasificar la realidad y organizarla por medio del lenguaje no son siempre igual, no traducibles del todo, unos a otros. Empezando porque existen formas de clasificación que no recurren directamente a la palabra escrita, tales como el <i>quipu</i> Inca, pero que permiten la organización de los elementos disueltos en la realidad.</p> <p>El relato, como forma de explicación de la realidad, que ocurre en el folclor particular de cada cultura, muestra la diversidad de formas de clasificación y de explicación existentes. Sin embargo, muestra que el explicar es una actividad universal, humana.</p> <p>Por otro lado, es importante señalar que las matemáticas (y también en las matemáticas en particular de cada cultura) se usan formas de explicación que no recurren al lenguaje hablado y al lenguaje escrito. No obstante, encarnan la actividad universal del explicar y, se vinculan en algún punto con el relato y las formas de explicación a</p>	<p>La habilidad de la explicación debe desarrollarse en los procesos educativos, dentro de una perspectiva amplia, que no solo tome a la explicación como demostración, sino que involucre otras formas de uso del lenguaje en donde se desarrolle la actividad de explicar.</p> <p>La enseñanza de las matemáticas y, el trabajo de todas las habilidades mencionadas por Bishop, debe realizarse dentro de una contextualización histórica precisa de esas formas de explicación. En este caso, se debe explicitar que se trata de las matemáticas de corte occidental (así se busque enseñarlas apelando a elementos no occidentales), puesto que el sistema con el que se trabajará y las representaciones que se manejarán, serán, en últimas las de los sistemas matemáticos occidentales.</p> <p>Por otro lado, es necesario plantear a las matemáticas como un “<i>tecnología simbólica</i>”, puesto que esta ha permitido el desarrollo técnico y tecnológico en</p>

		discurso.	través del lenguaje.	<p>diversas esferas de la sociedad global. Además, ha permitido (y esto debe ser comprendido por lo estudiantes paulatinamente, el control <i>del entorno natural</i>. Así mismo, el desarrollo tecnológico (que se ha podido dar, teniendo como condición necesaria a las matemáticas) ha servido con fines de control y progreso (sociales) dentro de las sociedades occidentales. También cabría mencionar las aplicaciones dentro de las ciencias sociales, en donde se ha intentado explicar los comportamientos sociales partir de modelos matemáticos predictivos. Esto ha llevado a ideas como las de <i>ingeniería social</i>, <i>tecnología social</i> y <i>sistema tecnológico</i>. Todo esto dentro una perspectiva racionalista y un ideario e ideologías que ponen a los fenómenos como objetos de estudio, para ser cuantificados y explicados matemáticamente, donde el concepto de explicación se reduce a la cuantificación y estructuración lógica de los fenómenos.</p>
--	--	-----------	----------------------	---

				<p>Por otro lado, se posee la idea de las verdades matemáticas como universalmente verdaderas, válidas para cualquier contexto o prueba. Y, en contraste, la incertidumbre acerca de la naturaleza de los entes matemáticos y de la actividad matemática misma, a la hora de definirla.</p> <p>Dentro de esta visión de las matemáticas, el estudio cultural de las mismas, puede y debería generar conciencia acerca de las funciones sociales de las matemáticas y de sus incidencias en la historia de la humanidad. No obstante, no solo desde los imaginarios occidentales acerca de las matemáticas, sino desde los que otras culturas tenían de las matemáticas y cómo estos las usaban. Lo anterior conectado a los propósitos de brindar a los estudiantes herramientas y desarrollar habilidades matemáticas que les permiten empoderarse como individuos y, el cultivo de ciertos valores culturales.</p> <p>En resumen, construir una educación matemática que permita la transversalidad y el aprendizaje en conexión</p>
--	--	--	--	--

				con otros saberes e ideas y, salir de la mera enseñanza de los procesos matemáticos.
--	--	--	--	--

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL” FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	Ficha 8		
Nombre del documento	Aproximación sociocultural a la educación matemática.		
Tipo de Documento	Capítulo de libro: Las influencias sociales en la clase de matemáticas		
Autor	Alan J, Bishop		
Páginas	139-146		
Institución a la que pertenece	Universidad del Valle (traducción)		
Ciudad y Fecha de edición	Cali, abril de 2005		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Concepciones y nociones</b>	<b>Resultados</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			

<p>La clase de matemáticas como situación social.</p>	<p>¿Cómo comprender los vínculos entre los diferentes actores dentro de un grupo de clase y los roles que estos toman?</p>	<p>El concepto de <i>otros significativos</i> permite hacer una aproximación a las principales influencias que surgen del vínculo entre los actores del grupo. Quienes son los estudiantes más influyentes en la clase y por qué. Además, cuáles son los roles que los estudiantes asumen a partir de la interacción con los otros (incluido el docente)</p>	<p>Se deben buscar las representaciones y valoraciones que hacen los estudiantes, para establecer a partir de qué criterios juzgan su experiencia dentro del grupo de clase. Así mismo, de qué manera se refuerzan los roles, incluida está aquí la acción del profesor.</p>
	<p>¿Cómo establecer mediciones precisas que permitan analizar la situación social en el aula?</p>	<p>Grabaciones de clases, criterios de profesores y coordinadores acerca de los roles, criterios de los estudiantes, entrevistas con los padres y con los estudiantes, cuestionarios escritos.</p>	<p>Las entrevistas revelan dos cosas: la autopercepción, por parte del género femenino, de la inferioridad en las capacidades matemáticas respecto al masculino. La percepción de un menor apoyo por parte del profesor a los estudiantes de bajo rendimiento; esto ligado a la autopercepción de inferioridad e Incapacidad de mejoramiento.</p> <p>Los cuestionarios rebelaron que, a pesar de la percepción de la Incapacidad de mejorar, por parte de los estudiantes de bajo rendimiento, la mayoría deseaba obtener un mejor rendimiento. Por otro lado, se observa que los estudiantes se basan para autocalificarse más en la figura del profesor y, que se mantiene la tendencia de género, puesto las mujeres tienden a subestimarse más. En contraste en la calificación comparativa que se daban los estudiantes respecto a sus compañeros, se dio la tendencia contraria, las mujeres sobreestimaron la calificación de sus compañeros y los hombres al revés.</p>

			<p>Por último, observó que los estudiantes (hombres) perciben como factor de fracaso menos acentuada la influencia de estudiantes que generan desorden, mientras que las mujeres los perciben más como motivo de fracaso escolar.</p> <p>Las entrevistas ponen de manifiesto la influencia que los roles de género, por un lado, y de estudiante de buen o mal rendimiento, tiene en el desarrollo de los procesos dentro del aula y de las dinámicas sociales de la misma. Parece que el género masculino ejerce mayor presión sobre el femenino, cuando se trata de mujeres con alto rendimiento. Así mismo, se observa que los estudiantes con bajo rendimiento presionan e incomodan a los estudiantes con alto rendimiento.</p>
	<p>¿Cuál es el valor de comprender las dinámicas sociales dentro del aula de matemáticas?</p>	<p>Bishop cita a Moscovici para hacer alegoría a la importancia del análisis de la pregunta: <i>“la influencia ya no parece estar relacionada con la necesidad del emisor o fuente de modificar el comportamiento del receptor. Por el contrario, proviene de la necesidad sentida por el receptor de obtener información para afrontar su entorno”</i></p>	<p>Desde el enfoque de la cita, surgen varias preguntas relevantes que incitan a los formadores al análisis de la situación social y de las dinámicas sociales concretas de los estudiantes. No se trata, entonces, de querer influir en los estudiantes mediante discursos de moral, sino de ampliar sus perspectivas acerca de cómo ellos mismos ven la interacción en el aula y, desarrollar así herramientas para afrontar su situación concreta en ella. No obstante, una asesoría tal solo podrá ser fructífera si se plantean cuestionamientos serios acerca de la vida de los estudiantes en el aula y se investiga seriamente esta materia.</p>

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b> <b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO			
Número de ficha	Ficha 9		
Nombre del documento	Aproximación sociocultural a la educación matemática.		
Tipo de Documento	Capítulo de libro: Retos críticos de la investigación de los temas sociales culturales y lingüísticos en la educación de las ciencias, la matemática y la tecnología		
Autor	Alan J, Bishop		
Páginas	147-164		
Institución a la que pertenece	Universidad del Valle (traducción)		
Ciudad y Fecha de edición	Cali, abril de 2005		
ANÁLISIS DEL DOCUMENTO			
UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Concepciones y nociones	Críticas y cuestionamientos a los modelos tradicionales de educación
Secciones y párrafos			
La conceptualización en la investigación de la enseñanza de la ciencia, las matemáticas y la tecnología.	¿Cómo pensar a investigación en la educación de las matemáticas, la ciencia y la tecnología (CMT), desde un punto de vista social?	1. La investigación de la educación en estas áreas se entiende como un conjunto unificado de constructos dentro de un contexto social, que cubre tres aspectos: los contenidos vinculados a las prácticas sociales; las características	Estos conceptos han generado nuevas maneras de ver la educación en estas materias. 1. Han permitido ampliar las temáticas específicas que se tratan en la enseñanza de estas asignaturas. 2. Se ha planteado la

		<p>concretas de los aprendices y sus formas de aprender; el docente y sus formas de hacer pedagogía.</p> <p>2. Se ha llegado a evidenciar la necesidad de incluir el estudio de las relaciones sociales que subyacen al desarrollo de los procesos educativos, en donde participan todos los actores involucrados. Esta investigación se realiza desde los siguientes marcos interpretativos: nivel individual (tipos de estudiantes); nivel pedagógico (interacción que ocurren en el aula); nivel institucional (normas específicas que afectan los procesos educativos); nivel macrosocial (relaciones entre la sociedad y las instituciones); nivel cultural (relación entre la educación y el contexto cultural e histórico de la sociedad).</p> <p>3. Estos marcos interpretativos y el conjunto de constructos deben ser analizados desde una perspectiva de conjunto, que relaciones los diferentes aspectos educativos y que afectan la educación, para generar nuevas estrategias y reflexiones en torno al mejoramiento y fines de la educación CMT. NO obstante, siempre manteniendo una perspectiva, en donde analicen los aspectos sociales y culturales de cada una.</p>	<p>pertinencia de construir el aprendizaje de estos temas, desde una perspectiva que tenga en cuenta la realidad psicológica, social y cultural de los aprendices. El interés solo puede surgir si se plantean los contenidos a enseñar, desde su contexto concreto y haciendo referencia al mismo.</p> <p>3. Se ha establecido la necesidad de docentes investigadores y en constante procesos de formación disciplinar y pedagógico, que incluya el estudio de los aspectos mencionados.</p>
--	--	---	--

	<p>¿Cómo construir un currículo de matemáticas pertinente para los estudiantes?</p>	<p>A partir de la etnomatemática se ha llegado a la necesidad de indagar aspectos como: Las interacciones humanas, los valores y las creencias, las interacciones entre las matemáticas y las lenguas, las historias de las matemáticas, las raíces culturales. Estos aspectos se muestran como temas relevantes para la construcción del currículo escolar, que plantea la cuestión de las necesidades concretas de los grupos sociales, dejando de lado una visión imperialista del conocimiento, que considera la necesidad de unos contenidos prefijados.</p>	<p>A partir de la búsqueda de universales culturales (como las 6 actividades universales matemáticas), se puede criticar la construcción de currículos que manejan contenidos prefijados. Pero criticarlos, para la construcción de currículos más incluyentes, que sirvan no solo a los plenamente interesados en las asignaturas, sino a la mayor parte de los estudiantes posibles. En donde se plantea el paso por diversas maneras de abordar un contenido matemático específico, dentro de formas de representación y trabajo de habilidades diversas. Por otro lado, esto permite la utilización de didácticas más variadas y de múltiples opciones de aprendizaje para el aprendiz. Así, el enfoque por actividades matemáticas permite trabajar conceptos matemáticos fundamentales, pero desde unas diferentes formas de aprendizaje, que además tengan en cuenta la cultura de los aprendices, así como sus determinaciones específicas de clase, origen social y género.</p> <p>Desde la construcción del currículo ya se pretende abordar el análisis de los</p>

			vínculos socioculturales y de las necesidades reales que necesitan los aprendices, además de poner a la educación matemática como una forma de inclusión social de los grupos marginados y minoritarios.
	<p>¿Cómo desarrollar una educación situada en contexto? ¿Construida desde y para los aprendices?</p>	<p>La disonancia entre el aprendizaje, valores y énfasis que se entregan en el hogar y los que se entregan en la escuela, genera en muchas ocasiones el fracaso educativo y, en la enculturización de los aprendices. Una educación que no está pensada desde la diferencia, lleva a que los grupos considerados minoritarios, marginados u oprimidos radicalicen su desigualdad en términos educativos y, como consecuencia en términos absolutos: he aquí los grupos minoritarios que han sufrido por su marginación dentro de una educación hecha para grupos hegemónicos de la cultura occidental: Las mujeres, las minorías étnicas, minorías indígenas, súbditos occidentales, grupos religiosos no judeocristianos, estudiantes de zonas rurales, estudiantes con necesidades educativas especiales, la población de clase baja. Dado que los estudiantes no construyen su conocimiento solos (aunque sí se desarrollan como individuos), la educación</p>	<p>La investigación educativa “<i>en situación</i>” invita a pensar en las determinaciones específicas que generan dificultad en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, para proponer una escuela que no esté forzada a operar bajo conceptos estandarizados que buscan un solo tipo de subjetividad. Para proponer modelos que permitan la inclusión de diversas subjetividades, en un mundo pluricultural que demanda diversas habilidades para la supervivencia en el mismo. Se vuelve al tema de la relevancia de lo enseñado y, además, de la posibilidad de la aplicación de dichos saberes en diversas situaciones de la vida, no solo profesional, del estudiante. Esta concepción de la escuela y la escolaridad, supone que la escuela es un lugar de paso, que está incluido dentro de otros espacios educativos y debe ser complemento y operar en conjunto, en la medida de lo posible, con estos. Contrario al modelo tradicional que tiende, consciente o inconscientemente a generar</p>

		<p>debe concebirse no como un espacio de transmisión de saberes, sino como una serie de actividades en donde se va formando ese saber y ese conocimiento, tanto dentro, como fuera de la escuela (y tal vez más por fuera de ella).</p>	<p>una separación entre escuela y otras actividades y, por ende, entre aprendizaje y vida. Resultando, en últimas en la percepción de impertinencia de lo enseñado en las aulas de clase y, la aceptación (muchas veces poco crítica) de los contenidos entregados por medio de las tecnologías.</p>
	<p>¿Cómo hallar los valores y las creencias implícitas en la educación de la ciencia, las matemáticas y la tecnología?</p>	<p>A pesar de que se crea que temas como la ciencia y la tecnología y aún más las matemáticas, por involucrar una gran cantidad de conocimiento operativo preciso e invariante, además de grandes cantidades de razonamiento lógico demostrativo; se crea que estas áreas no llevan valores implícitos al ser vistas como prácticas humanas, de hecho, sí los llevan y mucho más cuando se trata de la enseñanza de los temas. En la clase de matemáticas se transmiten creencias y valores sociales y culturales, además de concepciones acerca del área tratada, n otras palabras, la clase de matemáticas no es neutra ni política, ni socialmente. El hecho no tener conciencia de los valores transmitidos, no significa que no se transmita ninguna, ni que no se estén generando creencias y concepciones extramatemáticas en los estudiantes, durante las clases de matemáticas.</p>	<p>Le profesor que enseña matemáticas, tiene una concepción acerca de su área disciplinar y además una concepción acerca de la enseñanza de la misma. Lo que ocurre para Bishop es que en muchas ocasiones el profesor no se preocupa lo suficiente por explicitar tales concepciones y los valores que les otorga a estas concepciones. Por lo anterior, se hace todavía más precaria la transmisión de valores y concepciones claras acerca del valor de las matemáticas y de la enseñanza de esta, además de otros valores y concepciones que van atados a la experiencia concreta que se vive en el aula y por fuera de ella. Por otro lado, también ocurre que cuando se pretenden enseñar valores explícitamente, acerca de la clase de matemáticas y de las matemáticas, en general, no hay una consonancia con los valores reales que los profesores otorgan a su propia actividad, sino que hay una gran discrepancia</p>

			<p>entre sus propias creencias y las que transmiten a sus estudiantes en el aula, aun y tal vez peor, cuando estas son valorativas.</p> <p>Aquí no se entiende, simplemente, la valoración como el acto lingüístico de expresar una opinión, sino además y particularmente, una serie de conductas que el profesor tiene con sus estudiantes, en donde estos van valorando no solo a la figura del profesor y al profesor mismo, sino también el área de conocimiento y la relevancia general del aprendizaje. Por ende, no se ve educación en valores como discurso acerca de las conductas moral o éticamente correctas, sino como parte fundamental de la crítica de la praxis educativa en general, de las conductas específicas que se tiene con los estudiantes. No obstante, no se le quita relevancia a la transmisión lingüística, pero desde un enfoque crítico, que busque una manera eficaz y efectiva de transmitirlos por esta vía, que claramente estará ligada al análisis cultural, social, económico y de rol de género y de tipo de estudiante, dentro del aula.</p>
--	--	--	---

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>			
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	Ficha 10		
Nombre del documento	Educando en la diversidad, encuentros y desafíos		
Tipo de Documento	Secciones del libro: Hacia la noción de número; Estrategia metodológica de enseñanza aprendizaje en aimara para aula multigrado. Área lógica matemático; Estrategia metodológica de enseñanza aprendizaje en aimara para aula multigrado. Área comunicación integral.		
Autor	Equipo Directivo, Pornacab EIB 2007. Editor: Néstor Astete Barrientos		
Páginas	110-111;115-119		
Institución a la que pertenece			
Ciudad y Fecha de edición	Puno, 3 de marzo de 2009		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Concepciones y nociones</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			
Hacia la noción de número	¿Cómo contar? ¿Cómo sumar?	Número, sistema de numeración y sistema numérico.	Se efectúa una actividad con dados, se arrojan y se van registrando los valores en una tabla de tres maneras: los puntos del dado, tal y como salen en el dado; el valor en “ceros” donde se pone el mismo número de ceros, según el número del dado; el valor numérico abstracto; el nombre en letras del número en castellano y, el nombre en aimara. Al final se suman los puntajes obtenido en la tabla. En un segundo nivel del juego se hace lo mismo, pero ahora hay dos dados que se deben registrar en una nueva tabla e ir

			sumando los dos valores de los dados. En un tercer nivel del juego, se sigue igual, pero ahora se multiplican los valores.
Área lógico matemática	¿Cómo organizar la clase?	Se describe metodología general para la organización de la clase de manera bilingüe, en español y en aimara, para los grados 1ro a 3ro.	
Área comunicación integral	¿Cómo organizar la clase?	Se describe metodología general para la organización de la clase de manera bilingüe, en español y en aimara, para los grados 4to a 6to.	

