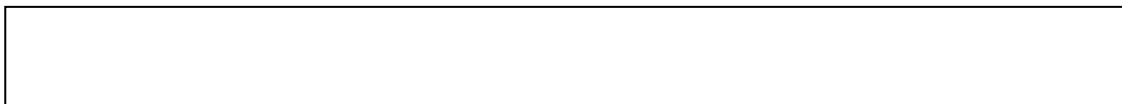




USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media

Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática
Vigesimal Maya

Virgilio Sebastián Andrés

Asesor:
Lic. Miguel Augusto López y López

Guatemala, julio 2016



Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media

Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática
Vigesimal Maya

Estudio realizado con Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras
con Orientación en Educación en la Escuela Normal Bilingüe Intercultural
Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán,
departamento El Quiché.

Tesis presentada al Consejo Directivo de la Escuela de Formación de
Profesores de Enseñanza Media de la Universidad San Carlos de Guatemala

Virgilio Sebastián Andrés

Previo a conferírsele el grado académico de:

Licenciado en Educación Bilingüe Intercultural

Con Énfasis en la Cultura Maya

Guatemala, julio 2016

AUTORIDADES GENERALES

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector Magnífico de la USAC
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General de la USAC
MSc. Danilo López Pérez	Director de la EFPEM
Lic. Mario David Valdés López	Secretario Académico de la EFPEM

CONSEJO DIRECTIVO

MSc. Danilo López Pérez	Director de la EFPEM
Lic. Mario David Valdés López	Secretario Académico de la EFPEM
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo	Representante de Profesores
Lic. Saúl Duarte Beza	Representante de Profesores
Licda. Tania Elizabeth Zepeda Escobar	Representante de Profesionales Graduados
PEM Ewin Estuardo Losley Johnson	Representante de Estudiantes
PEM José Vicente Velasco Camey	Representante de Estudiantes

TRIBUNAL EXAMINADOR

Dra. Amalia Geraldine Grajeda Bradna	Presidente
MSc. Haydeé Lucrecia Crispín López	Secretaria
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo	Vocal

Guatemala, 04 de julio de 2016

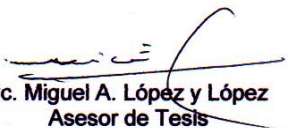
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo
Coordinador Unidad de Investigación
EFPEM-USAC

Atentamente tengo a bien informarle lo siguiente:

En mi calidad de asesor, el trabajo de graduación denominado: "**Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya**". Estudio realizado con Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tjob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché. Correspondiente al estudiante: **Virgilio Sebastián Andrés**, con carné de identificación **No. 200276010** de la carrera de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con énfasis en la Cultura Maya.

Manifiesto que he acompañado el proceso de elaboración de dicho trabajo y la revisión realizada al informe final, evidencia que dicho trabajo cumple con los requerimientos establecidos por la EFPEM para este tipo de trabajo. Por lo que considero aprobado el trabajo y solicito sea aceptado para continuar con el proceso para su graduación.

Atte.


Lic. Miguel A. López y López
Asesor de Tesis



Escuela de Formación de Profesores
de Enseñanza Media
-EFPEM-

El infrascrito Secretario Académico de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala

CONSIDERANDO

Que el trabajo de graduación denominado *“Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”* presentado por el(la) estudiante **Virgilio Sebastián Andrés**, carné No. **200276010**, de la Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural Con Énfasis en la Cultura Maya.

CONSIDERANDO

Que la Unidad de Investigación ha dictaminado favorablemente sobre el mismo, por este medio

AUTORIZA

La impresión de la tesis indicada, debiendo para ello proceder conforme el normativo correspondiente.

Dado en la ciudad de Guatemala a los **veintisiete** días del mes de **julio** del año dos mil **dieciséis**.

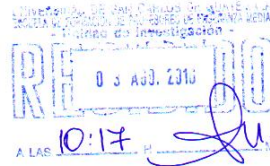
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Lic. Mario David Valdés López
Secretario Académico
EFPEM-USAC



Ref. SAOIT036-2016

c.c. Archivo
MDVL/mglc



DEDICATORIA

A DIOS: Ser Supremo, Creador del Cielo y de la Tierra. Por ser guía y fuente de sabiduría en cada una de las etapas de mi vida, a quien le debo todas las gracias.

A mis padres: Manuel Sebastián Pascual y Catarina Andrés, por su ejemplo, apoyo moral y económico. Sincero agradecimiento por enseñarme el camino a la vida.

A mi esposa: María Teresa Diego Pedro, por su amor, apoyo y comprensión en todo momento.

A mis hijos e hijas: Helen Catalina, Donaldo Galileo y Mykahela Lyliana. Su amor es el mayor motivo para lograr mis metas.

A mis hermanos y hermanas: Sebastián, Juana, María, Andrés, Domingo, Angelina, Florencia, Daniel, Margarita y Erika, por el apoyo moral, confianza y comprensión.

A los Hermanos de las Escuelas Cristianas-Lasallista- Hno. Santiago Miller(QEPD), Corleto, Juan Bautista De La Salle (QEPD) Chichimuch, Armas, Cambón, Franklin y Oscar Azmitia, fsc..

A la cultura Maya: Por el aporte científico para la vida plena del cosmos y de la humanidad.

A los lectores: quienes lean y analicen este documento les sea de gran apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Supremo Dios: generador del soplo de vida, durante toda la temporalidad fuente de vida eterna.

A las honorables autoridades: de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su apoyo profesional en los proyectos de educación.

Al distinguido Asesor de Tesis: Lic. Miguel Augusto López y López, por su apoyo técnico y científico, infinitivamente gracias.

A los miembros honorables de la terna examinadora: por sus conocimientos profesionales y veredicto.

A mis catedráticos, catedráticas, amigos, compañeros, compañeras de estudio: que conversamos, compartimos ideas y conocimientos, les llevo en mi corazón, gracias por la solidaridad demostrada.

A la Escuela Normal Bilingüe Intercultural, Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i', del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento de Quiché; por las vivencias y fundamentación de la investigación.

Al Proyecto de Desarrollo Santiago **-PRODESSA-** y. Escuela Superior de Educación Integral Rural **ESEDIR Mayab' Saqarib'al**

A usted que tiene en sus manos este trabajo, sirve para reflexionar sobre los conocimientos y saberes de la Cultura Maya.