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>	
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	Ficha 11
Nombre del documento	Articulation of mathematical notions with Quechua notions across history of mathematics and dynamic geometry. History and Pedagogy of Mathematics
Tipo de Documento	Artículo
Autor	María del Carmen Bonilla
Páginas	Completo
Institución a la que pertenece	Universidad Peruana Cayetano Heredia, Apinema: Peruvian Association for Research in Mathematics Education, Lima, Perú
Ciudad y Fecha de edición	Jul 2016, Montpellier, France

<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			
El uso pedagógico de la <i>yupana</i>	Es posible mejorar el nivel de los estudiantes en la realización de operaciones matemáticas, realizando cálculos en la <i>yupana</i> y, mediante el uso de un <i>software</i> de geometría dinámica para la construcción de sus objetos culturales.	<p>Los avances en la investigación de los usos específicos del <i>quipu</i> y la <i>yupana</i>, han llevado a usar estos como instrumentos pedagógicos, porque permiten la apropiación de conceptos, dentro de un marco cultural e imaginarios que ya poseen los estudiantes cercanos a las culturas que usaban estos instrumentos. Además, como un puente a la enseñanza de la historia de estos pueblos. La <i>yupana</i>, especialmente, por sus ventajas para calcular, es un buen instrumento para la apropiación de conceptos aritméticos básicos y el desarrollo de las destrezas que permiten la aplicación correcta de estos conceptos.</p> <p>Es claro que el sistema matemático Inca poseía el concepto de base decimal, lo que facilita el aprendizaje del sistema numérico arábigo, que tiene un funcionamiento simétrico.</p> <p>Sumado al uso de la <i>yupana</i>, está el del <i>quipu</i>, que es potente, porque tiene una forma de representación que no</p>	<p>La potencia de la <i>yupana</i> para la enseñanza de las matemáticas (parece que no solo para la enseñanza de estas en las culturas Incaicas) consiste en que es una forma de representación de un conjunto de elementos matemáticos, que permite a los estudiantes hacer operaciones que involucran el movimiento de objetos y la construcción de conceptos matemáticos, por medio de objetos físicos.</p> <p>La <i>yupana</i> es una forma muy didáctica de representar las operaciones aritméticas (por lo menos), puesto que permite la construcción de juegos dentro de la misma y de distintas maneras de realizar los cálculos. Por otro lado, permite visualizar con claridad conceptos necesarios para el aprendizaje de las destrezas aritméticas, como el valor posicional (por medio de las columnas), así como de la agrupación de unidades en las filas, además de la base decimal. Es, por último, un instrumento que permite practicar y ejercitar de variadas formas estas destrezas.</p> <p>El sistema numérico permite también que la enseñanza pueda ser bilingüe, pues las</p>

		<p>necesita ser asociada a ninguna lengua en particular, puesto que es similar a lo que ocurre con las escrituras ideográficas, que no representan fonemas y permiten ser interpretadas así no se posea la lengua de la cultura de donde provienen estos ideogramas. Los nudos de los <i>quipus</i> permiten desarrollar las nociones de base decimal y valor posicional, además de demostrar los usos concretos que estos tenían en la historia, para demostrar la importancia de las matemáticas y sus múltiples aplicaciones prácticas.</p>	<p>palabras que representan los números de unos al nueve funcionan de manera paralela a cómo funciona el sistema arábigo. Aunque con la ventaja de representar de dos maneras los conceptos matemáticos</p>
<p>El uso pedagógico de la geometría dinámica en el contexto de la cultura material.</p>		<p>La geometría dinámica, como medio didáctico, permite también la apropiación de conceptos básicos de la geometría, sumando la construcción de objetos que ya son referentes para los estudiantes, pero acerca de los cuáles pueden ampliar su visión y entendimiento.</p> <p>No obstante, la construcción de estos diseños debe ser tal. No basta con la descripción o explicitación de los elementos geométricos que se pueden analizar en los diseños. Esto es necesario, pero el aprendizaje se da cuando los estudiantes operan con herramientas</p>	<p>Los objetos culturales de los estudiantes peruanos ya contienen representaciones matemáticas. Por lo que no hay que pensar que estos son un mero medio para la enseñanza de las matemáticas. Por el contrario, hay que descifrar cuáles conceptos están detrás de las representaciones matemáticas y geométricas no escritas, que perviven en los diseños.</p> <p>Así, la representación del conocimiento geométrico, no será para los estudiantes una mera abstracción o un conocimiento teórico, sino un grupo de conceptos que permiten aplicaciones</p>

		<p>(en este caso virtuales) para la construcción de los diseños, pero que implican la utilización de las herramientas, que solo pueden usarse con absoluta pericia, cuando se van comprendiendo los conceptos geométricos que le dan sentido a las modificaciones que estas (las herramientas) realizan. Por medio de este proceso se puede dar con mayor peso la explicitación de esos conceptos fundamentales que se quieren enseñar y de la aplicación de los mismos en la construcción de figuras geométricas, en este caso contenidas en los objetos culturales de los estudiantes o cercanos a ellos.</p> <p>Los conceptos geométricos que se pueden trabajar en esta perspectiva, entre otros son: polígono, línea, segmento, transformaciones geométricas.</p>	<p>prácticas, generando un aprendizaje significativo para en los estudiantes. Habrá una serie de representaciones no matemáticas asociadas a las estrictamente matemáticas.</p>
--	--	--	---

**ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica**

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL” FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	12		
Nombre del documento	El método etnográfico en una investigación etnomatemática en comunidades indígenas peruanas. EN: Libro de actas, VIII congreso iberoamericano de educación matemática, minicursos.		
Tipo de Documento	Artículo (un minicurso).		
Autor	María del Carmen Bonilla		
Páginas	144-152		
Institución a la que pertenece	Edición libro: Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas Universidad Autora: Universidad Peruana Cayetano Heredia		
Ciudad y Fecha de edición	Madrid, 2017		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
La etnografía y el uso pedagógico de sus aportes investigativos	¿Cómo identificar los elementos matemáticos, implícitos en las prácticas culturales de los habitantes de la región de Puno, Perú?	Por medio de la etnografía, esta vista como <i>“un proceso inductivo de construcción teórica, con una óptica no etnocéntrica, que trata de entender al otro, dentro de un proceso de involucramiento en el que es necesario participar, no observar desde lejos.”</i> Es posible explicitar las nociones matemáticas desde una concepción no	Se dan sugerencias muy útiles acerca del valor de la etnografía y sobre la forma de proceder durante el contacto con la comunidad, tales como, las maneras de acercarse a la comunidad, para generar el mínimo ruido posible, causado por la intromisión de la subjetividad del investigador dentro del ambiente de los investigados, además de las preparaciones previas que deben hacerse para

		<p>eurocéntrica, esto es, describir los conceptos y representaciones matemáticas, así como las habilidades y destrezas en donde esos conceptos y representaciones se emplean.</p> <p>Por desgracia el artículo no profundiza en estos conceptos, ni da sugerencias claras acerca de cómo aplicarlos dentro de un contexto pedagógico. Si bien, propone que a partir de los conceptos identificados (que tampoco explicita lo suficiente) en su contexto y con sus usos específicos, se elabore un proceso de aprendizaje de esas esos conceptos, que involucre la utilización de ese mismo contexto en donde se aprenden los conceptos.</p> <p>A pesar de lo anterior, el artículo tiene la virtud de describir en detalle las dos herramientas etnográficas principales que se usaron durante la investigación: la observación participante y la entrevista no dirigida a informantes claves. Dos estrategias que de entrada, en especial la</p>	<p>realizar una etnografía fructífera. En otros términos, se resalta la importancia de identificar las representaciones que tienen los investigados, para poder llegar a conocerlos, no solo como objetos de conocimiento, sino como sujeto que interactúan con los investigadores para generar aprendizaje en los segundos, acerca del mundo de los primeros.</p> <p>Sin embargo, el artículo carece de la explicitación de los descubrimientos que, se supone, son su principal objetivo. Solo señala que se identifican varias actividades donde se reconoce el uso de nociones matemáticas, tales como la construcción de casas y el tejido en telar de cuatro estacas en la Región de Puno; el bordado y pintado del diseño kene, la construcción de casas y el tejido de trampas de pescar en la Región de Ucayali. Se da un solo ejemplo de las nociones matemáticas encontradas: “<i>Las tejedoras, al plantar las estacas, ubican los cuatro vértices de un rectángulo, utilizando cuerdas con dos medidas, para el largo y para el ancho, inclusive se observan gestos que indican que quieren establecer la</i></p>
--	--	---	--

		<p>primera, con alto contenido pedagógico, puesto que desde la investigación ya se empieza a desarrollar el proceso educativo que continuará con la enseñanza a las comunidades investigadas, lo que hace que la investigación no tenga fines meramente informativos, sino, por el contrario, se una investigación con la comunidad y, en especial, para ella, en donde el investigador, tiene que involucrarse también como aprendiz y desentrañar las formas en las que las comunidades viven y así, poder sugerir una manera de enseñarles y aportarles a esa manera de vivir.</p>	<p><i>perpendicularidad entre los lados. Las tejedoras verifican que el rectángulo está correctamente construido, comprobando con cuerdas que la medida de las diagonales es la misma.” P.151.</i></p> <p>Así mismo, resalta la importancia de reconocer en qué momentos se representan las nociones matemáticas, así estas representaciones no se den, necesariamente de una manera no verbal y no escrita: <i>“Las propiedades matemáticas se representan a través de gestos, acciones que pueden ser justificadas utilizando un discurso.”</i></p>
	<p>¿Cómo dar un uso al reconocimiento de las nociones matemáticas, puestas en contexto, dentro de la enseñanza de las matemáticas?</p>	<p>Solo se aborda desde un punto de vista teórico, pero no se deja sentada ninguna sugerencia clara de cuáles podrían ser los usos específicos que se le darían a los resultados de la investigación, ya que estos tampoco se explicitan.</p> <p>No obstante, se sugiere lo siguiente, como único atisbo de un proceso de enseñanza: <i>“si queremos que los estudiantes de</i></p>	<p>Igual pasa con las representaciones matemáticas, puesto que no se aclara cuáles son estas y en qué momento quedan explicitadas y qué conceptos representan. Por lo anterior, no es claro cuál podría ser la posible didáctica adoptada a partir de estas investigaciones, ya que sus resultados, al menos en este artículo no se muestran ni se demuestran.</p> <p>Sin embargo, queda claro el enfoque que propone el</p>

		<p><i>Educación Primaria de las comunidades quechuas aprendan las propiedades matemáticas del rectángulo, una manera de garantizar un aprendizaje pertinente y de calidad, sería utilizando el momento en que se plantan las cuatro estacas de tejido en telar como contexto de aprendizaje”</i></p>	<p>proyecto. Puesto que tiene claro que es necesario indagar las representaciones y formas de representar las nociones matemáticas que ya poseen los estudiantes, para poder partir de allí y, continuar con la explicitación de los conocimientos, dentro del contexto de sus propias prácticas culturales. Se debe operar dentro de sus marcos de referencia, para poder enseñarles conceptos abstractos, pero que les permitan la conciencia de su funcionalidad para operar en otros contextos, comenzando por sus prácticas cotidianas.</p>
--	--	--	--

### **ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica**

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>	
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	13
Nombre del documento	Puquios, qanats y manantiales: gestión del agua en el Perú antiguo. En: Agricultura, Sociedad y Desarrollo, vol. 12, núm. 3, julio-septiembre, 2015
Tipo de Documento	Artículo de revista
Autor	Luis A. Ponce-Vega
Páginas	Artículo completo. P.s. 279-296
Institución a la que pertenece	Colegio de Postgraduados
Ciudad y Fecha de edición	Texcoco, Estado de México, México. Julio, 2015.
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	

UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Conceptos	Representaciones
Secciones y párrafos			
Los puquios Nasca	¿Cómo obtener, almacenar y distribuir el agua en lugares en donde el recurso es escaso, como las tierras desérticas y con pocas áreas de cultivo; esto con el fin de generar tierras de cultivo y desarrollar la agricultura?	<p>Por medio de una estructura de pozos y tuberías similar al qanat, la cultura Nasca logró abastecerse de agua, para poder cultivar sus tierras. La construcción de estos sistemas de irrigación, demuestra un gran conocimiento por parte de esta cultura de la ubicación de las aguas subterráneas y manantiales, puesto que los hallazgos arqueológicos demuestran que los sitios donde se hallaron las fuentes de agua (<i>puquios</i>), construidos por los Incas funcionaban de manera casi perfecta aún después de mucho tiempo de ser construidas y, permitían el fácil acceso al agua hasta mediados del año, aun cuando los ríos ya se han secado, construyendo pozos.</p> <p>Los puquios de los Nasca, demuestran que conocían la dinámica del movimiento del agua y el control de problemas como la evaporación y la mezcla con sedimentos, logrando no solo transportar el agua desde el río y las fuentes subterráneas de este, sino almacenarla</p>	<p>En el texto no se hacen explícitos los conceptos matemáticos que pudieron haber usado los Nasca para la construcción de los puquios. No obstante, es evidente que tuvieron que haber manejado nociones complejas, relacionadas con elementos geométricos y de cálculo de razones y proporciones, como mínimo. Aventurar hipótesis acerca de la forma en que estos representaban estas nociones matemáticas es difícil ante la ausencia de un registro de estas actividades. No obstante, mediante la reproducción a pequeña escala de estos procesos de ingeniería, podría haber un acercamiento a la manera como los habitantes del Perú prehispánico realizaban los cálculos y mediciones pertinentes para el diseño y construcción de sus acueductos, además de las posibles formas de representación que esto podrían haber formado.</p> <p>Desde el punto de vista didáctico, es notorio que</p>

		<p>eficientemente en cochas (lagunas artificiales) que se encontraban en la superficie de la tierra y que se redistribuía por medio de acequias (canales de distribución que eran zanjas cavadas en el suelo) hacia distintos lugares de los centros habitados.</p>	<p>existen multiplicidad de actividades que se pueden diseñar, en torno a los objetos históricos descubiertos por los arqueólogos. En estas posibles experiencias pedagógicas pueden ser trabajadas las siete actividades matemáticas que propone Bishop, puesto podemos suponer que todas</p>
<p>Las construcciones Incas y sus sistemas de drenaje</p>	<p>¿Cómo construir una ciudadela en un terreno inestable y con gran intensidad de precipitaciones y acumulación de agua en el subsuelo?</p>	<p>Los Incas, que fueron conquistadores de los territorios de los Nasca y donde estos últimos construyeron sus sistemas de irrigación, también construyeron grandes sistemas de irrigación y de almacenamiento de agua. Los ejemplos más sobresalientes se encuentran en la ciudad de Machu Picchu. Teniendo en cuenta la inestabilidad del terreno y su geografía accidentada, resaltan las obras de estabilización de las estructuras, que se hicieron por medio de la adecuación de piedras para rellenar los agujeros que no permitieran la construcción de estructuras firmes. Así como la instalación de drenajes (construidos también con piedras grandes, piedrecillas y capa vegetal, en tres capas) para drenar el agua, que podría dañar las estructuras construidas en piedra, al causar el</p>	<p>tuvieron que explayarse en la construcción de estas obras de ingeniería, en especial en los muyus de Moray, donde se combinan varias técnicas para crear sistemas de riego de alta calidad, que abastecen los cultivos. Una presunta explicitación de estos conceptos, supondrá seguir el curso de la construcción de estas obras de ingeniería e intentar rastrear todos los pasos que fueron necesarios para que esta se diera. Realizar esta tarea ya supondría toda una experiencia pedagógica.</p> <p>Por otro lado, el autor nos da sugerencias acerca de los usos sociales que pueden tener estas investigaciones, teniendo en cuenta que los sistemas de irrigación y, en general,</p>

		<p>hundimiento de sus cimientos por la acumulación de agua en el subsuelo. Gran muestra de arquitectura e ingeniería, puesto que las tres capas aseguraban que el agua no afectara las construcciones, puesto la detenía y evaporaba (por medio de la capa vegetal), la drenaba (hacia la capa de gravilla de manera gradual) y luego la sacaba de las áreas de subsuelo que se requería fueras estables (por medio de las piedras grandes ubicadas en diagonal respecto al eje de gravedad).</p>	<p>las técnicas de cultivo que se han usado en la cordillera desde el siglo pasado han ido causando la erosión del suelo; lo anterior, sumado a la problemática del calentamiento global, que ha dejado a las comunidades, en muchas ocasiones entre períodos de sequías y otros de inundaciones difíciles de controlar. Como parte de la propuesta pedagógica, sería importante señalar los aspectos sociales de la construcción y edificación del entorno humano, en relación con la naturaleza.</p>
<p>Los acueductos Incas</p>	<p>¿Cómo aprovechar positivamente las precipitaciones y los manantiales, para crear sistemas de irrigación, almacenamiento y distribución de agua?</p>	<p>Los Incas, en especial, en el Machu Picchu, tenían ubicadas las principales fuentes de agua. Estas fuentes de agua, que se mantenían alimentando el sistema de acueducto de los Incas, casi todo el año, se aprovechaban, a través de un muro macizo de piedra permeable que llevaba el agua hacia una fosa de 729m de largo, que proveía a todas las fuentes de agua de Machu Picchu. Es notable que este sistema todavía funcione, junto con los canales de drenaje, a pesar de tener más de cuatro siglos de construido. Machu Picchu es una muestra de cómo las técnicas prehispánicas muchas veces superaban con creces a las técnicas</p>	<p>Mostrando, una vez más, que las matemáticas no es un objeto neutro que trata sobre cuestiones meramente abstractas sin incidencia en el mundo práctico, sino que, por el contrario, supone un cúmulo de conocimientos que son aplicables a situaciones reales que pueden transformar positiva o negativamente el ambiente para las criaturas vivientes y para el ser humano, que es quien más radicalmente modifica el ambiente en el que habita.</p>

		europas de ingeniería.	
Los muyus de Moray	¿Cómo construir andenes de siembra en lugares topográficamente inestables?	<p>Los muyus de Moray son otro gran ejemplo del avance en la ingeniería Inca, puesto que su forma concéntrica hace que estos se mantengan estables, en un terreno que se puede deslizar con facilidad, al construir una estructura que hace resistencia a estos deslizamientos. Además de lo anterior, combina el sistema de drenajes usado en la ciudad de Machu Picchu, para evitar el deslizamiento de las piedras y la acumulación de residuos en los cultivos. Aquí también se aprecia el mismo sistema de distribución de agua, que aparte servía para regar todos los pisos de la estructura concéntrica de los muyus, mandando agua a todos los andenes de manera organizada y evitando la acumulación de residuos por los drenajes. De estos andenes el agua era dirigida a otros reservorios de agua, para seguir alimentando las otras cavidades subterráneas. Nos dice al autor acerca de la ingeniería Inca, citando a Earls y Silverblatt: <i>“Las grandes obras de la ingeniería agronómica junto con una tecnología sofisticada de logística y</i></p>	

		<i>comunicaciones presupone la existencia de un cuerpo de conocimientos científicos bien avanzados. Debemos suponer que esta ciencia siguiera desarrollándose en diferentes etapas a través de la historia andina”.</i>	
--	--	---	--

### ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>			
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	14		
Nombre del documento	LLAMAS, MITO Y CIENCIA EN EL MUNDO ANDINO. EN: Revista de ciencias sociales 13-2003		
Tipo de Documento	Artículo		
Autor	Hugo Romero		
Páginas	74-98		
Institución a la que pertenece	Revista de Ciencias Sociales (CI) [en línea] 2003, [Fecha de consulta: 9 de septiembre de 2018] Disponible en: <a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70801307">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70801307</a> ISSN 0717-2257		
Ciudad y Fecha de edición			
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			
El conocimiento indígena del mundo andino	¿Cómo organizar a la multiplicidad aparente de la totalidad de las cosas, en una unidad o al menos un sistema unitario, que las abarque	Geometría metafísica, matemática simbólica y tetrametría. Son estos los conceptos que engloban la totalidad de los conocimientos de la región andinas. A partir de estos cuerpos de conocimiento, que a su vez son prácticas	El número y las relaciones numéricas y geométricas parecen haber sido representados de diversas maneras en la cultura andina. El número presenta desde el inicio un significado religioso, por lo que se lo representa desde lo ritual, como una manera de evocar lo más fundamental de las cosas, lo que permanece en todas

	<p>a todas y muestre sus conexiones más generales y más íntimas?</p>	<p>culturales, se inspiran todos los sistemas organizativos, dentro de los distintos campos de conocimiento. Son una manera de sistematización y organización de las concepciones que tuvieron que desarrollar los indígenas andinos, para la construcción de la totalidad de su cultura, que parece vinculada, a partir de una serie de símbolos que enlazan todas sus prácticas culturales.</p> <p>En este análisis se evidencia que las culturas andinas poseían conceptos de geometría y matemáticas muy desarrollados. También que tenían sus propias maneras de asociarlos, donde no parece haber una distinción tajante entre los elementos matemáticos y los geométricos. Lo que se llama (tretaléctica), parece más bien un cuerpo de conocimientos que se repite dentro de diversas prácticas, pero que mantiene asociados los conceptos a partir de los cuales de media, se contaba, se localizaba, se diseñaba, por su puesto, se explicaba y, por qué no, se jugaba en un sentido en donde se engloban las seis actividades anteriores, se</p>	<p>ellas, para explicar el cambio. Desde aquí, se continúa representando el número dentro de otros contextos, tales como agricultura (con un enfoque <i>ecológico</i>, teniendo en cuenta el conocimiento que demostraron estas culturas, acerca de la conservación y cuidado de los suelos y las materias primas), la astronomía, el dominio de las plantas y de los animales, la arquitectura (esta vista como organización y edificación del espacio vital para el desarrollo de la vida social armónica), que tiene sus principales muestras, también en relación con el desarrollo del pensamiento andino, la astronomía y las matemáticas en las obras de <i>Sechin, Chavín de Huantar, Paramosica, Ingapuca, Coricancha, Tiwanaku y otros; los observatorios astronómicos oculares de Chavín de Huanta, Salinas-Chao, Huacatambo, Nepeña, Sillustani, Silencio de Santa, Las Aldas, Bermejo, Chuquisaca y otros; las plazas astronómicas de Pampa de los Pancitos (Chao), de la Pampa Colorada de Nazca y otras.</i></p> <p>etc..... El número parece ser lo que permite el devenir de las formas de un lugar a otro. La ordenación del cosmos se representa en las cosas particulares, así como en la organización social y en las relaciones entre las cosas. Los conceptos matemáticos encuentran diferentes representaciones en cada una de estas esferas de conocimiento,</p>
--	--	---	---

		<p>jugaba a organizar la totalidad de las cosas, dentro de un orden conceptual, pero práctico.</p>	<p>pero se mantienen todas ligadas, siendo la organización del conocimiento, una representación más de esa organización general, cósmica, pero también matemática y geométrica.</p> <p>La cruz (en especial para los amautas), como elemento simbólico, parece haber tenido un lugar muy importante, a la hora de señalar la existencia de un modelo matemático y geométrico (por ende, organizativo) para explicar y modelar determinada realidad y las prácticas y modificaciones que se podían hacer sobre esta. Las matemáticas fueron vistas como una manera de transformar la realidad para habitarla mejor, pero también como un espacio sagrado que se explaya en todas las situaciones vitales, en el orden cómico y en el orden social. La cruz, no solo simbolizaba como se acaba de explicar, sino que se usaba también como elemento estrictamente matemático, para realizar mediciones, cálculos y construcción de otras figuras geométricas, era un elemento geométrico-matemático, pero en el sentido en el que, posiblemente, entendían las matemáticas las culturas andinas, no como cuerpo abstracto de conocimientos, sino como una cosmología.</p> <p>La distribución de poderes también estaba organizada cíclicamente, como haciendo parte del orden global de la totalidad. Se representa bajo la representación del bastón de mando, que representaba la autoridad que era depositada en quien lo portaba, por un período de tiempo fijo y entregado a otro,</p>
--	--	--	---

			<p>pero devuelto al primero en intervalos cíclicos (probablemente entre 5 y 10 años). Tupayauri, el bastón de mando astronómico, es el representante (dentro de los hallazgos arqueológicos) del paralelismo entre la organización cósmica y la organización política, pero dentro de las representaciones y conceptos matemáticos. Así mismo tenían conciencia de la existencia de la vía láctea, al menos en términos de observaciones del cielo, de una determinada concatenación de estrellas que formaba una estructura mayor (Jacha Jauira). Dentro de esta estructura identificaron muchas constelaciones (por ejemplo, la de la llama y la de la cruz, con enormes significaciones y reveladoras de la cultura andina). Así, en la agricultura se combinan estos saberes, para formar los andenes de siembra más impresionantes (por ejemplo, los muyus Incas), demostrando también cualidades arquitectónicas e ingenieriles sobresalientes, esto a su vez dentro de un sistema de organización de la distribución de alimentos agrícolas y provenientes de los animales (en especial, los auquénidos). Así mismo, la construcción de lugares de almacenamiento de los alimentos para la manutención de los animales y las personas. Se ve aquí, la articulación práctica de estos saberes, para la construcción global de una cultura, bajo un sistema global de organización matemática. Del mismo modo, en la</p>
--	--	--	---

			<p>administración de la llama y los auquénidos, se ve cómo la administración del trabajo y la mano de obra, realizada por las mujeres, enlaza los conocimientos astronómicos y arquitectónicos, con los significados religiosos y cosmológicos. La llama andina, es la que recorre los caminos (largas carreteras que conectan los lugares entre sí, para el transporte de lo que el humano requiere, pero también es la que tiene un camino del cielo hacia la tierra (y existe la constelación de la llama), para entregarle al humano sus saberes. Esto está representado en los tejidos elaborados por las mujeres (con la lana de las llamas), donde la llama recorre los caminos hechos por el hombre, pero también los caminos de la vía láctea, para descender a la tierra y otorgarle el aprendizaje al hombre. Y ese descender o bajar, en lengua aymara se representa con el sufijo “<i>qa</i>”, que hace parte de la palabra “<i>yatiqana</i>”. Esto demuestra el carácter práctico (no por esto menos abstracto, organizado o complejo) del conocimiento andino, puesto que aprender es “bajar” el conocimiento de otro, en términos de ponerlo en la tierra, de aprender como un hacer, como un poner en la práctica, pero de algo que yace implícito y explícito en la organización del cosmos.</p>
<p>El orden de la ciencia en el mundo andino (la cibernética Inca)</p>	<p>¿Cómo lograr una organización del trabajo que permita las poblaciones abastecerse de</p>	<p>Los Incas tuvieron que organizar a sus habitantes y el trabajo de estos bajo un complejo sistema de relaciones sociales, que incluía en este, la organización del</p>	<p>Desde la cosmología Inca se representa, precisamente, la manera como se usa el conocimiento. En el mismo mito y en los símbolos analizados en los hallazgos arqueológicos, se encuentra no solo la visión</p>

	<p>sus necesidades básicas alimentarias, dentro un estado que controla un territorio extenso y variable?</p>	<p>conocimiento Inca y su aplicación satisfactoria, para poder mantener un imperio tan próspero y fructífero como el que fue.</p> <p>Hay dos elementos fundamentales a resaltar:</p> <p>1. La utilización racional de los suelos de cultivo, por medio de la construcción de los muyus. 2. Conectado a lo anterior, la creación del calendario Inca, que permitió organizar los tiempos de trabajo, con relación a los ciclos cósmicos, para poder satisfacer las necesidades alimentarias de los habitantes y acrecentar y controlar la producción de alimentos agrícolas.</p> <p>En palabras del autor: <i>“Estos invernaderos [los muyus] estaban organizados de Forma que permitían ejercicios de simulación de la coordinación de los ciclos agrícolas con los ciclos cósmicos y los ecosistemas, de tal modo que las propiedades geométricas del cosmos estaban coordinadas con las relaciones del ser humano.”</i></p> <p>La cosmología se instrumentalizó para poder organizar el trabajo productivo de los Incas. Las características</p>	<p>general de la totalidad (incluidos los procesos naturales y su relación con los procesos sociales y económicos), sino cómo este conocimiento debe usarse para el desarrollo de la sociedad. En la representación de la máxima deidad andina, Piqsi Wyaqucha, se representa, precisamente la cualidad de organizador, <i>piqsi</i> (como sistema general de organización de la totalidad) y desorganizador <i>wiraqucha</i> (en el sentido de divisor de las tareas que se pueden llevar a cabo, partiendo de ese sistema general de organización. Esto es interpretado como la relación entre cosmología y tecnología o, como la relación entre el saber y su instrumentalización. Así mismo, en el templo del sol de Cuzco, el diagrama pachacutti yamqi, muestra también la correspondencia entre los elementos geométricos del diagrama y, su aplicación dentro de múltiples esferas de la vida Inca y sus aplicaciones tecnológicas concretas. Moray también es una muestra concreta lo anterior, puesto que en su geometría están implícitos los conocimientos provenientes la cosmología, que ya contienen la guía acerca de la construcción ingenieril, además del fin de la construcción de la misma, dentro de esa misma organización cosmológica. Tal organización no es arbitraria, por cierto, puesto que proviene de la observación de los fenómenos concretos y de las relaciones entre estos, para la organización en un sistema interpretativo complejo.</p>
--	--	--	---

		<p>cosmológicas, entendidas como las características básicas de organización de la totalidad, que le dan al sujeto un mapa de su vida y de su entorno, fueron las que permitieron no solo el control de los sujetos para que trabajaran, sino además las pautas de organización de ese trabajo y de la infraestructura necesaria para realizarlo, aprovecharlo y desarrollarlo.</p> <p>El autor llega a plantear la similitud entre el concepto de <i>tinkuq</i>, con la segunda ley de la termodinámica, mostrando que la cosmología general (interpretada como ciencia general por el autor) que indicaba la totalidad de procesos naturales y sociales, plantea la racionalización de la cantidad de energía empleada en procesos que son irreversibles, puesto que transforman los elementos constitutivos de dos o más cosas al unirse entre ellas, para generar una nueva, de la que no se pueden obtener los elementos que se poseían antes. De la conciencia de un presunto principio de entropía (queriendo decir con esto que reconocían y estudiaban</p>	<p>Por otro lado, en el mito Sarhua, el concepto de <i>tinkuq</i>, muestra la relación existente entre esa observación de fenómenos que se hace un sistema complejo que organiza el conocimiento y, la aplicación concreta de ese conocimiento en la realización del mundo material, así como de los procesos sociales e históricos. Tinkuq es, además, representación de los ciclos bajo los cuáles se ordena la totalidad, no solo a nivel cósmico, sino a nivel social, describe la intercalación de estos ciclos, que dan forma a la vida social andina.</p> <p>La disciplina científica (si se puede hablar en estos términos) se centró en gran medida, en el desarrollo de la astronomía, puesto que fue a partir de la relación entre las observaciones del cielo y los procesos biológico y ecológicos, que se pudo desarrollar buena parte de la organización tecnológica Inca. Así mismo, se evidencia el desarrollo de un sistema de comunicaciones bien elaborado, que establecía parámetros de acción de acuerdo a las características geográficas, biológicas y ecológicas de diferentes zonas de los andes, para poder desarrollarse socialmente. Todo esto, dentro de un sistema de representación paralelo que englobaba diferentes prácticas y presuntas disciplinas y permitía el análisis de los fenómenos y la tecnificación de las prácticas económicas y sociales.</p>
--	--	---	--

		<p>la existencia de procesos irreversibles en la naturaleza y en lo social) por parte de los Incas y de las culturas andinas en general, planteaban la necesidad de racionalizar la energía empleada en estos procesos, para poder mantener un equilibrio de las estructuras sociales y naturales.</p>	
<p>Cómputos y mediciones relativas</p>	<p>¿Cómo realizar mediciones para la organización y medición de un multiplicada de tareas? ¿Esta pregunta general se compone de varias preguntas más particulares? ¿Cómo calcular proporciones y cantidades de material y su ubicación concreta, para la construcción de grandes y pequeñas edificaciones?</p>	<p>Los Incas desarrollaron varias unidades de medida que no tenían una escala fija. Para el autor estas se relacionan con el concepto de entropía (la versión que los Incas habrían desarrollado de este). puesto que son medidas relativas, relacionadas con un factor-necesidad, que permitía calcular los turnos de trabajo necesarios para efectuar diversas tareas, que iban desde la construcción de un muyu, hasta las tareas de siembra en el mismo. Tales unidades de medida siempre estaban en relación las observaciones astronómicas, puesto que estas permitían predecir los momentos en los que era preciso o más conveniente emplear el trabajo organizado y realizar las tareas pertinentes. El factor tiempo, se calculaba siempre a través de estas</p>	<p>Estas medidas son: La pachancha, que relacionaba área, tiempo, suelo y clima, para medir la superficie del suelo. El tupu, que relacionaba energía con necesidad de tiempo. Ambas medidas están relacionadas con el principio según el cual, de la combinación de ciertos elementos se pierden los elementos iniciales de manera irreversible (entropía, <i>tinku</i>). Por lo que estas medidas no eran magnitudes brutas, meras abstracciones, sino que ya contenían en sí, la concepción de la racionalización de la energía, por lo que no solo eran representaciones matemáticas, sino representaciones de conceptos tecnológicos y cosmológicos, con un <i>telos</i> definido, dentro de un sistema de interpretación complejo. Tal sistema, viéndolo como una actividad práctica, como algo que se mantenía vivo, al ser aplicado, se divulgaba y aplicaba a través de grandes territorios y coordinaba millones de personas, gracias a que había una interpretación general de los eventos naturales, basada en la interpretación de las correlaciones</p>

		<p>observaciones astronómicas, en especial, de las constelaciones.</p>	<p>entres este y los fenómenos naturales que afectaban la vida de los Incas. Por ejemplo, para la siembra, debía conocerse el momento preciso para emplear determinadas fuerzas de trabajo y tener todos los recursos listos y así, generar una racionalización del trabajo: En esta se usaban las unidades de medida, pero ajustadas gracias a la ciencia astronómica. De manera que, por medio del calendario Inca, se regulaba la producción agrícola, basándose en variables que indicaban características que no variaban en el tiempo y, características que dependían del momento justo. Esto sumado a una organización política, que se descentralizaba, en relación con el uso del calendario, en donde las autoridades debían regular la producción basados en los dos tipos de variables presentes en el calendario. Así mismo, también se poseía un sistema para el tratamiento del ganado y la repartición del trabajo relacionado con este.</p>
<p>Llamas mitos y ciencia.</p>	<p>¿Cómo manejar las rutas de mercado y los hilos mercantiles para satisfacer las necesidades de comercio e intercambio a larga distancia?</p>	<p>Hasta donde se sabe, las caravanas de llamas y alpacas constituyeron elemento fundamental en el comercio agrícola a larga distancia y el abastecimiento distintas mercancías en todo el <i>Tawantinsuyu</i>. El uso de las alpacas y las llamas, requirió un sistema de organización pastoril, ligado al sistema de producción agrícola, que permitiera alimentar a las largas caravanas de</p>	<p>En la astronomía andina se encuentran representaciones de la llama en varias constelaciones, tales como la llama blanca y la cruz del sur, que representan orientadores cósmicos, es decir, son dadores de conocimiento que se debe bajar, para aplicarlo en la vida cotidiana y en la organización social. La llama viene a ser un elemento más (eso sí muy importante y valorado) dentro de ese gran sistema cosmológico de conocimiento, que le da el saber a los miembros de la comunidad dentro de la cual</p>