RESUMEN

Luego de explorar materiales bibliográficos sobre temas y problemas, se decidió realizar el estudio sobre el problema definido como: “La falta de Materiales Didácticos impide el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”, investigación realizada en el Establecimiento Educativo del Nivel Medio del Ciclo Diversificado: Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché. El propósito de esta investigación fue determinar si la falta de Materiales Didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Una de las conclusiones más importantes que aporta este informe de tesis es, el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica voluntaria entre compañeros de clase. El Aprendizaje de sus Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya es didáctico, fácil y pedagógico en su aplicación cuantitativa y cualitativa. Por tanto el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y sus contenidos, se fortalece a través de la práctica constante en los aprendices de forma eficiente.

Al final contiene una propuesta educativa que lleva por título: “Uso de los materiales didácticos paratextuales para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”. Surge en contestación a que en la Escuela se deben utilizar los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad,

para facilitar la enseñanza-aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya con estudiantes Normalistas.

iv

ABSTRACT

After exploring bibliographic materials on issues and problems, it was decided to conduct the study on the problem defined as: "The lack of Instructional Materials prevents Learning Mathematics vigesimal Maya", research conducted at the Educational Establishment standard level of Diversified Cycle: Bilingual Intercultural Normal school Mayab 'Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; the Parcelamiento Xalbal, municipality of Ixcán, El Quiché department. The purpose of this research was to determine whether the lack of Instructional Materials prevents the process of teaching and learning of mathematics Maya vigesimal.

One of the most important findings provided by this report thesis. Learning Maya vigesimal mathematics, acquired through voluntary practice among classmates. Learning their arithmetic operations Maya vigesimal mathematical system is didactic, easy and educational in its quantitative and qualitative application. Therefore Learning Maya Vigesimal Mathematics and its contents, is strengthened through constant practice in learners efficiently.

At the end contains an educational proposal that is titled: "Using paratextual teaching materials for Mathematics Learning Maya vigesimal". Surge in response to the School should be used paratextual own teaching materials of nature and community, to facilitate the teaching and learning of Maya vigesimal mathematical system with student teachers.

ÍNDICE

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Planteamiento y definición del problema.....	16
1.3 Justificación.....	18
1.4 Objetivos.....	20
1.5 Hipótesis.....	21
1.6 Tipo de investigación.....	21
1.7 Variable.....	23
1.8 Metodología.....	24

CAPÍTULO II

FUNAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 El Aprendizaje	23
2.2 Aspectos Procedimentales de la Aritmética Maya.....	25
2.3 El aprendizaje de la Matemática en el Sistema Vigesimal Maya... .	29
2.4 Los Materiales Didácticos.....	33
2.5 Ciencia Algorítmica del Sistema Matemático Vigesimal Maya.....	50

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1	El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.....	58
3.2	Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya	70

vi

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya	82
4.2	Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya	92
–	Conclusiones.....	104
–	Recomendaciones.....	105
–	Referencias.....	106
–	Apéndice.....	111
–	Anexos.....	136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	La Enumeración Matemática en el Idioma Maya Akateko....	45
Cuadro 2	Potencias de base veinte en el Idioma Maya K'iche'.....	46
Cuadro 3	El significado de glifos Cefalomorfos por la Enumeración Maya Akateko.....	51
Cuadro 4	La práctica Aritmética de enteros y fraccionarios en el Sistema Vigesimal Maya.....	56
Cuadro 5	Conversión Sistema Decimal a Sistema Maya.....	58

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	Aplicación de Juegos Didácticos.....	61
---------	--------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

La matemática es una ciencia fundamental en la historia del hombre, a ella se han dedicado grandes hombres como Sócrates, Platón, Newton, Pitágoras y los mayas. La matemática ha sido catalogada como una ciencia difícil, pero con la práctica y ayuda de otros métodos de aprendizaje se ha convertido en una ciencia fácil; del estudio de números, símbolos y cantidades numéricas.

Por tanto el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido se ha dado poca importancia en su fortalecimiento por la falta de materiales didácticos bibliográficos textuales en el centro educativo. Ante esta crisis surge la presente Investigación de tesis, que de alguna manera incite la práctica de la matemática maya en los estudiantes y docentes.

Luego de explorar materiales bibliográficos sobre temas y problemas, se decidió realizar el estudio titulado: "Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya", investigación realizada en el Establecimiento Educativo del Nivel Medio del Ciclo Diversificado: Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché. El propósito de esta investigación fue determinar si la falta de Materiales Didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

El informe de este estudio contiene principalmente cuatro capítulos abordados de la siguiente manera: Capítulo I, Plan de investigación: donde se plantearon diez tesis con su respectivo resumen, cinco de Licenciatura, dos Maestría y tres Doctorado; tesis investigadas de autores Nacionales e Internacionales. El objetivo general de la investigación se planteó de la siguientes manera:

Contribuir con el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en los estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento de El Quiché.

Se plantearon dos variables: El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y; Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya. Por su enfoque metodológico se radica en una investigación descriptiva, que da a conocer la realidad del problema; su grado de profundidad busca las causas y efectos de la falta de materiales didácticos textuales y el desuso de paratextuales en el área de la Matemática Vigesimal Maya, por tanto es una investigación explicativa.

La investigación aplicó el Método Inductivo, con el propósito de observar de lo particular a lo general. El proceso de investigación permitió el uso de las siguientes Técnicas: entrevista estructurada y no estructurada, observación directa no siendo parte de la situación y conversación formal; para ello se aplicaron los Instrumentos: guía de entrevista, guía de observación y guía de conversación. Los sujetos de Investigación existieron doce catedráticos de la Escuela Normal, cuatro autoridades educativas del municipio de Ixcán, diez estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, treinta y dos padres-madres de familia y veinticinco autoridades comunitarias líderes-lideresas.