		<p>animales en el camino y a sus guías, así como mantener el control de las mimas y su llegada a buen puerto. Parece que, como con otras prácticas de los andinos, existía un conocimiento organizado y ligado a muchas otras representaciones cosmológicas, en la administración y comercio con los animales.</p>	<p>se desarrolla la primera, para desarrollar todas sus estructuras sociales. Así, la llama está conectada cosmológicamente con los elementos que hay que tener en cuenta para su administración y aprovechamiento, como las comunidades pastoriles y las regiones geográficas por las que esta transitaba para realizar el comercio. Como muchos otros elementos fundamentales en la vida concreta de los andinos, la llama (junto con todos los demás camélidos de América, <i>wari</i>) simboliza una vía hacia el conocimiento y la armonización entre la comunidad (humana de la tierra), el cosmos y la tierra (naturaleza), que también significa <i>wari</i>.</p> <p>Al parecer, el primer grupo indígenas que empezó a utilizar la llama fue el Wankarani. Cuyo conocimiento, mezclado con el de otras culturas andinas ha llegado hasta el día de hoy, en especial el saber astronómico, que sigue siendo utilizado en la vida práctica por parte de muchos habitantes de la región andina, aun siendo lugares muy distantes unos de otros. Los estudios parecen sugerir, empero, una organización social dividida entre privilegiados, que parecen haber legado a la posteridad andina sus saberes cosmológicos (en el sentido amplio ya referido antes, muchas veces) y tecnológicos y, una parte de la sociedad pastoril (con un significativo trabajo en los textiles por parte de las mujeres), que también se dedicó al trabajo agrícola, pero dentro de los preceptos tecnológicos y</p>
--	--	--	---

			<p>organizativos desarrollados por una minoría privilegiada. Esto, a pesar de que hubo diferentes etnias y grupos humanos antagónicos, permite hablar de una civilización andina con diferentes expresiones (aztecas. Mayas, Incas, etc....) que compartía una cosmovisión general y unas formas de vida concretas, así como una estructura social y económica general. Que incluso, les permitió hacer intercambio de muchas maneras, entre otras, por medio de las grandes caravanas de llama, alpacas y otros camélidos americanos, lo que liga a estos animales con la totalidad de la cultura andina.</p> <p>Las referencias a la llama y a la actividad pastoril son variadas dentro de la astronomía andina, así como los petroglifos y estatuas donde se representan llamas y otros camélidos. También se representan otros animales de la fauna andina americana relevantes para esta cultura. También es interesante la comparación que se hace con la astronomía clásica, puesto que para los Incas también existían las constelaciones negras, que se forman no con las estrellas, sino con manchas, que también simbolizan muchas prácticas ligadas a sus prácticas culturales. Esta cultura y estos saberes han sido transmitidos durante generaciones (si bien no de manera intacta) por medio de los tejidos y los cantos tradicionales, donde se ha sintetizado gran parte de esa vasta cultura de la que solo se ha hecho mención en el texto, en sus aspectos más</p>
--	--	--	--

			<p>fundamentales. Esta tradición oral (generada especialmente por las mujeres) permite ir reconstruyendo el amplio bagaje cultural y la relación que esta cultura tuvo y ha tenido durante siglos con su entorno natural. Puede ser vista, incluso, como parte integrante de esa ciencia cosmológica Inca, puesto los cantos hablan incluso de la manera correcta de llevar a cabo numerosas prácticas, que presuponían el conocimiento tecnológico del que se ha hablado hasta aquí.</p>
--	--	--	---

### **ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica**

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>			
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	15		
Nombre del documento	Etnomatemática y geometría		
Tipo de Documento	Conferencia		
Autor	María del Carmen Bonilla Tumialán		
Páginas	Completa		
Institución a la que pertenece	Programa de Educación Intercultural Bilingüe, Facultad de Educación, Universidad Peruana Cayetano Heredia		
Ciudad y Fecha de edición	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 3-7 de mayo de 2015		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>

Secciones y párrafos			
<p>Construcción de diseños hechos por culturas prehispánicas de Perú</p>	<p>¿Cómo conseguir que los estudiantes del Programa de EIB utilicen y reconozcan los elementos y conceptos fundamentales de la geometría, así como la simetría axial y la traslación, para construir los diseños que pertenecen a sus culturas?</p>	<p>Simetría axial: por medio de la construcción de diseños que presentan relaciones geométricas, en concreto, que presentan simetría axial que es representable y demostrable desde diferentes cortes en los diseños artesanales de las culturas prehispánicas de Perú. Es muy factible que los diseñadores tuvieran el concepto de geometría axial, si bien este se construyera más desde el desarrollo de las destrezas para la elaboración de tejidos. De todas formas, la simetría axial puede haber sido tratada de manera abstracta, en el sentido de haber sido reconocida como una relación entre las figuras que forman el tejido. Llegar a un nivel de abstracción del concepto de geometría axial, puede ser más fácil si se posee primero experiencia en la construcción de los tejidos, que haga reconocible esta relación, para después aplicar este concepto en la construcción de diseños en donde se presente la simetría</p>	<p>La representación matemática de la simetría axial, no tiene que darse únicamente bajo los formalismos matemáticos a que esta pueda dar lugar. Incluso puede ser más instructiva la <i>visión</i> directa de esta en los diseños, donde también se da una representación matemática de esta relación geométrica, puesto que no es necesaria una notación escrita, para representar la simetría axial, dado que se puede representar bajo dibujos en donde esta se hace evidente, para después pasar al formalismo matemático que permite una representación en términos conceptuales estrictamente matemáticos.</p> <p>Es factible pensar que los diseñadores originales tuvieran el concepto abstracto de simetría axial y, por ende, tuvieran formas no escritas (en sentido occidental) de representarlo.</p> <p>Por último, por medio de las herramientas del <i>software</i> (Cabri II plus) se puede mostrar cómo una relación matemática (y la aplicación de esta como concepto) permite la iteración de los diseños en la orientación geométrica y</p>

		<p>axial, relación que abunda en los diseños señalados y que incluso facilita la construcción de diseños armónicos.</p>	<p>cantidad deseada, sin necesidad de repetirlos uno a uno.</p>
		<p>Translación: Al igual que con la simetría axial, el concepto de translación se evidencia en la construcción de los diseños. Las mismas reflexiones son aplicables a este concepto, pero se tratar con dos conceptos similares, pero no iguales, permite realizar una abstracción más sutil de los conceptos geométricos y su formalización matemática, puesto que la diferencia y comparación permite ir desarrollando destrezas relacionadas con la elaboración de conceptos y el razonamiento lógico. También es interesante cómo se pueden combinar ambos conceptos en la elaboración de los diseños.</p>	<p>Las abstracciones matemáticas, así como las diversas maneras en que se puede representar (no solo de manera escrita, sino gráfica y verbal) a translación y la simetría axial, se pueden explorar por medio de la construcción de los diseños. No solo el diseño mismo puede venir a ser ya una representación del concepto, sino que en la construcción del mismo se pueden ejercitar otras formas de representación del concepto. Cuando el estudiante explica a un compañero cómo construir un diseño que posee simetría axial y translación, o bien, muestra cómo aplico los conceptos al diseño en concreto, está representando o al menos manifestando sus formas de representar los conceptos. Se puede así mismo, corregir las imprecisiones y errores en la comprensión, al ver cómo estos se lo representan, pero dentro de un contexto en donde claramente pueden evidenciar las fallas, porque estas son observables en la</p>

			construcción de los diseños.
		<p>Conceptos geométricos fundamentales: la elaboración de las figuras de los diseños permite trabajar varios conceptos básicos, tales como el polígono, las figuras que incluyen curvas; incluso se puede llegar la noción más abstracta de <i>universo geométrico euclidiano</i>, dado que en la construcción de los diseños (y paralelamente en el <i>software</i>) se puede representar este y, contienen (los tres espacios) una reglas formales, cuyo entendimiento permite operar casi igual dentro de los tres espacios (universo euclidiano, plantilla del <i>software</i> y espacio de construcción del diseño artesanal).</p>	<p>Lo dicho sobre los conceptos que se evidencian en la construcción de los diseños, suponen que los tres espacios mencionados compartirán representaciones y formas de representación similares, incluso traducibles unas a otras.</p> <p>A las formas de representación matemática se suman y conviven con estas, en el caso del espacio de construcción de los diseños, las representaciones de tipo analógico, gráfico, pictórico, metafórico e incluso cosmológico (donde podría eventualmente haber representaciones sociales, políticas y hasta económicas). La representación de la piel de la serpiente puede ser un ejemplo de una representación pictórica, pero que involucra significados metafóricos, por el lugar y valoración que tiene la serpiente para diferentes culturas prehispánicas (no solo las peruanas). Así mismo continúa habiendo representaciones gráficas de conceptos geométricos,</p>

		<p>que pueden ser a su vez representación de elementos cosmológicos, representaciones metafóricas de concepciones sobre diferentes temas concernientes a las vidas de los indígenas peruanos. De aquí se puede ver el campo que se abre a la transversalidad con las áreas de artísticas y de ciencias humanas y sociales, donde puede haber creación por medio de la utilización de los conceptos trabajados en la construcción de los diseños. Además de una contextualización de la gestación original y viva de los diseños.</p> <p>De lo anterior se ven no solo una infinidad de elementos didácticos, sino también pedagógicos que pueden ampliar la visión del estudiante, desde un ejercicio aparentemente simple.</p>

**ANÁLISIS DOCUMENTAL Incaica**

**“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”**

**FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL****IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO**

Número de ficha	16
Nombre del documento	The ancient <i>quipu</i> , a peruvian knot record
Tipo de Documento	Artículo científico
Autor	L. Leland Locke
Páginas	Artículo completo
Institución a la que pertenece	American Anthropological Association
Ciudad y Fecha de edición	1912, recuperado de internet: <a href="https://www.jstor.org/stable/659935">https://www.jstor.org/stable/659935</a>
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	

UNIDAD DE ANÁLISIS	Situación problemática	Conceptos	Representaciones
Secciones y párrafos			
El <i>quipu</i> como instrumento de registro de cuentas.	¿Cómo generar registros cuentas, tales como, censos de población, cantidad de alimento, etc....?	<p>Locke sostiene que le <i>quipu</i> fue un instrumento contable, donde se evidencia el uso de la base decimal en el sistema numérico Inca. Para el autor fue nada más que lo señalado. La carga de la prueba la basa en los siguiente: 1. Las crónicas españolas. 2. Los dibujos antiguos de <i>quipus</i>. 3. Los <i>quipus</i> arqueológicos. 4. Los <i>quipus</i> actuales y sus usos. 5. Los estudios de científicos sociales y arqueólogos.</p> <p>A pesar de que algunos relatos hablan de otros usos (no numéricos) del <i>quipu</i>, Locke descarta estas hipótesis, a básicamente porque: 1) los relatos más amplios de Garcilaso de la Vega, que convivió con los Incas y aprendió a usar el <i>quipu</i>, apuntarían a un uso que reduce al <i>quipu</i> a una función de registro de números. 2) las características del <i>quipu</i> no parecen mostrar evidencias de: a) usos no numéricos, como transmisión de mensajes o asociaciones con otros aspectos de la cosmología Inca, sino, por el contrario, ser representaciones de números asociados entre</p>	<p>Ahora bien, no es necesario ver los <i>quipus</i> desde la perspectiva de Locke, puesto que esta presenta algunas inconsistencias consigo misma:</p> <p>1. No parece haber suficientes argumentos para desprestigiar las crónicas e hipótesis de otro uso del <i>quipu</i> (tanto numéricos, pero que van más allá del registro de números, es decir, usos propiamente matemáticos; como usos no numéricos. En especial los primeros usos), puesto que en los relatos de Garcilaso de la Vega, si bien, casi siempre se hace referencia a los usos de registro del trabajo realizado, como pago del tributo y otros usos que reflejan registro de cuentas; esto no hace que De la Vega restrinja en uso del <i>quipu</i>. Esta restricción proviene únicamente de Locke. En segundo lugar, el uso de un instrumento de registro (como en el ejemplo de Excel) rara vez tiene un uso <i>bruto</i>, es decir, hasta el pedazo de papel donde escribimos un recordatorio, implica una serie de prácticas y contextos que suelen hacerlo dinámico. Mucho más en el caso del <i>quipu</i>, que se usaba en una multiplicidad de contextos y,</p>

		<p>sí. b) ser un instrumento de cálculo o de contabilidad en un sentido que exceda la función de mero registro, estos lleva a que:</p> <p>a1) las asociaciones entre los números representados por los nudos de las cuerdas, no tendrían un carácter matemático, sino simplemente servirían para asociar unas cuentas con otras, como pertenecientes a un mismo grupo de cuentas (por ejemplo, los censos de población de distintas aldeas de una zona, donde cada cuerda sería una aldea y estarían asociadas porque están en una misma zona.) y a2) otros usos del <i>quipu</i> quedan descartados, tales como, una guía para la distribución del tributo, un instrumento para calcular la proporción del tributo de trabajo, <i>quipus</i> con relaciones matemáticas que describirían situaciones repetitivas dentro de la administración Inca, representaciones de cuestiones cosmológicas en donde los Incas mostraban la matematicidad de eventos naturales, asociados a su manera de vivir, <i>quipus</i> diseñados como juegos matemáticos, <i>quipus</i> que representan relaciones matemáticas complejas (hechos solo para esto, como medio de</p>	<p>para una multiplicidad de tareas y, esto solo pensando en el uso señalado por Garcilaso en sus crónicas y vuelto a señalar por Locke.</p> <p>2. Estudios posteriores (ver matrices 4-6) nos llevan a pensar que Locke se contenta con aceptar la interpretación superficial de las crónicas de Garcilaso y ve en los <i>quipus</i> solo lo que quiere ver, que aun estando ahí no es lo único que hay, ni se interpreta lo suficiente. Por lo que podemos decir que: a) se pueden demostrar (matriz 5 y 6) usos que rebasan, al menos, los usos de mero registro; por lo menos, se pueden señalar otros usos administrativos, en donde el <i>quipu</i> sí se usaba como instrumento de cálculo en conjunto con la <i>yupana</i> (así como usamos el Excel en conjunto con la calculadora, cuando lo sabemos usar), dentro de un contexto que implicaba tareas administrativas, pero que, a su vez (ver matriz 13) estaban dentro de un marco más amplio, donde concurren varios elementos fundamentales de la cultura Inca, asociados a sus concepciones matemáticas, por lo que cada <i>quipu</i> (aún los meramente contables en el sentido (difuso) de Locke) contienen una serie de representaciones extramatemáticas y matemáticas que se vinculan</p>
--	--	---	--

		<p>aprendizaje) entre muchas otros posibles usos del <i>quipu</i>. En resumen: si añadiéramos el uso de la <i>yupana</i>, el <i>quipu</i> vendría a ser como un Excel sin funciones ni fórmulas, en donde solo se registran datos de manera organizada y la <i>yupana</i> la calculadora de tienda.</p>	<p>por estrechos lazos culturales, sociales y políticos. También podemos afirmar, siguiendo la misma línea que: b) la contabilidad, en general y, la contabilidad Inca, en particular es dinámica, no es mero registro de cantidades. El <i>quipu</i> (y en especial, algunos analizados en los artículos de que tratan las matrices 4-6) son una muestra (aunque todavía por explorar y descifrar en su significación completa y compleja, matemática y cultural) de la concepción dinámica del cosmos que tenían los Incas, puesto que hay fuertes indicios de <i>quipus</i> con relaciones complejas que mostraban el carácter cíclico de las actividades humanas, que siempre estuvo ligado, tanto en la práctica, como en la cosmovisión Inca, el carácter cíclico de la naturaleza y a la necesidad de la armonización de la vida humana con los ciclos naturales. De esto podemos afirmar que: a1) las asociaciones entre diversas cuerdas del <i>quipu</i> sí poseen un significado matemático, aun en sus usos contables (en el ya refutado sentido de Locke), puesto que existen relaciones de proporción, razones e incluso relaciones radicales entre las cuerdas asociadas del <i>quipu</i>. Por lo que no se trata, evidentemente, de registros</p>
--	--	---	---

			<p>de números, sin más. Sino que en ocasiones pueden ser vistos, incluso, como fórmulas para el cálculo de valores necesarios para alguna actividad práctica, por ejemplo, el cálculo de la cantidad de trabajo necesaria para determinada actividad agrícola y la repartición racional de los grupos de trabajadores en sus actividades y jornadas de trabajo. Y también se puede concluir que: a2) queda un largo camino por descubrir, en el estudio de los <i>quipus</i>, que no es el planteado por Locke en su artículo, puesto no es evidente que <i>“El quipu no fue usado para contar o calcular, sino meramente para guardar registros. La manera de atar los nudos, no era apta para contar y no había necesidad de usarlo [el quipu] para este propósito, porque el idioma quechua posee un sistema de numeración completo y adecuado.”</i> Más bien se ha descubierto lo contrario: sí se usó el <i>quipu</i>, junto con la <i>yupana</i>, para contar y calcular; la manera de atar los nudos sí era apta para contar (y la manera de atar los nudos es variada y parece también consistir en una representación matemática o varias); Sí fue necesario para los <i>quipus</i> generar instrumentos de cálculo (el <i>quipu</i> en conjunción con la <i>yupana</i>) para una diversidad de tareas</p>
--	--	--	---

			y dentro de una praxis y visión de la vida y el cosmos, que aún está por descifrarse.
La ausencia de un sistema de escritura Inca	¿Cómo registrar sin escritura?	<p>Partiendo de esta interpretación del <i>quipu</i>, sumándola a su concepción de la cultura Inca, Locke concluye que los Incas no tenían sistemas de escritura (ni fonético ni jeroglífico). Por supuesto, parece que en esta afirmación: <i>los Incas no poseían un sistema de escritura</i>, está implícita la idea de que la escritura tiene que ser la palabra traducida a unos símbolos concretos que la representan, para poder ser considerada escritura. Los jeroglíficos en general, no serían escritura, sino hasta que pueden ser leídos en el lenguaje hablado, bajo unas reglas que permiten que estos sean representación de palabras. Aunque Locke no llega al extremo de afirmar que los ideogramas chinos no son una forma de escritura, sí parece relacionar la escritura a la representación del lenguaje hablado, lo que es más evidente en las lenguas europeas (en especial las derivadas del griego y el latín), que tiene un sistema de escritura fonético, donde a cada sonido corresponden unas</p>	<p>A partir de los elementos señalados acerca del <i>quipu</i>, se puede cuestionar, de igual manera, la afirmación de Locke, según la cual, los Incas no tenían un sistema de escritura. Si nos vamos a la cuestión de la definición la discusión se acaba muy rápido, pues con aceptar o rechazar la definición de escritura de Locke, ya sería evidente nuestro acuerdo o desacuerdo y, pareceríamos estar hablando de dos acepciones diferentes de la palabra escritura. Sin embargo, se trata de toda una concepción acerca de la cultura, en general, y de la cultura Inca, en particular la que está en juego en una discusión sobre lo que es la escritura y sobre lo que no es escritura. Hasta donde sabemos, los nudos del <i>quipu</i> no representan sonidos y mucho menos fonemas. Tampoco constituyen una armazón de símbolos que puedan ser leídos, a la manera como se lee un ideograma chino o una lengua romance. No parece haber una relación directa con la palabra. Sin embargo, sí constituyen e implican un sistema de símbolos complejo, que refleja</p>

		letras.	<p> pensamientos e ideas, tanto matemáticas como extramatemáticas, vinculadas entre sí. Por otro lado, se trata de un registro con cualidades mnemotécnicas muy efectivo. En este sentido, comparte con los sistemas de escritura (los que en la concepción de Locke y de buena parte de la tradición eurocentrista, incluidos muchos filósofos modernos y antropólogos coloniales y postcoloniales son los que sí son sistemas de escritura) que son sistemas de símbolos que sirven para representar diversas ideas y pensamientos, así como los vínculos observados entre los fenómenos, además de poder registrar estas ideas, pensamientos y observaciones. Así, podríamos pensar que los <i>quipus</i> de los Incas no están tan alejados de otras formas de escritura y, hasta podemos plantear que son una forma de escritura no ideográfica ni fonética. Aún hay más: no se conocen todavía todos los posibles vínculos que podía tener la lectura de un <i>quipu</i> (si es lícito hablar así) con el lenguaje hablado. No sabemos de qué manera era posible interpretar la realidad tanto teórica, como prácticamente, por medio de los <i>quipus</i>, en complemento con el lenguaje hablado, puesto que </p>
--	--	---------	---

			<p>parece que estos eran también instrumentos interpretativos de situaciones concretas e, incluso, fórmulas que ayudaban a resolver problemas organizativos, los que, a su vez, estaban conectados con un marco económico y social del que los Incas estaban bien conscientes y, hacia parte fundamental de su cosmovisión, vista como un conjunto holístico de pensamientos e ideas sobre la totalidad.</p>
--	--	--	--

<p><b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>  <b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b></p>	
<p><b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b></p>	
Número de ficha	Ficha número 18
Nombre del documento	Semiótica arquetípica de las matemáticas Inca ¿Evolucionó el ábaco a partir del <i>quipu</i> ?
Tipo de Documento	Secciones de libro.
Autor	Sergio Huanca Yruri.
Páginas	5-49
Institución a la que pertenece	No aplica
Ciudad y Fecha	Arequipa, septiembre 2015

de edición			
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			
Prólogo	<p>¿Viene el cero de la tradición matemática de la cultura del <i>Tawantinsuyu</i>?</p> <p>¿Qué implicaciones tiene una respuesta positiva a este cuestionamiento?</p>	<p>Se sostiene que el cero emigró a la india, desde las Américas y no al revés, como comúnmente se piensa.</p> <p>Esto implicaría que el desarrollo matemático abstracto se consolidó en América, antes que, en cualquier otra parte del mundo, puesto que es la invención del cero, la que permite el desarrollo de las matemáticas, de una matemática meramente práctica y concreta a una matemática más abstracta y teórica.</p> <p>Se argumenta de manera general, a partir de la aseveración de que los europeos manejaron el sistema de numeración romano (no posicional), mientras que los Incas manejaron un sistema de numeración posicional mediante el uso del <i>quipu</i>. Este instrumento (el ábaco textil) sirvió a los Incas para desarrollar el cálculo aritmético y sus reglas. Es importante resaltar que sin el cero y sin un sistema posicional, se hace más difícil concebir la suma y la resta. Mucho más así cuando se trata de la multiplicación y la división</p>	<p>Existe también una valoración del cálculo aritmético (desarrollado y evidenciado en el <i>quipu</i>) sobre el resto de las matemáticas, pues este constituiría la base de cualquier desarrollo más complejo. Así, por ejemplo, para el cálculo infinitesimal, que no se puede aplicar sin la aplicación del cálculo aritmético. La valoración se extiende bajo la idea de que la tecnología de una civilización no avanza sin el desarrollo matemático. Aún más, si se piensa que el sistema binario de numeración y cálculo (inventado también por los andinos, según el autor) no sería posible la computación como la conocemos hoy en día.</p> <p>La existencia de una escritura no fonética, pero escritura al final de cabo, estructurada no solo por la posición del nudo, sino por su forma de hacerse, calidad de la lana, su color, sentido horario en el que se trazaba el nudo, etc.</p> <p>Permitió una gran variedad de usos administrativos que se puede suponer, le dieron equilibrio al imperio Inca, puesto que el uso de las matemáticas era necesario para poder hacer presencia en</p>

		<p>e incluso de la radicación y la potenciación. Por ende, lo que existía antes del cálculo aritmético eran técnicas de sumas y restas y no propiamente el cálculo. A pesar de la ausencia de un lenguaje alfabético (es decir, de una escritura fonética, que represente el sonido de las palabras) diferentes pueblos a lo largo del mundo tuvieron otras formas de escritura. Así, los <i>quipucamayoc</i>, se puede decir con certeza, escribían número en las cuerdas, bajo unas reglas gramaticales simples, que permitían expresar las ideas y relaciones matemáticas de manera eficiente. Por otro lado, no solo había escritura matemática en los tejidos andinos, sino también escritura que refiere a representaciones culturales y a representaciones sociales, geográficas e históricas. La escritura simbólica, que no solo estaba en los <i>quipus</i>, sino también en muchos otros tejidos y lugares de la vida andina, se desarrolló a la par con la lengua andina (representada por el quechua y el aymara), formando un todo complejo y holístico, en donde las matemáticas y las representaciones icónicas y arquetípicas del lenguaje hablado, trazan un trasfondo cosmogónico y cosmológico, ligado a la vez</p>	<p>todo el imperio de manera organizada y eficiente, para el reparto de la satisfacción de las necesidades que tenían los habitantes del imperio y del cumplimiento de las obligaciones del estado Inca, para con estos. Puesto que los Incas tenían una serie de políticas de protección social, que no tenían los estados medievales ni romanos. En suma, las matemáticas Inca no solo muestra una serie de potencialidades teóricas y prácticas gigantesca. También muestra la potencia de toda una cultura. Es por esto que su redescubrimiento se hace necesario para los habitantes andinos, para hacer una revaloración de sus potencialidades como sujetos y de su lugar en el panorama mundial. Si las matemáticas encontraron el esplendor de su desarrollo en América latina, debe revalorarse la génesis de ese esplendor, en términos de un nuevo resurgir de la ciencia (hija de las matemáticas) en América latina. Debe haber una reapropiación de nuestras producciones, un manejo autónomo de nuestros recursos intelectuales y materiales. Dentro de una tradición matemática andina que tiene más de 4500 años. Una revaloración tal tendría efectos en lo psicológico (dentro de un contexto en donde somos acomplejados culturales, seres sin historia), en lo económico (pues nos</p>
--	--	---	--

		<p>a las matemáticas (en tanto conjunto de conceptos, pero también en tanto como de disciplina práctica), pues como se ya se señaló, esta permitía la realización de una administración social y económica eficiente, trazada siempre por los símbolos (lingüísticos y no lingüísticos) que marcaban (¿y marcan?) el <i>telos</i> de esa organización.</p>	<p>proporcionaría un instrumento para ser productores de nuestras propias mercancías y reguladores de nuestros mercados), en lo histórico (porque constituiría un rompimiento con los viejos escritores de la historia y de la condenación a permanecer en una misma situación) y cultural (pues resignificaría los referentes y las aspiraciones de una sociedad entera). En esto se resume en proyecto político y propósito del autor al escribir el libro, en mostrar la potencialidad de las matemáticas para el habitante andino y, en general, latino.</p>
<p>El ábaco no ha perdido vigencia</p>	<p>¿Cómo garantizar el aprendizaje de las nociones y reglas básicas del cálculo aritmético en la educación primaria, para obtener resultados satisfactorios a futuro?</p>	<p>El ábaco Inca (<i>taptana</i>) se muestra como un instrumento pedagógico sobresaliente para la enseñanza del cálculo aritmético. Cualquier enseñanza por medio de métodos inadecuados, por parte del maestro, a edad temprana, en las etapas primordiales del aprendizaje matemático (y del aprendizaje en general) puede generar una aversión por aprendizaje matemática, con nefastas consecuencias para el desarrollo cognitivo del niño e, incluso (creo que es el punto central del autor) para su desarrollo como sujeto y, en consecuencia, para el desarrollo de la sociedad a la que este hace parte.</p> <p>La <i>taptana</i> permite ver el</p>	<p>La <i>taptana</i> permite el cálculo de operaciones algebraicas complejas. Resulta ser un instrumento en donde es más fácil representar las relaciones numéricas que por medio de la escritura hecha con pluma y papel. El color de las fichas que se usan en la <i>taptana</i> sirve para potenciar el uso de la cuadrícula, puesto que permite alcanzar un nivel de abstracción superior, pero mediante la manipulación de los objetos que representan estas abstracciones. Por ejemplo, permite realizar operaciones algebraicas.</p> <p>La representación de las cifras tiene que ir acompañada de una comprensión de las cifras. La abstracción matemática solo sirve si es significativa, si me sirve como un instrumento descifrador de la</p>

		<p>aprendizaje matemático como un juego, pero un juego con reglas claras. En donde el estudiante es llevado al aprendizaje de manera motivante, por el placer de descubrir dentro del juego. Por otra parte, permite el desarrollo posterior, cuando es aplicado correctamente, de habilidades matemáticas que no involucran directamente el uso del ábaco.</p> <p>No obstante, el desarrollo matemático incide en el desarrollo cognitivo e intelectual en otras áreas del conocimiento, puesto que las matemáticas ayudan a desarrollar estructuras lógicas, que permiten una mejor comprensión lectora (no solo del libro, sino de las situaciones e incógnitas que nos presenta la realidad).</p> <p>Otro argumento para potenciar el uso de la <i>taptana</i> está en el comprobado éxito en el aprendizaje matemático, de los países que usan ábacos para su enseñanza, tales como China, Singapur, Japón, India, etc.</p> <p>Históricamente el ábaco (que presuntamente vendría de América) ha llevado a varios de los avances matemáticos más espectaculares. Así, la geometría analítica</p>	<p>realidad y si es una práctica descifradora de incógnitas concretas y relevantes. Esto en sentido tanto general como pedagógico. Cuando se explica un procedimiento matemático e incluso cuando se representa una cifra, no sirve de nada hacerlo satisfactoriamente si no se comprende el para qué de hacerlo. Las matemáticas Inca permite realizar este proceso de significación del aprendizaje de manera más didáctica e incluso pedagógica. Por ende, la representación matemática, debe ir acompañada de muchas otras representaciones que no son matemáticas en sentido estricto, pero sí lo son, bajo la idea de que las matemáticas es el lenguaje que nos permite describir más certeramente la naturaleza.</p> <p>La potencialidad descubridora que ha tenido las matemáticas bajo el uso del ábaco, que tiene su génesis y fundamento en el ábaco Inca, es otro argumento para usarla como forma de representación matemática en la enseñanza de las matemáticas. Esta permite también la comprensión cada vez más abstracta y precisa del concepto de cero y de las nociones que se construyen a partir de dicha abstracción, tales como el cálculo binario y el cálculo infinitesimal. Por otro lado, la comprensión de esa abstracción se hace</p>
--	--	---	--

		<p>(inaugurada por Descartes, a partir de la reutilización del ábaco, vista como cuadrícula para la realización de cálculos). El uso del ábaco, junto con el descubrimiento del cero, han llevado a una matemática cada vez más abstracta y por esto mismo, potente para describir la realidad. El avance matemático ha sido tal, gracias en buena parte a lo pedagógico del ábaco, que ha permitido la comprensión puntos claves de las matemáticas.</p> <p>También resulta interesante utilizar la gran serie de datos que proporciona el autor, acerca de las aplicaciones prácticas de los descubrimientos matemáticos y lo que estos han permitido, como herramienta pedagógica, para mostrar a los estudiantes la importancia de las matemáticas.</p>	<p>concreta bajo la didáctica que le es propia a la <i>taptana</i>, permitiendo también un razonamiento abstracto, pero acerca de lo concreto.</p> <p>El uso de la cuadrícula (que viene a ser la estructura de la <i>taptana</i>) para representar números fue usada primero por los Incas y fue lo que revolucionó las matemáticas europea. Según el autor, por su gran poder didáctico y porque facilita la abstracción y la representación de los valores y conceptos matemáticos. Así, un estudiante puede comprender la ley de signos mediante una cuadrícula y realizar multiplicaciones compuestas con mayor facilidad que con solo pluma y papel.</p>
<p>Las matemáticas Andina precolombina comenzó a evolucionar a partir del ábaco</p>	<p>¿Cómo usar los instrumentos de las matemáticas andina como recurso didáctico?</p>	<p>Según el autor, los Incas realizaban sus cálculos por medio de decenas, es decir, no sumaban o restaban unidades al hacer el cálculo aritmético, sino que sumaban de diez en diez. El número que daba comienzo a su sistema no era el número 1, sino el número diez. Resulta interesante como argumenta este punto, a partir del análisis de los términos matemáticos del quechua, que siempre tiene</p>	<p>La representación de valores numéricos en la <i>taptana</i> facilita la comprensión del valor posicional. Así mismo el <i>quipu</i> como ábaco textil. Resultan igualmente interesante las muy conocidas referencias a Garcilaso de la Vega y a la tradición matemática Inca, para incluirlas en las clases de matemáticas. Todo esto junto con el sistema numérico de base decimal manejado por los Incas.</p>

		<p>correlaciones y relaciones directas con otras representaciones extra matemáticas.</p> <p>Al parecer los andinos usaron más de una base para realizar sus cálculos. El uso de una base u otra obedecía a razones tanto matemáticas, como prácticas, como cosmológicas que no se desconectan entre sí. Al parecer la base 40 la usaban para los cálculos astronómicos (puesto que era más conveniente para el cálculo de dichas magnitudes), mientras que para la administración agrícola y del trabajo utilizaban la base decimal. Parece también haber indicios del uso de base binaria y de la base hexadecimal (a partir del número 16).</p> <p>También se evidencia el uso de una notación binaria simple, pero poderosa que se usa hoy en día en el desarrollo computacional. Simplemente 1 y 0, valor o no valor, para señalar en la <i>taptana</i> si el punto vale o no vale.</p> <p>Por último y tal vez de lo más llamativo es la evidencia de la consciencia de la serie de Fibonacci en el sistema numérico y para el uso y construcción de la lógica matemática de la <i>taptana</i> y, por ende, de las</p>	<p>En el caso del diez resulta muy significativo. Se relaciona con la paridad. El número diez es dual, dado que es par, divisible en dos, emulando así el carácter dual del universo, que posee un comienzo y un final. Así, el ave creadora se llama Pariskay, que se relaciona con Iskay (dos en quechua). Donde la dualidad que permite el número diez representa el principio y el final, siendo diez el número que da comienzo y final a la serie matemática.</p> <p>La representación que resulta de la aplicación de esos conceptos en la <i>taptana</i> resulta completamente lógica y coherente. La lógica de las columnas funciona a partir de valores y espacios según la serie de Fibonacci y la potenciación de los valores según la columna. Las filas representan la potenciación de la base que se esté representando en las columnas. Se evidencia la serie de Fibonacci en la construcción de los espacios que van aumentando hacia la izquierda en las columnas.</p> <p>No menos interesante es la utilización de la notación binaria que simplifica y hace sencillo el uso de la <i>taptana</i> desde el punto de vista pedagógico, puesto que se entiende como presencia o no presencia del valor o si se mira matemáticamente como</p>
--	--	---	--

		<p>matemáticas andina. Los valores que van adquiriendo las columnas de derecha a izquierda siguen la serie de Fibonacci (0-1,1-1,1-2,2-3). Al sacar las potencias de la suma de cada par de números de números de la serie y sumar dichas potencias, se obtiene la base 40 (1+1+4+9+25). Esta lógica puede replicarse para sacar nuevas bases a partir de número de Fibonacci y añadir nuevas columnas para el cálculo matemático.</p>	<p>valores de 1 y 0. Esto permite que el sistema numérico esté siempre implícito en el cálculo de cualquier valor. En otras palabras, el artefacto hace que los conceptos se puedan representar constantemente y se forme una consciencia más directa de la lógica del sistema numérico y de los procedimientos de cálculo, puesto que la lógica se hace visible en la materialización de la <i>taptana</i>. Solo se trata de indicar la presencia de un valor o su ausencia mediante la notación binaria, lo que también hace dinámico el procedimiento y lo vuelve un juego con reglas muy claras.</p> <p>Por último, señalar que el autor hace referencia a la utilización de la base 40 para los cálculos astronómicos, por parte de la cultura Andina, como un uso dentro de su cosmología: el carácter dual (hombre-mujer) que suma 40, por la multiplicación del número de dedos que cada uno posee por dos (sumando manos y pies).</p>
<p>El código binario del <i>quipu</i> y lectura del ábaco Inca.</p>	<p>¿Cuál es la mejor notación matemática? ¿Cómo se debe leer un número en el ábaco Inca?</p>	<p>Según el autor, lo dicho acerca de la forma de representación matemática (<i>descrito en la columna de la derecha</i>) probaría la fase exclusivamente andina precolombina de la representación de los números por medio del ábaco. Lo que indicaría que el ábaco, al ser el elemento central de las matemáticas</p>	<p>Se evidencia la notación binaria en el <i>quipu</i> que existe también en el ábaco Inca o <i>taptana</i>. Es evidente porque los nudos claramente representan el 1 y la ausencia de nudos el 0. En donde 1 es presencia de un valor y el 0 es ausencia de dicho valor. Así mismo el sistema binario está representado en el idioma quechua, puesto que la</p>