Capítulo II, Fundamentación Teórica: contempla los temas de investigación que teóricamente tienen relación con la investigación, los cuales son: el Aprendizaje, aspectos Procedimentales de la Aritmética Maya, el Aprendizaje de la Matemática en el Sistema Vigesimal Maya, los materiales Didácticos y la Ciencia Algorítmica del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

Según Patal (2010), manifiesta que en la época de la colonización y de las invasiones, las ideas de los grandes matemáticos de Europa, se impusieron sobre las ideas de matemáticas en los pueblos indígenas que fueron dominados. De manera que la matemática occidental revistió un ropaje de superioridad y mientras que la práctica de matemática de los pueblos indígenas no se reconoce. Por tanto las prácticas matemáticas de los pueblos indígenas son válidas y tienen relación con los valores positivos de la vida. Por tanto según Roncal & Cabrera (2000), exteriorizan que lo más importante de la enseñanza de la matemática es precisamente la utilidad que tiene en la vida diaria de la humanidad, en la vida común de todos. La matemática que se practica en la escuela, no es algo extraño; que por primera vez se enseñe a los niños y niñas cuando llegan a sus aulas. Para no caer en lo tradicional, en cualquier operación hay que ir de lo más sencillo a lo más complejo. Los niños y las niñas aprenden a sumar a través de la práctica por medio de juegos en el salón de clases, al comprender que sumar es juntar los elementos que tengamos; ellos lo aplican directamente en la vida diaria a través del uso de frutas, semillas, juguetes, piedra, granos básicos, palillos y otros materiales propios de la naturaleza y comunidad.

Capítulo III, Presentación de resultados: este capítulo contempla los resultados de información de campo recopilada a través de las técnicas e instrumentos de entrevistas, observación directa no siendo parte de la situación y conversación con los sujetos de investigación, a través de las Variables con sus respectivos hallazgos tales como:

- El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se enfoca en la aplicación de juegos didácticos, talleres de aprendizaje y sus Operaciones Aritméticas. Por tanto la deficiencia ante la falta de contenidos desfavorece el fortalecimiento de la sabiduría empírica de los abuelos-abuelas mayas, que para remendar esta crisis se debe fortalecer la práctica de las Operaciones Aritméticas a través del uso de los materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad.

- Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya, se orienta en la práctica de Juegos y el uso de los materiales Didácticos textuales y paratextuales disponibles en la naturaleza y comunidad. Se reconoció que los materiales didácticos se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal. Por tanto se identificó que la práctica de la enumeración maya y su contenido en el idioma materno es fuente que facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Capítulo IV, Discusión y análisis de resultados: en este Capítulo se contempló las informaciones teóricas de cada Variable con su respectivo Hallazgo de la investigación, la cual fue parafraseado cada información relevante de diferentes autores Nacionales e Internacionales.

Según Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural -DIGEBI- (2007), exteriorizaba que la enseñanza de la matemática de los abuelos-abuelas mayas, no busca sustituir a la matemática occidental Kaxlan; sino dar un enfoque diferente al proceso de enseñanza-aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya, así como fortalecer la percepción de los estudiantes sobre el quehacer Matemático y su contenido a través de Juegos y el uso de materiales Didácticos textuales y paratextuales propios de la naturaleza y comunidad. En la misma línea Mucía (1996), manifestaba que los abuelos-abuelas mayas, todo lo hicieron práctico, visible y manuable, por tal razón, fueron muy concretos para contar. No es usual que un padre le enseñe a su hijo e hija solo verbalmente los números; un padre enseña al hijo en acción, en la cuenta de las matas de milpa, al contar los árboles frutales y la madre a la hija, al contar los pares de tortillas que se ha de llevar al campo de trabajo. Por lo tanto, la práctica de las matemáticas fue en la casa, en el campo y sobre el desnudo suelo cuando había que ejercitar las matemáticas.

Cada Variable desarrollada posee su propia conclusión y recomendación de acuerdo a la investigación de campo realizada, asimismo con las definiciones teóricas de autores Nacionales e Internacionales sobre los temas trabajados.

El apéndice contempla la propuesta educativa “Uso de los materiales didácticos paratextuales **para el Aprendizaje de** la Matemática Vigesimal Maya”; que son los saberes que poseen los abuelos-abuelas Mayas residentes de la comunidad, autoridades comunitarias como líderes-lideresas, padres y madres de familia de estudiantes. La propuesta surge en contestación a que en la Escuela se deben utilizar los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, para facilitar la enseñanza-aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya con estudiantes Normalistas.

CAPÍTULO I

PLAN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Se realizó estudios correspondientes con el tema “Materiales Didácticos para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya” en los centros educativos, como antecedentes de la investigación se procedió a realizar una búsqueda minuciosa revisión y exploración bibliográfica de varios autores de Tesis que aportaron insumos importantes que profundizan la investigación. Como resultado de este esfuerzo se presenta a continuación diez de ellas.

- **Aguilón Crisóstomo, Luis Alfredo** (2013). En su Tesis: “Estrategias didácticas de la lengua materna y el estudio de la Matemática Maya”. La investigación fue realizada con estudiantes de Quinto Magisterio de la Escuela Normal de Formación Inicial Docente Bilingüe Intercultural del Municipio de Comitancillo, San Marcos. Tricentenaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. Tesis para optar a Título de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. La investigación tuvo como objetivo principal: Contribuir a la formación inicial docente mediante la aplicación de las estrategias didácticas de la lengua materna propuestas para el estudio de la Matemática Maya en lengua materna Mam en las Escuelas Normales de formación inicial docente Bilingüe Intercultural del Municipio de Comitancillo, San Marcos. Se aplicó el Método Lógico Deductivo debido a que partió de una descripción global para la identificación de componentes específicos y como estudio metodológico de forma descriptiva.

Entre los resultados más significativos, se señala el uso y el dominio de los juegos didácticos es una de las estrategias didácticas de la lengua materna para la Matemática Maya puesto en práctica para el logro de los aprendizajes durante el proceso del juego. Es un medio que permite llamar la atención de los estudiantes para el logro de aprendizajes significativos a través del uso de materiales manipulables que les permite llevar a juegos prácticos y experimentales. Se enseña y se aprende al ejercitar múltiples actividades de socialización a través de la enseñanza y aprendizaje lúdico. La Matemática Maya es una disciplina científica integrada por sistemas numéricos, aritméticos, geométricos, medidas, cálculos astronómicos, unidades de medida, movimientos de tiempo y espacio, utilizada en la vida cotidiana en las diferentes actividades que se desarrollan en las comunidades mayas en las que intervienen agricultores, tejedores, comadronas, guías espirituales, artesanos, amas de casa, sabios de las comunidades y toda la población en general.

- **Contreras García, José Miguel** (2011). En su Tesis: “Evaluación de Conocimientos y Recursos Didácticos en la formación de Profesores sobre Probabilidad Condicional”. Efectuó Tesis Doctoral en la Universidad de Granada del Departamento de Didáctica de la Matemática. Como objetivo general de la Tesis, consiste en la búsqueda de una estrategia óptima en un juego, la toma de una decisión o bien problemas planteados por el profesor con relación a un recurso didáctico relacionado con la probabilidad condicional.

Uno de los hallazgos más interesantes es el interés por el conocimiento didáctico específico para enseñar matemáticas, reconoce la necesidad que los profesores aprendan otros contenidos, tales como: conocimientos pedagógicos, del Currículo, didáctico o pedagógico del contenido, del contexto educativo, de los objetivos, valores y fines educativos y sus fundamentos filosóficos e históricos (Shulman, 1987). El campo de formación de profesores es uno de los que mayor atención ha recibido en las investigaciones en didáctica de la

matemática, esta tendencia no se refleja en el caso específico de la probabilidad. (P.18-68).

- **Coronado Crisóstomo, Imelda Leticia** (2014). En su Tesis: “Juegos Didácticos para la Enseñanza Aprendizaje de la Matemática Maya”. Estudio realizado con Estudiantes de Quinto Magisterio en el Colegio Bilingüe “Juan Diego” del Municipio de Comitancillo, San Marcos. Tricentenaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. Tesis para optar a Título de Licenciada en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. El Objetivo General de la Tesis consiste en: Contribuir a la formación de las y los estudiantes mediante la aplicación de Juegos Didácticos para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática Maya en el Colegio Bilingüe Juan Diego del Municipio de Comitancillo, San Marcos. Como metodología utilizó el método descriptivo que presentó una descripción de variables de la investigación.

De los hallazgos significativos se puede decir que, el juego didáctico es una actividad lúdica a la vez es una estrategia de enseñanza y aprendizaje que se puede utilizar en cualquier nivel o modalidad para el logro de aprendizajes significativos en el área de Matemática Maya. Los resultados de su investigación demuestran que existe deficiencia en el manejo de una definición integral de la Enseñanza Aprendizaje de la Matemática Maya de parte de los docentes, debido a que la integración de esta área del conocimiento es reciente en el pensum de estudios de las Normales y por la falta de talleres de formación y actualización permanente de los docentes sobre esta temática.

- **Duque Sánchez, Harold** (2013). En su Tesis: “El Sentido del Número en la Cultura Maya”. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ciencias Básicas Departamento de Matemáticas. Tesis para optar al grado académico de Maestría en Enseñanza de la Matemática Pereira. El proceso metodológico se utilizó el denominado “Análisis de contenido”, el cual según Abela (2001) es una

técnica que se basa en la lectura e interpretación de textos (escritos, grabados, pintados, filmados, etc.) donde puedan existir toda clase de registros de datos, transcripción de entrevistas, discursos, protocolos de observación, documentos y videos que deben realizarse siguiendo el método científico, es decir; debe ser sistemática, objetiva, replicable y válida.

De los hallazgos, el más significativo se puede decir que, la mayoría de los escritos mayas grabados en papel (hojas de maguey) por los antepasados fueron destruidos por los invasores españoles, quedando solamente tres documentos que han servido de base para un conocimiento más profundo de su cultura y de sus adelantos. Dichos escritos llamados Códices, libros de aproximadamente 7 metros de largo de hojas plegadas son: el Códice de Dresden, el Códice Peresiano y el Códice Trocortesiano. Para los mayas, su matemática va mucho más allá de las superficiales simbolizaciones mediante puntos, barras y las operaciones con dichas representaciones. El maya camina y va pensando en el siguiente cuestionamiento: si cinco puntos son una barra, ¿Qué podrían ser cuatro barras? se inspira, se detiene y antes de dar el último paso su mente crea uno de los prodigios del intelecto humano comparable solo con la invención del alfabeto: el sistema posicional de valores y el cero. El sistema posicional con su base veinte consiste en ordenar los numerales por unidades, veintenas, veintenas de veintenas y así sucesivamente dándole a cada número este valor múltiple según la posición que ocupe en una columna donde la potencia respectiva de veinte aumenta a medida que se asciende y colocando el símbolo del cero en aquellos niveles donde no hay valor.

- **Gavarrete Villaverde María Elena** (2012). En su Tesis: “Modelo de Aplicación de Etnomatemáticas en la Formación de Profesores para Contextos Indígenas en Costa Rica”. Universidad de Granada Departamento de Didáctica de la Matemática. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Didáctica de la Matemática. Como Objetivos Generales de la Tesis consiste en: Caracterizar el conocimiento matemático cultural de algunos grupos étnicos de

Costa Rica y Proponer un modelo para la formación de profesores que trabajan en entornos indígenas, en el que intervenga el conocimiento de las Etnomatemáticas.

Una de las conclusiones más significativas para el presente informe se puede decir que, en la actualidad encontramos en las matemáticas sistemas y conceptos que fueron desarrollados por pueblos primitivos desde la Edad de Piedra, algunos perviven hoy en día, por ejemplo los sistemas de conteo de muchos grupos étnicos en los distintos continentes. Contar por decenas nació el uso de los dedos de ambas manos, el sistema vigesimal de los Mayas derivó de contar los dedos de las manos y también los de los pies. Las matemáticas vivas son unas matemáticas que tienen un sentido holístico de la realidad y que permiten establecer una estructura conceptual por medio de la cual conciben, relacionan y representan el mundo y las relaciones entre los objetos tangibles e intangibles que componen ese mundo.

- **Mamani Vargas, Macias Platón** (2010). En su Tesis: “Etnomatemática y el grado de razonamiento lógico matemático, en los estudiantes de Educación Primaria del Instituto Superior Pedagógico Público Juliaca 2008 ”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Educación Unidad de Postgrado. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Educación con Mención en Docencia de Educación Superior. El Objetivo General de la Tesis consiste en: Determinar la relación entre el nivel de conocimiento de la Etnomatemática y el grado de razonamiento lógico matemática, en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de Educación Primaria del Instituto Superior Pedagógico Público de Juliaca 2008. La investigación pretende caracterizar de un modo representativo las particularidades que presentan los estudiantes el nivel de conocimiento de la Etnomatemática y el grado de razonamiento de lógico matemática.