		<p>Inca, no puede haber llegado de otro lugar a América, sino que más bien este migró a otras latitudes, donde fue añadido a las matemáticas existente, potenciándola. A esto se suma la aseveración de que existen miles de <i>quipus</i> encontrados, lo que demuestra que el ábaco Inca se usó de manera extensiva en los andes hace por lo menos 4500 años, mientras que del uso del ábaco hay referencias escritas y orales, pero no físicas y las primeras datan de hace 2600 años.</p> <p>Como prueba adicional, se muestra el recorrido histórico que habría hecho el ábaco (y en especial la notación binaria que implica el concepto del cero) desde los andes precolombinos hasta Europa, donde, según el autor, no habría un sistema numérico, sino simplemente una numeración. Tal numeración no se compaginaría con el uso del ábaco, que implica un sistema numérico complejo (en su capacidad matemática) y simple (binario o ternario, en su forma de representación). En esta medida, el ábaco habría atravesado todo Asia, hasta llegar a Europa miles de años después en el 1202, cuando se popularizó el uso del ábaco convencional</p>	<p>palabra “<i>paw</i>” significa par, que precisamente (en una numeración con base 10) es la propiedad de poseer 0 y, recíprocamente, la de no poseerlo es ser impar (el 1 no es par).</p> <p>A pesar de que la <i>taptana</i> está construida a partir de cinco números (1,1,2,3,5) y el cero, para representar todos los demás números, en realidad no existen símbolos (en la <i>taptana</i>) para la representación de estos números. Solo son representables, en rigor el 1 y el 0, como conceptos de presencia y ausencia de valor. Por lo que en la representación de estos números se demuestra la concepción binaria del sistema numérico que tenían los andinos.</p> <p>Mientras que el sistema numérico andino (tanto de los mayas como de los Incas) permite representar números tendientes al infinito, tales como los granos de arena del planeta tierra o el número de estrellas de la vía láctea, utilizando solo 2, 3 o 5 símbolos, la numeración romana tiene problemas para representar números superiores a 10000 y, por ende, se puede pensar, para concebir magnitudes superiores, por parte de quienes la usaban.</p>
--	--	--	---

		(soroban), que no supera al ábaco Inca, puesto que este último permite muchos más cálculos que el convencional y es más didáctico y pedagógico.	
Las incongruencias de los modernos sistemas de numeración.	¿Cómo elaborar un sistema de numeración lógico y sólido? ¿Es la numeración que ofrece el quechua la más lógica?	<p>Para el autor, los sistemas de numeración (en especial los que se usan en las lenguas derivadas del latín) presentan incongruencias a la hora de representar los números. Esto también se presenta como una prueba más de que las matemáticas que conocemos hoy en día y su esplendor es posible por sus orígenes precolombinos andinos. Una prueba que fortalece el argumento del autor es que incluso en el sánscrito se presentan estas incongruencias.</p> <p>Por otro lado, como argumento final se muestra que el sistema de numeración del quechua, así como toda las matemáticas andinas demuestra una didáctica asombrosa. Por lo que se ve el desarrollo no solo de un sistema de numeración preciso, sino el desarrollo de este con fines didácticos que permitieran el uso extensivo de las matemáticas y la comprensión de estas, al menos a nivel general, por una gran cantidad de población.</p>	<p>En todas las lenguas romances y en otras más (entre ella también lenguas asiáticas) existen algunos números que fonéticamente no siguen una lógica, sino que presentan una serie de excepciones para representar verbalmente los números. Para solo mencionar un ejemplo de los que señala el autor hay que pensar en el número 12 (doce) que si siguiera la estructura lógica que se presenta en la numeración a partir del número 16 (dieciséis), debería llamarse <i>diecidós</i>. Así se presenta en todos los idiomas europeos, ocurren estas excepciones ilógicas. Por lo que el autor concluye que esto es indicio de que estos sistemas de numeración fueron derivados de fuentes secundarias (que serían las de las civilizaciones india, china, etc.) y no de sus fuentes primarias (las civilizaciones andinas precolombinas, que no presentan estas excepciones, sino que siguen la lógica que habría de llamar <i>diecidós</i> al doce. Además, la similitud entre los sistemas de numeración (con base decimal) hace que parezca que los sistemas de numeración con excepciones ilógicas fueran copias mal</p>

			<p>hechas, que vienen del sánscrito y de los sistemas de numeración de la India, que representan una dicción e incongruencias muy similares.</p> <p>Esto contrasta con los sistemas de numeración chinos y japoneses que se mantuvieron cerca al uso del ábaco y más parecidos al que sería el sistema de numeración original (el andino), que no presentan las incongruencias mencionadas y son totalmente lógicos.</p>
--	--	--	--

#### 9.4.2. Matrices del análisis documental Sikvani.

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>			
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>			
Número de ficha	Ficha 17		
Nombre del documento	El simbolismo de la cestería Sikvani		
Tipo de Documento	Artículo		
Autor	Francisco Ortiz Gómez		
Páginas	Artículo completo		
Institución a la que pertenece	Museum of cultural history (UCLA)		
Ciudad y Fecha de edición	Los ángeles, 1985		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			

<p>Contexto etnográfico, las guapas y las representaciones en la cestería Sikuaní.</p>	<p>¿Cómo representar la conexión entre lo humano y lo natural?</p>	<p>En la cestería Sikuaní se encuentran representados una multitud de elementos relevantes para la comprensión de su cosmovisión y de los símbolos que manifiestan la relación de estos con su ambiente.</p> <p>El lugar geográfico en el que se han venido asentando desde el siglo XVIII (las Vegas) ha generado nuevas formas de representación respecto a su relación con su entorno natural, como gente de sabana, dado que así se identifican a sí mismos.</p> <p>La capacidad que tuvieron las tribus Guahibas para asentarse en lugares despoblados y dejar de depender, únicamente, de la recolección generó una concepción del origen de la sociedad, dentro de sus mitos, como el origen de la agricultura.</p> <p>No obstante, continúan ejerciendo la recolección y la caza, que junto a la agricultura se encuentra regulada por un calendario astronómico y ecológico que les permite organizar su trabajo y satisfacer de manera eficiente sus necesidades.</p> <p>Las tareas están divididas por géneros, donde el hombre se encarga más de la caza, mientras que la</p>	<p>Los diseños registrados, asociados a sus representaciones que se presentan en los artículos son los siguientes:</p> <p>Tsakatui “ojo de pez”: que representa a un pez con el mismo nombre “<i>Tsaka</i>” de la ceremonia de iniciación que ocurre cuando a las muchachas les llega su primera menstruación. En esta se le reza al pez.</p> <p>Tsanunupali “libélula” tejido con cuadrados concéntricos.</p> <p>Kaejamatabu utjutu “un solo corazón”</p> <p>Namokobetjei “palma de la mano del zorro” El zorro representa mal agujero y se toca una flauta de un solo tono con su figura cuando este se aproxima a un poblado.</p> <p>Iwinai tspabi “conjunto de pléyades” en esta se ve parte de la astronomía Sikuaní representada. Representa al héroe iwinai que anuncia la llegada del verano.</p> <p>Kokomi yiri “pinta del pez curito” Relacionado con el dios Furnaminali.</p> <p>Janeri o janeribuji “palometica”</p> <p>Jomowabi itane “pinta del guío” representa a tsiwaliwali, dueño y ancestro de los animales.</p>
--	--	---	---

		<p>mujer más de la recolección y la cocina. Es en esta última actividad donde se desarrolla la cestería Sikuani, puesto que las distintas preparaciones de la yuca que hacen las tribus indígenas de las planicies, se preparan utilizando las <i>guapas</i>, <i>el sebucan</i>, <i>las esterillas</i> y los <i>manares</i>, que tienen diversos diseños. Estos, aunque son usados por las mujeres, son realizados por los hombres, que solo adquieren el derecho a casarse, una vez aprenden a tejer y pueden regalarle una guapa a su futura esposa.</p> <p>En las guapas se encuentran la mayor cantidad de diseños que hay en la cestería Sikuani. Su elaboración se hace a partir de los tallos de Juajuá, del que se sacan las tiras para confeccionar los tejidos. Estas tiras se tiñen con savia de arrayán y hollín de budare. A partir de estos elementos se construyen los diseños que dan vida a la cultura material de los Sikuani.</p> <p>Las representaciones de los diseños de la cestería Sikuani no representan la naturaleza, sino la relación del hombre con la naturaleza, la manera en la que este entra a esta o la modifica. De esta manera los diseños hacen parte de la</p>	<p>Siruni. Esposo de kawainuli.</p> <p>Kawauwiri tobeno “cola de gavián tijeretero” representa además de la cola del gavián, la cruz del sur, que hace parte de la astronomía andina, para los Sikuani la cruz de la tortuga charapa (constelación)</p> <p>Llamaju wakapa itane “dibujo de la macana del rayo”. Relacionado con el mito de tsamani, que convertido en lagartija transformo la macana con la que el rayo mataba a la gente.</p> <p>Tsawaliwali tofere “nido de tsawaliwali.</p> <p>Iwidakami. Se usa el mismo diseño en la silla en la que está la muchacha en el rito de iniciación de la menstruación. Es un símbolo defensivo de los seres de agua que protege a la muchacha.</p> <p>Mawi majuranae “rama del árbol de peramán” El peramán es un árbol que tiene propiedades medicinales y genera una resina que sirve de pegamento. Kawiyami</p> <p>Akane tofere yiri “tejido nido de gaviota”</p> <p>Ukukuburu “nido de palomas”</p> <p>Awalutikanu “laberinto</p>
--	--	---	--

		<p>forma en la que los Sikuaní viven su entorno y forman un todo con este. No obstante, la mercantilización de la cestería ha llevado a la representación decorativa que deja de lado las representaciones culturales propiamente Sikuaní. Más cuando se hace dentro del contexto de los diseños propiamente Sikuaní, se ve que no se hace al animal como tal, sino que se presentan símbolos narrativos que se relacionan con su mitología y con sus saberes acerca de la naturaleza, así como su relación con ella. En esta medida el arte Sikuaní busca más significar que representar burdamente.</p> <p>La astronomía representada en la cestería muestra que las figuras allí representadas son fundadoras de la cultura, pero accesibles a los chamanes. Por esto la representación se centra más en los atributos de las figuras fundadoras que en la corporeidad o imagen de este.</p> <p>Por otro lado, las representaciones también atañen al carácter ritual de lo que representan. Se usan los mismos diseños en actividades rituales, tales como el de iniciación en la primera menstruación, los rituales chamánicos con yopo y el rezo del pescado.</p>	<p>Pubutaju namutu “camino de bachacos”</p> <p>Llamaju tanu itane “pinta pie del rayo”</p> <p>Iwinai kotsosoli “ombligo de las pléyades”</p> <p>Majuneje barupa “mandíbula del caimán”</p> <p>Tulupuno “estrellas”</p> <p>Kalibomi “pinta de kalibo” espátula para cazabe.</p> <p>Mutjumi “pinta del hueco” sepultura.</p> <p>Y otros más de los que no hay ilustración en el documento ni referencia directa. Sino solo relato.</p>
--	--	---	--

		<p>La producción de las guapas con diseño estaba disminuyendo cuando el autor escribe el artículo, debido a la influencia de la religión evangélica y la satanización de los diseños Sikuani. Por otro lado, la necesidad de intercambio estaba llevando a la comercialización de las guapas tanto con diseños, como sin diseños, pero especialmente las segundas.</p>	
--	--	--	--

### **ANÁLISIS DOCUMENTAL SIKUANI**

<b>“RECUPERACIÓN DE LOS SABERES MATEMÁTICOS EN LAS CULTURA INCA Y SIKUANI. FORMULACIÓN DE DIDÁCTICAS OTRAS EN UNA PERSPECTIVA INTERCULTURAL”</b>	
<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	Ficha 19
Nombre del documento	SABERES ANCESTRALES Y USO DE LA LENGUA SIKUANI EN LA CONSTRUCCION DE CONCEPTOS MATEMATICOS
Tipo de Documento	Secciones de libro.
Autor	PEDRO SALCEDO FLOREZ
Páginas	27-45 y 51

Institución a la que pertenece	Universidad Pontificia Bolivariana		
Ciudad y Fecha de edición	Cumaribo, Vichada		
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>			
<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>Situación problemática</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Representaciones</b>
<b>Secciones y párrafos</b>			
Estado del arte en la investigación etnomatemática en Colombia.	¿Cómo desarrollar Una enseñanza matemática a partir de los saberes ancestrales Sikuni y de la experiencia concreta del contexto de los Sikuni?	<p>Se presentan varias investigaciones que aportan en el sentido que plantea la pregunta, para contribuir al desarrollo del proyecto a desarrollar en la escuela Sikuni. Son experiencias con comunidades indígenas en diferentes lugares del país.</p> <p><i>La educación matemática comprendiendo el contexto indígena.</i> Esta investigación busca conocer las prácticas culturales de los Nasa del Cauca, para apoyar el desarrollo del aprendizaje matemático, pero desde las comunidades, para que ellas mismas vayan construyendo su saber, dentro de sus proyectos como comunidad. Partiendo de los principios de identidad, territorio y autonomía, se busca aportar a la comunidad en el fortalecimiento de su economía y autosostenibilidad. Se hace a partir de las matemáticas, pero enseñando esta dentro del contexto cultural específico (etnomatemática), no como imposición de saberes, sino como construcción de saberes, a partir de la vida y conocimientos que ya posee la comunidad.</p>	<p>Partiendo de los conceptos expuesto el autor ha desarrollado varios instrumentos interesantes, para indagar el conocimiento matemático que poseen los estudiantes y cómo estos entienden lo matemático. Se mencionan tales talleres.</p> <p>Un cuestionario exploratorio bilingüe con las siguientes preguntas:</p> <p>Dibuja cómo crees que es las matemáticas para los Sikuni; Escribe lo que significa el dibujo; Sus abuelos cómo aplicaban las matemáticas; ¿Qué conoce del sistema matemático de su cultura?; ¿Por qué es importante aprender matemáticas?; ¿Crees que para los Sikuni es importante el aprendizaje de las matemáticas?; ¿Qué concepto le merece las matemáticas que aprende en la escuela y el que aplica en su comunidad?</p> <p>Otros cuestionarios que implican la lectura de</p>

		<p><i>Resignificación del currículo escolar indígena, relativo al conocimiento matemático, desde y para las prácticas sociales.</i> Esta investigación hace énfasis en los aspectos críticos, puesto que abre el análisis a las formas de dominación que implican la imposición de una serie de conocimientos, en el encuentro entre culturas. Así, Latinoamérica (y Colombia) ha sido un pueblo con un currículo escolar impuesto y poco reflexionado, que no responde a sus necesidades e intereses. Tampoco responde a los aspectos didácticos que podrían ser efectivos, si se situara la educación (en este caso las matemáticas) dentro de los referentes que manejan los estudiantes. El autor señala que así sucede con la mayoría de escuelas que atienden población Sikuani, donde no se tienen en cuenta estos aspectos. Por lo anterior, se invita a la construcción, junto con la comunidad y para ella, de un currículo escolar que resalte el conocimiento de las comunidades y se corresponda con sus intereses y necesidades. Pero no puede ser imposición del investigador, sino que debe surgir de la misma comunidad, que es al final, la que debe buscar su desarrollo.</p> <p><i>Entre cantos y llantos- Wajaliwaisianu.</i> Este estudio recopila parte de las tradiciones orales Sikuani. El autor ve aquí un elemento fundamental, pues se trata, nada menos, de las</p>	<p>mitología Sikuani escrita en su lengua. Después de la lectura se hacen las siguientes preguntas.</p> <p>¿Qué aspecto del mito es importante para su crecimiento personal?;  ¿Qué aspectos se debe rescatar de las mitologías Sikuani para el apoyo de aprendizajes en matemáticas?;  ¿Qué elementos matemáticos encuentras en la lectura?; ¿Qué otro mito conoce y qué aportes deja para comprender las matemáticas?; ¿Qué aspectos se debe rescatar de las mitologías Sikuani para el apoyo de aprendizajes?</p> <p>Guías para el trabajo de material audiovisual:</p> <p>Describe: ¿Qué otras prácticas culturales realizan en su comunidad?;  Explica, ¿Qué relación tiene las matemáticas con las actividades que realiza en su comunidad?;  ¿Qué conceptos matemáticos puedes descubrir en las imágenes y los videos? ¿Qué significado le merece?</p> <p>Conversatorios usando todas las preguntas planteadas.</p>
--	--	---	--

		<p>maneras de pensar, de sentir y de ver el mundo, que están retratadas en la oralidad Sikuani. Estas maneras de percibir el mundo y de reflexionar acerca de deben ser el punto de partida del educador que busca una educación situada y contextual, porque además hablan de la vida concreta de los Sikuani y de cómo estos enfrentan la cotidianidad. De los imaginarios que ya poseen los pueblos y de sus tradiciones se puede llegar a otros conocimientos. Por otro lado, se ve la importancia de generar un registro escrito de estas tradiciones para que se conserven, adaptándose en este sentido al contexto global (que hace mucho tiempo demanda la escritura) pero sin perder, por esto, el valor de esas tradiciones. Por el contrario, esto resulta en un rescate y resignificación de estos saberes, para la construcción de identidad. Muestra de ellos es el fortalecimiento en la producción de textos en lengua Sikuani, que de otra forma tiene más posibilidades de perderse.</p> <p><i>Una experiencia etnomatemática en el Amazonas colombiano.</i> Esta presenta como un proyecto transversal, pero focalizado al desarrollo de conceptos matemáticos. Presenta una metodología clara, puesto que busca el desarrollo de conceptos matemáticos, dentro de los espacios de oralidad que ya están presentes en las horas de la noche, para los indígenas Ticuna. En estos espacios se cuentan las</p>	
--	--	---	--

		<p>historias tradicionales, pero también se reflexiona y se delibera acerca de cuestiones de vital importancia para comunidad. Por lo que se busca, no añadir un cursillo de matemáticas en este espacio, sino integrar la enseñanza matemática a estos espacios. Que el desarrollo de los conceptos de enmarque dentro de las situaciones planteadas en estos espacios de oralidad. Esto trabajado desde la perspectiva de las actividades matemáticas universales de Bishop, donde se muestra que todo humano realiza prácticas donde estas actividades se ven implicadas y, por ende, se pueden (y se deben) desarrollar dentro de su ámbito cultural particular. El objetivo final de la investigación es articular diversas propuestas que aporten al desarrollo efectivo de las habilidades y conceptos matemáticos.</p> <p><i>Una propuesta de enseñanza geométrica desde una perspectiva cultural.</i> Este trabajo busca diseñar una propuesta de enseñanza geométrica, a partir del estudio de los diseños contruidos en la producción textil de los Arahucos. Busca rescatar el carácter simbólico del tejido tradicional y distinguirlo de los diseños creativos no tradicionales, valorándolos a los dos. Construir a partir de esta compilación propuestas didácticas para l enseñanza de conceptos geométricos. Conceptos que de alguna manera yacen implícitos en la</p>	
--	--	--	--

		<p>construcción de los tejidos, desde la perspectiva de las actividades matemáticas universales de Bishop, pero que pueden (y deben) hacerse explícitos, para continuar el desarrollo de los mismos.</p> <p>Todas estas investigaciones se muestran como aportes al desarrollo educativo de las comunidades indígenas. Pero en sentido amplio, donde educación es también un instrumento de desarrollo económico y de autonomía. Se ven como aportes al desarrollo matemático de las comunidades, pero no en términos de aprendizaje de contenidos o cumplimiento de estándares impuestos, sino como una forma de desarrollo en general, que permita la supervivencia (e incluso rebasar la mera supervivencia) de los diversos grupos étnicos en una era, en donde los avances tecnológicos marcan el nivel de desarrollo y autonomía de los grupos sociales. Por lo anterior, las comunidades deben avanzar hacia la innovación desde lo que ellas son, como rescate efectivo de su cultura y su palabra.</p>	
Marco conceptual	¿Qué es la etnoeducación?	<p>La forma como definimos etnoeducación depende de varios factores, si bien etimológicamente significa <i>educación de la raza, del pueblo, de la comunidad etc.</i> Algunos factores son, el interés político de quien emite la palabra, el momento histórico de desarrollo de la investigación en el campo, la concepción general que existe sobre la educación y los hechos</p>	

		<p>educativos. Se presentan varias versiones de lo que se entiende por etnoeducación.</p> <p>El CRIC define a la educación desde una postura crítica frente al papel de la educación como desintegradora de las culturas no hegemónicas (dentro de las que están las culturas indígenas):  <i>“Entendemos la educación como un proceso de vida que involucra no solamente unos conocimientos y habilidades, sino que tiene que ver con la esencia misma del ser en los sentimientos, en el sentido y significado de la vida, en la capacidad de articularse como individuo a un colectivo, de sentirse participante de un proceso integral y proyectarse hacia condiciones de vida más dignas”</i> citado por (Juliana Arbeláez, 2008)</p> <p>Por su parte, la legislación colombiana tiene otra: La ley 115 de 1994 define la etnoeducación en el artículo 55  <i>“Se entiende por educación para grupos étnicos la que se ofrece a grupos o comunidades que integran la nacionalidad y que poseen una cultura, una lengua, unas tradiciones y unos fueros propios y autóctonos. Esta educación debe estar ligada al ambiente, al proceso productivo, al proceso social y cultural, con el debido respeto de las creencias y tradiciones”</i>.</p> <p>Podemos ver que, aunque la definición de la legislación apela al respeto por las creencias y las tradiciones, la definición del</p>	
--	--	--	--

		<p>CRIC apunta al propósito de la educación de manera más fuerte. La definición leguleya solo permite el planteamiento abstracto de una serie de grupos que tienen características propias, mientras que la definición indígena es una definición que plantea una búsqueda individual y grupal por la construcción de una vida mejor. Esta manera de ver la educación (o la etnoeducación) muestra el carácter contrario de las definiciones, a pesar de su aparente coincidencia. Puesto que para el estado colombiano no se trata de la construcción de una educación por parte de las comunidades que aporte a su autonomía económica, social, psicológica y legislativa, sino, simplemente, a resaltar el carácter diferencial (abstracto) de las etnias indígenas, pero para, en últimas, impartir la misma educación impositiva (como de hecho sucede en todo el país) que ni siquiera tiene <i>“respecto a las creencias y tradiciones”</i> porque si así fuera sería la educación la que tendría que integrarse a estas y no estas a la educación.</p> <p>Los análisis y debates acerca de la educación, en general, y acerca de la etnoeducación, en particular, llevan a pensar en la etnomatemática como una disciplina crítica, que busca la transformación de la realidad. Partiendo de las reflexiones de D’Ambrosio se hace varias preguntas relacionadas con la función e importancia de las</p>	
--	--	--	--

		<p>matemáticas para el desarrollo de las comunidades marginadas y desfavorecidas. La etnomatemática como disciplina que parte de los saberes e imaginarios de las comunidades a las que pretende enseñar, no solo lo hace en términos didácticos. Es decir, no se trata, simplemente, aunque también es uno de los puntos, de mejorar la manera en la que se enseña las matemáticas en cada comunidad para el aprendizaje de los contenidos; se trata también y aún más importante de la construcción de una cultura matemática que aporte efectivamente al desarrollo de las comunidades, a sembrar las inquietudes acerca del desarrollo humano, ligado a las habilidades que el ejercicio matemático puede aportar. Se trata también de la explicitación de los conocimientos matemáticos que yacen explícitos en las prácticas y saberes que las comunidades ya poseen y, por ende, se trata de un aprendizaje horizontal, donde tanto el educador como el educado aprenden y transforman juntos la realidad.</p> <p>De esta manera no se enseña en lengua Sikuni solo para que comprendan mejor las matemáticas y los referentes que deben aprender, sino para revalorizar la cultura Sikuni y demostrar el poder de la palabra propia. Se trata de que las propias comunidades vayan construyendo su propia independencia educativa y puedan autoformarse y formarse</p>	
--	--	--	--

		<p>con los otros para romper las cadenas de dependencia económica, social y psicológica frente a las culturas hegemónicas, sin despreciarlas, pero entablando un vínculo diferente con ellas. Por esto es que el autor rescata las definiciones que los diversos grupos indígenas han desarrollado de lo que es educación (y educación matemática). Porque se trata de que ellos mismo se desarrollen, no de desarrollarlos.</p> <p>Así, se pretende, en último término, que las comunidades puedan enfrentar de manera más consiente y con más herramientas los retos que ofrece el panorama globalizado. Proceso que ha llevado a la evolución y mejoramiento de las técnicas de investigación que incluyen a lo que antes era objeto de estudio, como participante e investigador activo de las investigaciones, que se vuelven procesos de desvelamiento y transformación de la realidad.</p>	
--	--	---	--

## 10. Bibliografía

- Aguayo, W.P. (2011). La teoría de la abducción de Peirce: lógica, metodología e instinto. *Ideas y Valores*, 60(145), 33-53. Recuperado de: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/idval/article/view/36688/38639>

- Albanese, V. (2014). *Etnomatemáticas en artesanías de trenzado y concepciones sobre las matemáticas en la formación docente*. [Tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada.
- Alberti, M. (2007). *Interpretación matemática situada de una práctica artesanal*. [Tesis doctoral]. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Albis, V. (1984). Arte prehispánico y matemática. *Revista de la Universidad Nacional*, 1(7), 391-400.
- Ansión, J. (1987). Los Incas y la transformación del concepto de poder. *Anthropologica*, 5(5), 59-71.
- Aroca Araújo, A. (2008, diciembre). Pensamiento geométrico en las mochilas arhuacas. *Actualidad y Divulgación Científica*, 11(2), 71-83.
- (2009). *Geometría en las mochilas arhuacas: por una enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva cultural*. Cali: Universidad del Valle.
- Aroca, A. y Arboleda, L.C. (2006). Una propuesta de enseñanza de geometría desde una perspectiva cultural: comunidad indígena Ika-Sierra Nevada de Santa Marta. En P.J. Rojas (ed.). *Memorias del 7º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, (pp.191-192). Tunja: Gaia.
- Ascher, M. (1997). *Mathematics of the Incas: Code of the Quipu*. Dover Books on Mathematics.
- Ascher, M. y Ascher, R. (1978). *Code of the Quipu Databook*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- (1981). *Code of the Quipu: A Study in Media, Mathematics, and Culture*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- (1997). *Mathematics of the Incas: Code of the Quipu*. Nueva York: Dover Publications.

- Ascher, R. (2002). *"Inka Writing." Narrative Threads: Accounting and Recounting in Andean Khipu*. J. Quilter y G. Urton (eds.). Austin: University of Texas Press.
- Barragán, E.P. (2014). El estudio de la lengua Sikuni en el contexto de la Etnoeducación en Colombia. *Histórika*, 5(12). Recuperado de:  
[http://www.revistahistorik.com/descargas/IC-El\\_Estudio\\_de\\_la\\_Lengua\\_Sikuni.pdf](http://www.revistahistorik.com/descargas/IC-El_Estudio_de_la_Lengua_Sikuni.pdf)
- Bastidas, D.; Cabrera Arcos, J.; Domínguez Chauza, L. y Pantoja Vallejo, M. (2014). Didáctica no parametral mediada por la minga de saberes y las TIC en el aprendizaje de la educación ambiental, para el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Cunchila. [Tesis de maestría]. Manizales: Universidad de Manizales.
- Bejarano Martínez, C. (2009). *El templo del jaguar*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Berger, P. y Luckmann, T. (2003) *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores.
- Berrío Zabala, A.M. y Ponare Aguilar, V. (2017). *Propuesta curricular intercultural: saberes ancestrales*. [Tesis de maestría]. Maestría en Educación, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Bishop, A. (1991). Aspectes socials i culturals de l'educació matemàtica. *Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques*, 6, 35-41.
- (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *Uno: revista de didáctica de las matemáticas*, 18, 9-20.
- (1999a). *La educación matemática desde una perspectiva cultural*. G. Sánchez Barberán (trad.). Ecuador: Ediciones Paidós.

- (1999b). Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural. España: Paidós Ibérica.
- (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Universidad del Valle.
- Bishop, A. y Gorgorió i Solá, M.N. (2000). *Matemáticas y educación: retos y cambios desde una perspectiva internacional*. M.N. Gorgorió i Solá y J. Deulofeu Piquet (coord.).
- Blackman, L.; Cromby, J.; Hook, D.; Papadopoulos, D. y Walkerdine, V. (2008). Creating subjectivities. *Subjectivity*, 22(1), 1-27.
- Blanco, H. (2006). La etnomatemática en Colombia. Un programa en construcción. *Revista BOLEMA: Boletim de educação Matematica*, 19(26), 49-75. M. Borda (ed.).
- (2008, febrero). La Educación Matemática desde un punto de vista sociocultural y la formación de Licenciados en Matemáticas y Etnoeducadores con énfasis en matemáticas. *Boletín ASOCOLDE*, 1(1).
- (2011). La postura sociocultural de la educación matemática y sus implicaciones en la escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 23(59), 59-66.
- Blanco, H.; Higuera, C. y Oliveras, M. (2014). Una mirada a la etnomatemática y la educación matemática en Colombia: caminos recorridos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 2(7), 245-269.
- Bonilla M.C. (2014). Conferencia en Congreso Internacional: CABRI world & Ibero CABRI: Etnomatemática y geometría dinámica en la formación inicial docente. Medellín Colombia, octubre de 2014.
- (2015). Minicurso de Etnomatemática y Geometría Dinámica en Congreso Interamericano de Educación Matemática. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, mayo de 2015.

- Bosa, B. (2010). ¿Un etnógrafo entre los archivos? Propuestas para una especialización de conveniencia. *Revista Colombiana de Antropología*, 45(2), 497-530.
- Bosch, M. y Gascón, J. (2009). *Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria*.
- Bosqued, B. (1975). *La cerámica Nazca: estudio de las colecciones del museo de América*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Bousany, Y. (2008). *Yupanchis. Las matemáticas Inca y su incorporación a la clase*. Lima: Independent Study Project.
- Caicedo, N. y Parra, A. (2009). *Las matemáticas en el mundo Nasa*. Bogotá: Centro Indígena de Investigaciones Interculturales de Tierradentro.
- Calvo Buezas, T. (2003). Interculturalidad y educación. *Revista Aldaba*, 29, 237-252.
- Castro-Gómez, S. (2000). *Ciencias sociales, violencia epistémica y el problema de la invención del otro*. En E. Lander (ed.). *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (Clacso).
- (2005). *La Hybris del Punto Cero: ciencia, raza e Ilustración en la Nueva Granada (1750-1816)*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- (2007). *La hybris del punto cero. Ciencia, raza e ilustración en la Nueva Granada (1750-1816)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Castro Mojica, K.D. (2014). *Aportes educativos para el fortalecimiento de la lengua Sikuani: el caso de Cumaribo-Vichada*. [Trabajo de grado]. Universidad Libre de Colombia.
- Chevallard, Y. (1999). *L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques*.

- Chirinos, A. (2010). *Quipus del Tawantinsuyu*. Lima: Comentarios.
- Comité Guahibo de Educación Bilingüe Intercultural. (1988). La historia de la etnia Guahiba en el idioma Guahibo. Bogotá: Townsend.
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cordero Iñiguez, J. (2007). *Series Historia de la región austral del Ecuador desde su poblamiento hasta el siglo XVI*, vol. 1. Cuenca, Ecuador: Municipalidad de Cuenca, Fundación Cultural Cordero.
- Corporación Colombiana para la Amazonía-Araraucara (COA), Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y Departamento Nacional de Planeación (DNP). (1993). *Artesanía indígena: La Chorrera, Amazonas*. Bogotá: Linotipia Bolívar.
- Crespo, J.M. y Vila, D. (2014). *Saberes y conocimientos ancestrales, tradicionales y populares: el buen conocer y el dialogo de saberes dentro del proyecto buen conocer*. Ecuador.
- D'ambrosio, U. (2000). *Las dimensiones políticas y educativas de la etnomatemática*. Recuperado de: <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/43-44/Articulo90.pdf>
- D'Amore, B. (2006). Objetos, Significados, representaciones, semióticas y sentido. *Relime*, número especial, 177-195.
- De la Vega, Garcilaso. (1918). *Los comentarios reales de los Incas*, vol. 2. H. Urteaga y J. de la Riva Agüero (eds.). Lima: Sanmartí.
- (2013). *Etnomatemática: entre las tradiciones y la modernidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Del Campo, M. (2012). La didáctica no parametral: hacia un nuevo paradigma en la formación de docentes de inglés. *Porta Linguarium*, 18, 133-148.
- Departamento Nacional de Planeación (DANE). (2005). Libro Censo General 2005. Censo colombiano realizado entre mayo 22 de 2005 y mayo 22 de 2006.

- Derridá, J. (2002). *L'universitá sensa condizione*. Raffaello Cortina Editore.
- (2003). *Canallas: dos ensayos sobre la razón*. París: Galilée.
- (2007). *Borradores para una filosofía de la educación*. Bogotá: Siglo del Hombre
- Díaz, C. (2010). Hacia una pedagogía en clave decolonial: entre aperturas, búsquedas y posibilidades. *Tabula Rasa*, (13), 217-233.
- Díaz, L. y Vallejo, F. (2012). Armatambo y el dominio Incaico en el Valle de Lima. *Boletín de Arqueología PUCP*, (6), 355-374.
- Dussel, E. (2011). *El pensamiento filosófico latinoamericano del Caribe y "Latino" (1300-2000): historia, corrientes, temas y filósofos*. México, D.F.: Siglo XXI.
- Enríquez, W. (2012). Análisis a los diseños de los sombreros de iraca elaborados en Colón - Génova, Nariño. *Revista U.D.C.A. Actualidad y divulgación científica*, 227-237.
- Erickson, F. (2002). *Culture and human development*, 45, 299-306.
- Escalera Bourillón, J.; Millán Dena, M.G.; Rendón García, J.L. y Tito Espinoza, J. (2000). *Matemáticas y educación indígena*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Forero Rozo, A.M. (2008). Indígenas Hiwi (Sikuani) del municipio de Arauca. Tercer Informe. Bogotá: Ministerio de Cultura.
- Friedemann, N. y Arocha, J. (1982). Guahibos: maestros de la supervivencia. En *Herederos del jaguar y la anaconda* (pp.79-112). Bogotá: Carlos Valencia.
- Friedman, M. (1971). *Dólares y déficit*. Argentina. Emecé.
- Garzón. (2007). Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en SudAmérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14, 1, 1-9.

- Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 7-33.
- Gavarrete, E. y Albanese, V. (2015). Etnomatemáticas de signos culturales y su incidencia en la formación de maestros. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática: Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática*, 8(2), 299-315.
- Gavarrete, M. (2012). *Modelo de aplicación de Etnomatemáticas en la formación de profesores para contextos indígenas en Costa Rica*. [Tesis doctoral]. Granada, Universidad de Granada.
- (2015). Etnomatemáticas indígenas y formación docente: una experiencia en Costa Rica a través del modelo Mocemei. *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*, 8(2), 136-176.
- Gavarrete, M. y Oliveras, M. (2012). Modelo de aplicación de Etnomatemáticas en la formación de profesores para contextos indígenas en Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 15(3), 339-372.
- Geertz, C. (1973). Thick Description: Toward an Interpretative Theory of Culture. En *The Interpretation of Cultures*. Nueva York: Basic Book.
- Geevarghese, G.J. (2010). *The Crest of the Peacock: Non-European Roots of Mathematics*. Princeton: Princeton University Press.
- George Gheverghese, J. (1996). *La creta del pavo real. Las matemáticas y sus raíces no europeas*. Pirámide.
- Gómez Ortiz, F. (1987). *Estudio de cultura material y comercialización de artesanías entre los Sikuni*. Bogotá: Artesanías de Colombia.

- Gómez, C. (2013). Marcos diluidos: mezclas y suspensiones de educación y enculturación. *Revista Pulso*, 37, 167-186
- Grosffoguel, R. (comp.). (2007). *El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*.
- Grünberg, G. y Grúnberg, F. (1978). Los guaraní occidentales. *Las culturas condenadas*, 178-193.
- Guamán Poma de Ayala, F. (1615). *Nueva crónica y buen gobierno*.
- Guber, R. (2011). *Etnografía y reflexividad*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Heidegger, M. (2000). *Carta sobre el humanismo*. Madrid: Alianza.
- Herrera Cardozo, E. y Sánchez Ortega, L. (2017). Interacciones en un ambiente escolar pluriétnico. [Tesis de maestría]. Maestría en Educación, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Higuaita, C. y Jaramillo, D. (2014). La movilización de objetos culturales desde las memorias de la práctica de la construcción del Purradé: elementos para otra discusión en educación (matemática) indígena. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(3), 8-32.
- Hoyos G. (2006). *Filosofía de la educación*. Madrid: Trotta.
- Huanca Yrury, S. (2015). *Semiotika arketipika de la matematika inka. Evolucionó el ábaco a partir del kipu*.
- Huapaya, E. y Salas, C. (2008). Uso de las ideas matemáticas y científicas de los Incas en la enseñanza aprendizaje de la geometría. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1(1), 4-11.
- Huizinga, J. (2007). *Homo Ludens*. Buenos Aires, Argentina: Alianza Editorial.