De los hallazgos más significativos de este informe sobresale que la “Etnomatemática es la ciencia que estudia el conjunto de conocimientos matemáticos, prácticos y teóricos, producidos o asimilados y vigentes en su respectivo contexto sociocultural, que supone los procesos de: contar, clasificar, ordenar, calcular, medir, organizar el espacio y el tiempo, estimar e inferir”. El nivel de conocimiento de la Etnomatemática tiene una relación directa con el grado de razonamiento de la lógica matemática. La Etnomatemática se ha presentado como una nueva corriente del saber matemático, con la intención de intentar y rescatar los valores culturales que el pueblo tiene, con respecto a su cultura matemática. Las Ciencias Formales, integrado por la Lógica Matemática y la matemática, cuyo objetivo fundamental de esta ciencia, es elevar el nivel de razonamiento lógico matemático en los seres humanos.

- **Morales Montoya, Oscar David** (2013). En su tesis: “Descontextualización de Recursos Didácticos Textuales en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje del Sistema de Numeración Vigesimal”. El caso es realizado en el Instituto de Educación Básica por Cooperativa, Parcelamiento Xalbal, Ixcán, El Quiché. Tricentenario USAC, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. Tesis para optar a Título de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. La investigación tuvo como objetivo principal: Contribuir a que la enseñanza-aprendizaje del Sistema de Numeración vigesimal se realice con recursos didácticos contextualizados para que exista una eficaz asimilación de contenidos en población estudiantil multilingüe y multiétnica del INEBCOOP, del Parcelamiento Xalbal, Municipio de Ixcán, Departamento de Quiché. El método utilizado durante el proceso de investigación fue el inductivo, que parte de lo particular a lo general y el enfoque metodológico de estudio fue una investigación descriptiva, donde se determinó el uso de recursos descontextualizados en el proceso enseñanza-aprendizaje-evaluación.

Una de las conclusiones más importantes de este informe señala es que la enseñanza de la Cultura Maya se basa desde la vivencia del niño o niña en el hogar, desde su entorno comunitario con que se relaciona cotidianamente. El aprendizaje se adquiere a través de la práctica, observación, imitación, corrección y aplicación; por lo mismo la enseñanza-aprendizaje de la matemática Vigesimal Maya debe basarse en situaciones de su entorno que tiene una estrecha relación con la cosmovisión de la Madre Naturaleza y los elementos del Cosmos, dichos elementos además de ser sagrados, son un espacio vivo para el aprendizaje.

- **Orozco Pérez, Teodoro Arnulfo** (2014). En su Tesis: “Didáctica de la Matemática Maya y Aprendizaje Significativo”. Estudio Realizado en Instituto de Educación Básica por el Sistema de Telesecundaria, Municipio de San Lorenzo, Departamento de San Marcos. Tricentenaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. Tesis para optar a Título de Licenciado en Educación para Contextos Multiculturales con Énfasis en la Enseñanza de los Idiomas Mayas. El Objetivo General de la Tesis consiste en: Coadyuvar a la implementación de una Didáctica de la Matemática Maya que permita la enseñanza de la Matemática Maya y de un aprendizaje significativo. Por enfoque y profundidad es de tipo descriptivo, es un problema educativo que pretende recabar información y dar posibles soluciones a la Didáctica de la Matemática Maya en el Nivel Básico por el sistema de Telesecundaria, los datos se analizaron e interpretaron estadísticamente. Se aplicó el Método Inductivo, siguiendo el orden de cada una de sus etapas, en la primera etapa se observaron las clases de los docentes, las actitudes de los estudiantes hacia la Didáctica de la Matemática Maya; los datos se registraron y posteriormente analizados y clasificados ordenadamente.

Una de las conclusiones a la que llegó el autor de esta tesis es que los talleres de capacitación los docentes afirman que con relación a la Didáctica de la Matemática Maya no han recibido talleres de capacitación de parte de las

autoridades educativas responsables de capacitar a los docentes. Docentes y estudiantes no conocen los Símbolos de la Matemática Maya y no los usan debido a la alta exageración del enfoque occidental que tiene como consecuencia una educación con una metodología tradicional que tiene como resultado la formación de estudiantes pasivos con conocimientos descontextualizados, mecanizados y poco desarrollo de la lógica, lo cual se favorecería con la implementación de la Didáctica de la Matemática Maya en los Institutos objeto de estudio.

- **Tzul Zacarias, Silvia Ceferina** (2014). En su Tesis: “Metodología para el Aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural” Tijob’al Utux Mayab’ Winaq de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Oxlajuj Tz’i’ del municipio de Santa Cruz del Quiché. Sede Regional de El Quiche, Universidad Rafael Landívar Facultad de Humanidades Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural. Tesis para optar el grado académico de Licenciada en Educación Bilingüe Intercultural. El Objetivo General de la Tesis consiste en: Determinar la metodología que utiliza el docente en el aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural. Metodologías aplicadas en la Tesis: Método **Participativo**: Implica la participación del estudiante y el rol activo que este debe de desempeñar en su formación, tratando de encontrar el desarrollo de sus potencialidades e intelectuales y efectivas de los estudiantes en Matemática Maya. **Método Constructivo**: Refiere al trabajo grupal e individual donde el estudiante construye de forma didáctica conocimientos, ideas, opiniones, materiales, recursos que ayude a fortalecer su aprendizaje de Matemática Maya. **Método Simbólico**: Mediante a los símbolos se procedía y se procede el aprendizaje de Matemática Maya, Mucía (1996) refiere que el aprendizaje se da a base de símbolos. **Método Icónico** (a): Refiere a las gráficas, es decir a imágenes u objetos, método que ayuda al estudiante en el proceso de aprendizaje de Matemática Maya, permitiendo que el estudiante visualice lo que el docente le enseña. **Método Enactiva**: El aprendizaje de Matemática Maya se da mediante

procesos metodológicos, no todos aprenden con la misma metodología, Jerome Bruner a citado (2001) que propicia el aprendizaje en Matemática Maya, a través del método Enactiva, que trata de la manipulación de materiales y juegos concretos por parte del estudiante en forma libre y espontánea, “favorece la clasificación, ordenación, seriación, conteo, construcción de formas sencillas y colocación imaginaria de elementos en espacios determinados”.

Una de las conclusiones más importante a destacar esta tesis es que la Matemática Maya se ha desarrollado con el tiempo por el pueblo Maya mediante sus tejidos, diseños de cerámicas, pintura y arquitectura sobre todo en ella se refleja el tejido cósmico. La metodología de la Matemática Maya se debe trabajar mediante actividades y técnicas lúdicas, en ella se representaría el nombre de los números, mediante rompe-cabezas, el conteo en una forma práctica a través de semillas, piedras, palillos, loterías u otros, buscar el significado de los nombres y la representación de los números mayas con elementos de la madre naturaleza, mediante a estas metodologías, se dará cuenta que la Matemática Maya consiste en emprender los recursos según el contexto propio del estudiante.

- **Yojcom Rocché, Domingo** (2013). En su Tesis: “La Epistemología de la Matemática Maya: Una Construcción de Conocimientos y Saberes a Través de Prácticas”. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México; Unidad de Distrito Federal Departamento de Matemática Educativa. Tesis para optar el grado académico Doctor en Ciencias de Matemática Educativa. El Objetivo General de la Tesis consiste en: Reflexionar sobre la construcción social del conocimiento matemático, específicamente del grupo étnico Tz’utujil perteneciente a la cultura Maya. El estudio se realizó en el área de Matemática y Matemática Educativa, que ofrece de cómo las culturas indígenas desarrollan sus conocimientos y saberes. Se discutió a profundidad la epistemología de la matemática maya basada en prácticas, abordando desde una visión social y cultural, atendiendo su

naturaleza epistemológica evitando hacer simples adaptaciones, yuxtaposiciones, analogías para explicar y desarrollar el conocimiento. Metodología basada en trabajos de tipo cualitativo, porque los métodos cualitativos no reducen la explicación del comportamiento social y humano a la visión positivista, que considera los hechos sociales de influencia externa y causal sobre la persona, valora la importancia de la realidad vivida y percibida por ella: sus ideas, sentimientos y motivaciones (Martínez, 2007). La etnografía es un método y herramienta útil para estudiar, comprender una cultura, caracterizar la vida de una comunidad, es decir; conocer sus ideas, creencias, valores y presupuestos, sus comportamientos y las cosas que hacen de forma consciente e inconsciente, como dice (Moreira, 2002 p.7).

Los autores de tesis presentados de manera muy sucinta aportan insumos importantes que permiten no solo delimitar de mejor manera este estudio sino ofrecen elementos para profundizar la investigación sobre “Los Materiales Didácticos inciden en el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”.

1.2 Planteamiento y definición del problema

La Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i' del Parcelamiento Xalbal, se ubica al Sur-Oeste de la cabecera municipal (Playa Grande) municipio de Ixcán, departamento El Quiché; a una distancia de 40 kilómetros. Colinda al Norte de las comunidades: San Lorenzo y Chitalón, al Sur con la comunidad Valle Candelaria Uno, al Oeste con la comunidad Santa María Candelaria y al Este con el Río Xalbal.

Según el Plan de Desarrollo del Alcalde Comunitario del periodo 2005-2014 cuenta aproximadamente con 3,000 habitantes entre hombres, mujeres, niños(as), ancianos(as) y jóvenes; con un total de 500 familias vivientes. En la Escuela Normal Bilingüe Intercultural laboraban 12 Catedráticos, una Secretaria, un Director Técnico Administrativo y el Acompañamiento Técnico

Pedagógico de una Licenciada de parte del Ministerio de Educación para 59 estudiantes para las carreras: Magisterio de Educación Infantil Bilingüe Intercultural, Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación y Sexto Magisterio de Educación primaria Bilingüe Intercultural.

En el año 2011, en algunos centros educativos del país; sólo se poseen Materiales Didácticos que describen el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con números enteros muy descontextualizados. Pero existe algo que se necesita de su aprendizaje para los estudiantes, el uso de números fraccionarios o vigesimales en las cuatro operaciones Aritméticas en el Sistema de Numeración Maya. Esto se da porque no se cuenta con fuentes bibliográficas que puede ayudar al catedrático para facilitar el aprendizaje hacia los estudiantes y el catedrático no posee las herramientas básicas para desarrollar los diferentes temáticos sobre números fraccionarios o vigesimales.

En los diversos niveles de Educación Media se imparte el Área de Aprendizaje de Matemática Universal e incluye la Matemática Maya para conocer los patrones del Calendario Maya: nombres, glifos de los días, sus implicaciones en la vida del ser humano y elementos de la naturaleza.

El Currículum Nacional Base de Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación que se utiliza en las Escuelas Normales se facilitan contenidos relacionados a la matemática universal u occidental, temas relacionado al Algebra, Aritmética y Trigonometría. Dentro de las Áreas y Subáreas del CNB de Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, el aprendizaje de la Matemática Vigesimal propia de la Cultura Maya no aparece registrado como Subárea, es decir; que está excluido del Pensum de estudios. La Matemática Vigesimal Maya se desconoce su desarrollo o aplicación con Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras por la falta de Materiales Didácticos textuales (libros de textos, revistas, cartillas, folletos impresos, enciclopedias u otros materiales como de guías de

aprendizaje) y por la exclusión como Subárea del Área Curricular de Matemáticas. La Matemática Universal Kaxlan ha tenido mayor tendencia en los mercados y empresas que ha alcanzado una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales.

Se tomó en cuenta a Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural porque su pensum de estudios enuncia el Área Curricular Matemáticas: Subárea Matemáticas Cuarto y Quinto Grado y Subárea Estadística Descriptiva Quinto Grado.

A través del Ministerio de Educación a nivel Nacional de diferentes centros educativos del país, se facilita el aprendizaje matemático a estudiantes desde una visión occidental, deja al olvido la sabiduría del Pueblo Maya sobre su Matemática Vigesimal; tomada como folklore, curiosidad y el desinterés de su estudio a profundo.

Las Escuelas Normales de Formación Docente son Bilingües e Interculturales, se facilita el aprendizaje en dos Culturas Ancestral-Occidental y en dos lenguas. A la práctica se desarrolla una Educación Sistemática y Asistemática de forma monolingüe y monocultural, en el idioma castellano a través de metodologías tradicionalistas y la formación de futuros profesionales de forma monótona porque no reciben un aprendizaje de la Ciencia y Tecnología Maya de la Matemática Vigesimal maya en su idioma materno.