- Huntington, S. (1996). *El choque de civilizaciones y la reconfiguración del orden mundial*.  
Barcelona: Paidós.
- Ibarra Colado, E. (2006). *Organizational studies and epistemic coloniality in Latin America. Thinking otherness from the margins*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh).
- Kalmanovitz, S. (2013). Nueva historia económica de Colombia. Taurus.
- Keonaonalikookalehua, E. (2014). *Quanti Native, Ka Helu Kahiko: Hawaiian culture - based education in mathematics*. [Tesis doctoral]. Honolulu: University of Hawaii at Manoa.
- Klauer, A. (s.f.). *El mundo pre-Inca: Los abismos del cóndor*, Volumen II. E-Libro.
- Kondo Weidmar, R. (1978). Guahibo. En *Aspectos de la cultura material de grupos étnicos de Colombia: I* (pp.195-213). Bogotá: Townsend.
- (1988). *La historia de la etnia Guahiba en el idioma Guahibo*. Bogotá: Townsend.
- Kusch, R. (1996). Cuando se viaja desde Abra Pampa. *Kiwicha Cultura*, (10).
- Latcham, R.E. (1922). La existencia de la propiedad en el antiguo imperio de los Incas. In *Anales de la Universidad de Chile* (pp.P.-254).
- Leal Fuentes, C. *Etnomatemática, escuela y aprendizaje de las matemáticas: el caso de la comunidad de Guacamayas, Boyacá, Colombia*. Recuperado de:  
<http://www.cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/87.pdf>
- Lechtman, H. y Soldi, A.M. (1985). *La tecnología en el mundo andino: subsistencia y mensuración*. Universidad Nacional Autónoma de México. Imprenta Universitaria.
- Leland Locke, L. (1912). The ancient *quipu*, a peruvian knot record. *American Anthropological Association*.
- Ley General de Educación. (1994). Ley general de educación.

- Llanos, O. (2009). *Cahuachi: residencia y paisaje sacralizado de un centro político Nazca*.  
Centre de Recherche sur l'Amérique Préhispanique École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- Loaiza Robles, F. (2009). *Didáctica no Parametral. Diálogos para repensar le educación ambiental*. Manizales, Colombia: Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE.
- Lucena Salmoral, M. (1971). Notas sobre la magia de los Guahibo. *Revista Colombiana de Antropología*, 15, 129-170.
- Malinowski, B. (1973). Introducción: objeto, método y finalidad de esta investigación. En *Los Argonautas del Pacífico Occidental*. Barcelona: Península
- Martínez, M.J. (2008). *Segundo Informe: Indígenas de los Llanos del Casanare y Arauca: Sicuani. Wäpijiwi y Sáliba*. Bogotá: Ministerio de Cultura, ICANH.
- Mato, D. (2008). Presentación. En *Diversidad Cultural e Interculturalidad en Educación Superior. Experiencias en América Latina*. Caracas: Asociación Colombiana de Universidades (Ascun).
- (2005a). Interculturalidad, producción de conocimientos y prácticas socioeducativas. *Alceu*, 6(11), 120-138.
- (Comp.). (2005b). *Cultura, política y sociedad. Perspectivas latinoamericanas*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (Clacso).
- Maturo, G. (2007). Rodolfo Kusch: la búsqueda del sí mismo a través del encuentro con el otro. *Enl@ce*, 4(3), 11-18.
- Mendizábal, A. (2013). Conocimiento ancestral, desarrollo comunitario y universidades indígenas. *Revista Amazonia Investiga*. Florencia, Colombia.

- Mendoza, A. (2010). *Interculturalidad, identidad indígena y educación superior*. XIV Encuentro de Latinoamericanistas Españoles. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago, Centro Interdisciplinario de Estudios Americanistas Gumersindo Busto.
- Meneses Morales, E. (1997). *Los señores del Cerro del Jaguar*. México, D.F.: Universidad Iberoamericana.
- Mesa, J.; Gisbert, T. y Mesa, G.C.D. (2003). *Historia de Bolivia*. La Paz: Editorial Gisbert y Cia.
- Micelli, M.L. y Crespo Crespo, C.R. (2012, febrero). Ábacos de América Prehispánica. *Revista Latinoamérica de Etnomatemática*.
- Mignolo, W. (2005). *La Idea de Latinoamérica*. Asociación Caribeña de Filosofía.
- (2007). Transculturación y la diferencia colonial. *IC Revista Científica de Información y Comunicación*, 4, 6-28.
- (2009). El lado más oscuro del renacimiento. *Universitas humanística* (67), 165-203.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1987). *Lineamientos Generales de Educación Indígena*. Bogotá: autor.
- (s.f.). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!* EDUTEKA. Recuperado de:  
<http://temoa.tec.mx/es/node/49170>
- Ministerio del Interior. (2013). *Documento Plan Salvaguarda del Pueblo Indígena Sikuani de los Llanos Orientales de Colombia*.
- Montaluisa Chasiquiza, L.O. (2010). *Taptana Montaluisa. Historia de la creación de un instrumento para la explicación de los sistemas de numeración*. Quito.
- Moreno, J. (2017). Las líneas de Nazca. *National Geographic*. Recuperado de:  
<http://www.ngenespanol.com/traveler/lugares/17/03/10/las-lineas-de-nazca/>

- Morey Robert, V. (1974). El cultivo de rotación entre los Guahibo de Colombia oriental. *América Indígena*, 34(4), 993-1008.
- Morey Nancy, C. (1947). Ethnohistory of the Guahibo indians of Colombia and Venezuela. XLI Congreso Internacional de Americanistas. México, D.F.
- Murcia Jackson, N. y Araque Noguera, L. (1998). *Programa cestería artesanal indígena grado 8º y 9º*. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- Noejovich y Salles, E. (2016). El Reino Lupaca: articulación entre tierras altas y bajas. *Diálogo Andino*, 49, pp.73-79.
- Nussbaum, M. (2005). *El cultivo de la humanidad. Una defensa clásica de la reformen la educación liberal*.
- Orellana, A. (2005). *Una contabilidad precolombina: la del imperio Incaico*. Universidad Nacional de Tucumán.
- Orellana, E.A. (2012). Una contabilidad precolombina: la del imperio Incaico. *Contabilidad y auditoría*, (22), 33.
- Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC). 2010. *Palabra dulce, aire de vida: forjando caminos para la pervivencia de los pueblos indígenas en riesgo de extinción en Colombia*. Recuperado de: [www.onic.org.co](http://www.onic.org.co)
- Ortiz, F.; Gaitán, R., Romero, A. y Ramírez O. (s.f.). Es zodiaco de la gente Sikuani. Recuperado de: <http://www.memoriaycreatividad.com/relatos/el-zodiaco-de-la-gente-sikuani/>
- Ortiz Gómez, F. (1988). El simbolismo de la cestería Sikuani. *Boletín Museo del Oro*, 1(21), 25-37. Recuperado de: <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7151>

----- (2015, febrero). El simbolismo de la cestería Sikuani. *Boletín Museo del Oro*, 1(21), 25-37.

Packer, M. (2013). *La ciencia de la Investigación cualitativa*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Peña Rincón, P.A. (2014). Etnomatemáticas y currículo: una relación necesaria. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 170-180.

Ponce-Vega, L.A. (2015). *Puquios, qanats y manantiales: gestión del agua en el Perú antiguo*. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(3), 279-296.

Portes, A. (2007). Migration and development. A conceptual review of the evidence. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 610(1).

Queixalos, F. (1987). Numeración tradicional Sikuani. Cuarto Congreso de Antropología, Popayán.

----- (s.f). *Lenguas aborígenes de Colombia, diccionarios. Diccionario Sikuani - español*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Quijano. (1988). *Modernidad, identidad y utopía en América Latina*. Lima.

----- (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En E. Lander (ed.). *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (Clacso).

----- (2002). *Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina*.

----- (2014). *Textos de Fundación*. Z. Palermo y P. Quinteros (comp.). Buenos Aires: Ediciones del Signo.

Quintar, E. (2008). *Didáctica no parametral: sendero hacia la descolonización*. Instituto de pensamiento y cultura en América Latina, IPECAL.

- Real Academia Española. (2019). Cuadrado. *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de: <https://dle.rae.es/?id=BPG9fIn>
- Reichel-Dolmatoff, G. (1943). La cultura material de los indios Guahibo. *Revista del Instituto Etnológico Nacional*, 1, 437-506.
- (1947). Aspectos económicos entre los indios de la Sierra Nevada. *Boletín de Arqueología*, 2(5-6), 573-580.
- (1953). *Contactos y cambios culturales en la Sierra Nevada de Santa Marta*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh).
- (1990). Algunos conceptos de los indios Desana del Vaupés sobre el manejo ecológico, en la selva humanizada. En F. Correa (ed.). *La selva humanizada: ecología alternativa en el trópico uno* (35-41). Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh), Fondo FEN Colombia, Cerec.
- Restrepo, E. (2007a). Identidad: planteamientos teóricos y sugerencias metodológicos para su estudio. *Jangwa Pana*, (5), 24-35.
- Restrepo, E. (2007b). “Giro al multiculturalismo” desde un encuadre afro-indígena. *Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*, 12(2): 475-486.
- (2010). *Territorios de diferencia: lugar, movimientos, vida, redes*. Popayán: Envión.
- Rey, G.; Sastre, P.; Boubée, C. y Cañibano, A. (2009). Aportes didácticos para abordar el concepto de función. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 153-162.
- Rico, L. (2012). Aproximación a la investigación en didáctica de las matemáticas. *Avances de investigación en educación matemática*, 39(1), 39-63.
- Riggs, R. (2012). *The role of tribal elder in teaching calculus through an ethnomathematical lens*. [Tesis doctoral]. Kansas: University of Missouri.

- Robayo Romero, C. (2011). *Sistematización de experiencias escolares en Etnomatemáticas: acercamiento etnográfico a la implementación del libro Etnomatemática para los grados 4º y 5º*. Bogotá: Asociación de Capitanes Indígenas del Mirití Paraná (Acima), Fundación Gaia Amazonas.
- Rojas-Gamarra, M. y Stepanova, M. (2015). Sistema de numeración Inca en la *Yupana* y el *Khipu*. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(3), 46-68.
- Romero, H. (2003). Llamas, mito y ciencia en el mundo andino. *Revista de Ciencias Sociales*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70801307>
- Romero Bedregal, H. (2003). Llamas, mito y ciencia en el mundo andino. *Reunión Anual de Etnología*, 17, 1.
- (2006). *América mágica. Simbiosis de cantos y ecuaciones*. Bolivia: Editores TICA Plural.
- Ruiz, A.; Chavarría, J. y Alpízar, M. (2006). La escuela francesa de didáctica de las matemáticas y la construcción de una nueva disciplina científica. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 1(2).
- Sáez Rodríguez. A. (2012). An Ethnomathematics Exercise for Analyzing a Khipu Sample from Pachacamac (Perú). *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(1), 62-88.
- (2013). Knot Numbers Used as Labels for Identifying Subject Matter of a *Quipu*. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 6, 1.
- (2014). Khipu UR19: Inca Measurements of the Moon's Diameter and its Distance from the Earth. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(1).
- Said, E. (2002). *Orientalismo*. Barcelona: Paidós.

- Salas, Q.; Jacanamijoy, C.; Muñoz, C. y Murillo, D. (2014). *Conocimientos y reconocimientos: análisis sobre procesos de construcciones identitarias de indígenas estudiantes en la Universidad de Antioquia, en medio de la relación del conocimiento científico y los conocimientos ancestrales*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, CIEP, Grupo DIVERSER, CODI.
- Salazar Bondy, A. (1995). *Dominación y liberación escritos 1966-1974*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima.
- Salcedo, J. (2009). Pedagogía de la potencia y didáctica no parametral. Entrevista con Estela Quintar. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 31(1), 119-133. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457545096006>
- Salcedo Flores, P. (2017). *Saberes ancestrales y uso de la lengua Sikuani en la construcción de conceptos matemáticos*. [Tesis doctoral]. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Salles, E. y Noejovich, H. (2016). El reino Lupaqa: articulación entre tierras altas y bajas. *Diálogo Andino*, 49.
- Samanez, A. (2008). *Contadores en acción quipucamayocs. Quipu: Nudos Numéricos y Parlantes*. Recuperado de: <http://samanez9.wordpress.com/2008/10/01/contadores-en-accionquipucamayocs-quipu-nudos-numericos-y-parlantes/>
- Sanabria, M. (2011). *Escuela e interculturalidad: el caso de las escrituras constelares Sikuani*. [Tesis de maestría]. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, D. (2009). El sistema de numeración y algunas de sus aplicaciones entre los aborígenes de Venezuela. *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*, 2(1), 43-68.

- Schjellerup, I. (2002). Reflexiones sobre los chachapoya en el Chinchaysuyu. *Boletín de Arqueología PUCP*, 6.
- Selin, H. (2000). *Mathematics across cultures. The history of Non-Western Mathematics*. Springer Science.
- Seminario Internacional “Situación y Alcances de la Etnoeducación e Interculturalidad. Perspectiva Afrodescendiente” y Centro de Desarrollo Étnico (Perú). (2011). *Desde adentro: Etnoeducación e interculturalidad en el Perú y América Latina*. Lima: CEDET, Centro de Desarrollo Étnico.
- Sen, A. (1992). *¿Equality of what?* Oxford: Clarendon Press.
- Solano, P. y Duque, C. (1988). *Guacamayas: oficios Artesanales*. Bogotá: Museo de Artes y Tradiciones Populares.
- Solomon, F. (1997). Los *quipus* y libros de la Tupicocha de hoy: un informe preliminar. *Arqueología, antropología, e historia en los Andes: homenaje a María Rostworowski*. R. Varón Gabai y J. Flores Espinoza (ed.), (pp.241-258). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, Banco Central de Reserva.
- Stewart, I. (2008). *La historia de las matemáticas en los últimos 10.000 años*. Barcelona: Crítica.
- Tariq, A. (2002). *El choque de los fundamentalismos*. Londres.
- Taylor, S. y Bodgan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Barcelona: Paidós.
- Tiracene, L.P. (1933). Formas de administración en las sociedades precolombinas y coloniales de América Hispana. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 2, 9-43.
- Trouillot, V. (2002). North Atlantic Universals: Analitic Fictions, 1492-1945. *South Atlantic Quarterly*, 101(4), 839-858.

- Tun, M.A. (2015). *El quipu: escritura andina en las redes informáticas Incaicas y coloniales*.  
 [Tesis doctoral]. Recuperado de:  
[http://www.etnomatematica.org/publica/trabajos\\_doctorado/Tun M. A. 2015 . El quipu  
 u Escritura andi.pdf](http://www.etnomatematica.org/publica/trabajos_doctorado/Tun_M._A._2015_.El_quipu_Escritura_andi.pdf)
- Ulrich, B. (2004). *Poder y contrapoder en la era global*. Barcelona: Paidós.
- Valdez, Lidio (2011). Wari e Inca: el significado de Vilcabamba. *Arqueología iberoamericana*,  
 10, p.3-5.
- Vargas Martínez, G. (1996). *Historia universal*. Bogotá: Casa Editorial El Tiempo.
- Vidich, A.J. y Lyman, S.M. (2000). *Qualitative Methods: their history in sociology and  
 anthropology*. Thousand Oaks.
- Villacorta, L.F. (2012). Palacios y Ushnus: Curacas del Rimac y gobierno Inca en la costa  
 central. *Boletín de Arqueología PUCP*, (7), 151-187.
- Vitale, L. (1983). Génesis y desarrollo del modo de producción comunal-tributario de las  
 formaciones sociales Inca y Azteca. *Boletín americanista*, 33, 85-117.
- Walsh, C. (2002). Las geopolíticas de conocimiento y colonialidad del poder. Entrevista a Walter  
 Mignolo. En S. Castro-Gómez, F. Schiwiy, y C. Walsh (eds.). *Indisciplinar las Ciencias  
 Sociales: geopolíticas del conocimiento y colonialidad del poder. Perspectivas desde lo  
 andino*. Quito: Abya Yala.
- (2011). Ponencia presentada en el Cuarto Seminario Internacional Etnoeducación e  
 Interculturalidad. Perspectivas Afrodescendientes, CEDET, Lima, Perú, 7 de septiembre  
 2011.
- (2013). *Pedagogías decoloniales. Prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir*,  
 Tomo I. Quito: Abya Yala.

Winch, P. (1956). Social Science. *The British Journal of Sociology*, 7, 18-33.

Yépez Chamorro, B. (1984). *La música de los Guahibo, Sikuani-Cuiba*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República, Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh).

Yojcom, D. (2013). *La epistemología de las matemáticas Maya: una construcción de conocimientos y saberes a través de prácticas*. [Tesis doctoral]. México, D.F.: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Zelada Muñoz, S. (2013). *Cosmovisión indígena y naturaleza, poética y políticas territoriales*. [Tesis doctoral]. Doctorado en Comunicación. Universidad UNIACC.

Zosi, C. (2006). *Conciencia Maya. Vivir como un ser de tiempo*. Buenos Aires: Kier.

Zuleta Pardo, M. y Urrego Ardila, M. (2014). *Izquierdas: definiciones, movimientos y proyectos en Colombia y América Latina*. Bogotá: Iesco, Universidad Central.

Sousa Santos, Boaventura (2017) Justicia entre saberes: epistemologías del sur contra el epistemicidio. Editorial: Morata Páginas: 345 Año:

<https://culturacientifica.com/2015/09/16/el-quipu-algo-mas-que-un-registro-numerico/>

Sanhueza Tohá, Cecilia. (2004). MEASURING, POSTING, ALLOCATION: TERRITORIALITY AND DEMARCATION PRACTICES ALONG THE ATACAMA INKA ROAD (II REGION, CHILE). *Chungará (Arica)*, 36(2), 483-494. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562004000200018>

Morón Tone Edward F. (2009) Identidad latinoamericana como chakana en el marco de la filosofía intercultural desde Josef Estermann. CUADRANTEPHI No. 18-19 Enero - diciembre de 2009, Bogotá, Colombia <https://javeriana.edu.co/cuadrantephi/pdfs/N.18/4.%20chakana.pdf>

Parra, Aldo Iván (2006). *Una experiencia etnomatemática en el amazonas colombiano*. En Martínez, Gustavo (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 773-779). México DF, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C