La falta de Materiales Didácticos se da porque el presupuesto asignado al Ministerio de Educación a Nivel Nacional no abastece a la demanda educativa de diferentes niveles donde se imparte el pan del saber, que a cada año el número de matrícula de estudiantes va en aumento y la mínima parte de materiales didácticos solo abastece a las Escuelas Estatales de las cabeceras

departamentales y para las áreas rurales se desconoce la llegada de los materiales didácticos.

Lo expuesto permitió plantear el siguiente problema de investigación: **“Materiales Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya**, estudio realizado con Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”.

Para conocer la realidad y profundización del problema se procedió a plantear preguntas que permitió desarrollar la Investigación.

- ¿Cuál es el nivel de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en estudiantes de cuarto bachillerato en ciencia y letras con orientación en Educación?
- ¿Existen Materiales Didácticos aplicables para el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, en la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Contribuir en el conocimiento e importancia de materiales didácticos para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en los estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento de El Quiché.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el nivel de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en estudiantes de cuarto bachillerato en ciencias y letras con orientación en educación.
- Identificar la existencia de los Materiales Didácticos que permiten el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya, con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, en la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché
- Elaborar una propuesta sobre “El uso de los materiales didácticos paratextuales para el Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya para estudiantes de Bachillerato de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento de El Quiché.

1.4 Justificación

La enseñanza de la matemática maya no busca sustituir a la matemática occidental sino dar un enfoque diferente al proceso de aprendizaje, así como fortalecer la percepción de las niñas y niños sobre el quehacer matemático y contextualizar la enseñanza. Su aporte, como Matemática Vigesimal Maya, es proporcionar aspectos que puedan resolver operaciones Aritméticas con Números Fraccionarios o Vigesimales.

Los logros matemáticos, cronológicos y astronómicos alcanzados por los mayas, son los más avanzados entre las civilizaciones antiguas. La matemática vigesimal o de posiciones y el uso del cero, fue desarrollado por los abuelos mayas aproximadamente mil años antes que los hindúes desarrollaron el

sistema decimal que se conoce hoy en día, como lo indica Poveda y Alemán (2002) con respecto a operaciones fundamentales en la Aritmética Maya.

A través del uso del Sistema Vigesimal de enteros y fraccionarios, se fortalece la sabia sabiduría de las culturas ancestrales no occidentales de los/as abuelos/as mayas que son raíces y bases de la cultura; que para ello la Matemática Lógica Vigesimal Maya, ciencia que se manifiesta a través de la práctica de generación a otra, dice Patal (2004) al abordar las posiciones con potencias de base 20 y exponentes negativos son los números fraccionarios o vigesimales.

El Sistema Vigesimal de Operaciones Aritméticas con Numerales Mayas de enteros y fraccionarios, se necesita su aprendizaje en los Estudiantes Normalistas de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, que de alguna manera harán compartir sus experiencias Pedagógicas con estudiantes del Ciclo Primario de diferentes Centros Educativos del municipio de Ixcán.

Se plantea la presente Tesis como una contribución científica para desarrollar una educación propia del pueblo maya en la actualidad, rescatar el valor sagrado de la vida humana, de la madre naturaleza y la vida sagrada del cosmos en general.

Para fortalecer el aprendizaje de la Matemática Maya, se da énfasis de realizar una investigación descriptiva para conocer la Matemática Vigesimal Maya en los Abuelos/as, para resolver operaciones Aritméticas con Números Fraccionarios o Vigesimales en la comunidad de Xalbal con padres y madres familia, autoridades comunitarias, estudiantes y docentes.

1.5 Hipótesis

No se plantea hipótesis porque es un estudio descriptivo.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por el grado de profundidad

La investigación es descriptiva, porque describe una situación o fenómeno dado. Se realiza porque no se tiene información previa del objeto o situación a estudiar.

1.6.2 Por el grado de aplicabilidad

Se hizo una investigación aplicada porque se utilizaron los conocimientos adquiridos para aplicarlos en provecho de los estudiantes.

1.6.3 Por el grado metodológico

Se ejecutó una investigación mixta cualitativa-cuantitativa porque se, analizó y se interpretó críticamente la información, para encontrar significados se utilizó las estadísticas e informes, así como de técnicas cualitativas.

1.6.4 Por el uso de la variable tiempo

La investigación es sincrónica porque no le da importancia a la variable tiempo, ya que lo que interesa es el comportamiento actual de la situación o fenómeno estudiado.

1.6.5 Por la duración del tiempo

La investigación es transversal porque realiza un corte en el tiempo, el corte puede ser actual o de cualquier período. En este caso se realizará de mayo a agosto.

1.6.6 Por el origen de los datos

La investigación es mixta, porque los datos provienen de fuente documental y de campo. La información de campo se obtendrá a través de instrumentos técnicamente elaborados como guías de observación y de entrevista. Es decir; fuentes primarias y secundarias.

1.7 Variables:

Variables	Definición Teórica	Definición Operativa	Indicadores	Técnica	Instrumentos
El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya	<p>Por razones de estudio se entenderá por Aprendizaje lo Siguiendo: desde la Cultura Maya se da de manera práctica, por imitación y corrección continúa. El aprendizaje es integral, intuitivo, vivencial; al aprender el arte de tejer, también se aprende matemáticas, diseño de símbolos, estética y sobre todo la cosmovisión.</p> <p>El Sistema de Numeración Vigesimal es parte de la Ciencia Matemática Maya, que facilitó el cómputo del tiempo, el cálculo y el desarrollo de las demás ciencias; pero lo mejor de todo, es que sigue siendo un tema de actualidad, útil y funcional. Didáctica de la Matemática, Módulo Educativo 5to. Magisterio, Guatemala (2000), Cabrera & Roncal (p. 34).</p>	<p>Por razones de estudio se entenderá por aprendizaje:</p> <p>Un aprendizaje es un cambio de conducta que no es debido a crecimiento, maduración y tiene un carácter de relativa permanencia en la vida cotidiana del aprendiz.</p> <p>El aprendizaje de la Aritmética Vigesimal Maya, es fácil, útil y didáctico a través del uso de materiales concretos propios de la comunidad y naturaleza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor % de aprobación de estudiantes del Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas y contenidos. - Estudiantes que aprueban el curso de la Matemática Vigesimal Maya, tendrán la capacidad de compartir su aprendizaje con sus amigos, compañeros de clase y familia. - La participación en talleres de aprendizaje y la aplicación de juegos didácticos, se evitará el % de repitentes en Matemática Vigesimal Maya. - Estudiantes con problemas de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya como repitentes, tendrán la solvencia de realizar su prueba de recuperación tal como rige el Reglamento de Evaluación Escolar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevista estructurada - Entrevista no estructurada - Conversación formal. - Observación directa 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de entrevista estructurada - Guía de entrevista no estructurada - Guía de conversación formal. - Guía de observación.

<p style="text-align: center;">Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya</p>	<p>Por razones de estudio se entenderá por Materiales Didácticos lo siguiente: son medios que facilitan la visualización, comprensión, comunicación de conocimientos y vivencias. Los materiales Didácticos paratextuales se encuentran los siguientes: cuerdas de lazo, cubos de madera, hilos, semillas, piedras, palillos, canastos, petates, morrales, maleteras, maíz, frijol, flores, hojas de plantas, güipiles, trompos, cera de abeja, ilustraciones, el cuerpo humano, la Naturaleza, etc. El uso de ellos propicia no solo el aprendizaje, sino la contextualización de la educación. “Contextualizar los conocimientos matemáticos a través de juegos y el uso de materiales propios de las comunidades” Manual de Metodología para la Educación Bilingüe Intercultural, Guatemala (2007), s/autor, (p.165-169).</p>	<p>Por razones de estudio se entenderá por Materiales Didácticos: medios que se utiliza para facilitar el proceso de enseñanza del aprendizaje del estudiante.</p> <p>Para facilitar el aprendizaje de la Aritmética Vigesimal Maya, los catedráticos utilizan materiales concretos propios de las comunidades y del contexto relacionado a la vivencia de los estudiantes.</p>	<p>- El catedrático utiliza materiales didácticos paratextuales propios de la comunidad extraídos de la naturaleza como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - granos básicos: maíz y frijoles, - piedras de moler, semillas de calabaza para representar el valor del cero o concha y; - semillas de palo pan, zapote, cacao, caoba, chan cuya, guaya, phox y nance. <p>- El uso de los materiales propios de la naturaleza como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hojas de plantas para representar el valor del Cero, palillos para representar la barra y - semillas de cardamomo y café para representar el punto o la concha. <p>-Otros materiales didácticos que se encuentran en la comunidad::</p> <ul style="list-style-type: none"> - herramientas de trabajo agrícola. - herramienta de carpintería - utensilios de cocina e - instrumentos de sastrería. <p>La aplicación de juegos didácticos con materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevista estructurada - Entrevista no estructurada - Conversación formal. -Observación no siendo parte de la situación 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de entrevista estructurada - Guía de entrevista no estructurada - Guía de conversación formal. - Guía de observación.
--	--	--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

1.8 Metodología:

1.8.1 Método

La investigación permitió aplicar el Método Inductivo, se focalizó el estudio en los fenómenos de forma particular a conclusiones generales; se basó en observación de hechos y el más indicado para la enseñanza de las ciencias. Admitió definiciones precisas para identificar las causas y efectos que produce la falta de materiales didácticos y que por ende impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. De ello se analizó la labor docente que desempeña durante el proceso de desarrollo de los contenidos del sistema vigesimal maya.

1.8.2 Técnicas.

Es el conjunto de procedimientos y recursos que se utilizó durante la investigación.

- **Entrevista no estructurada:** de esta técnica se obtuvo informaciones relevantes de Catedráticos de la Escuela Normal, Autoridades Educativas Estatales del municipio y Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación. Las preguntas no tuvieron una estructura, donde los informantes se extendieron en el tema, dicha técnica se aplicó en las Variables: el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya.
- **Entrevista estructurada:** Esta entrevista se realizó con Catedráticos de la Escuela Normal, Autoridades Educativas Estatales del municipio, Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, Padres de familia de estudiantes Normalistas y Autoridades comunitarias líderes/as, que están implicado desde el campo donde se desarrolló la acción educativa para conocer su punto de vista a cerca de la realidad que se vive en el centro educativo. Dicha técnica se aplicó en las Variables: el Aprendizaje de

la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

- **Observación:** esta técnica permitió observar directamente al Catedrático que facilitó conversiones Aritméticas del Sistema Vigesimal Maya a Decimal o por su viceversa a estudiantes en proceso de enseñanza-aprendizaje, de los Variables: el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

- **Conversación Formal:** esta técnica permitió conocer el punto de vista u opinión de personas individuales o grupos respecto a alguna situación, que se desarrolla de manera casual. Para la conversación se realizó únicamente con el Subdirector Departamental de Educación. Dicha técnica se aplicó en los Variables: el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

El desarrollo de estas técnicas, se realizó con el apoyo de estudiantes Normalistas, personas seleccionadas para las entrevistas y el estudiante tesista.

1.8.3 Instrumentos de Investigación

Los instrumentos que se empleó para la obtención de información requerida son los siguientes

Guía de entrevista no estructurada: esta guía también es llamada cuestionario semiestructurado, que consiste en el planteamiento de preguntas abiertas y libertad de expresión de la persona a entrevistar. Fue aplicada a Catedráticos de la Escuela Normal, Autoridades Educativas Estatales del municipio y Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación.

- **Guía de entrevista estructurada:** la guía de entrevista consistió en la elaboración de Cuestionario con preguntas cerradas. Esta entrevista se realizó con Catedráticos de la Escuela Normal, Autoridades Educativas Estatales del municipio, Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, Padres de familia de estudiantes Normalistas y Autoridades comunitarias líderes/as.
- **Guía de observación:** se observó directamente al Catedrático que facilita el proceso de aprendizaje en Conversiones Aritméticas del Sistema Vigesimal Maya a Decimal o por su viceversa, la enumeración Maya en el idioma materno del estudiante y Metodologías que aplica el catedrático en el uso de los Materiales Didácticos textuales y paratextuales que facilita la Cátedra de Matemáticas con sus estudiantes.
- **Guía de conversación:** para su aplicación se elaboró listado de aspectos a conversar con la Autoridad Educativa Estatal del municipio (Subdirector Departamental de Educación).

1.9 Sujetos de investigación

1.9.1 Población o Universo.

El universo de población fue 83 sujetos que participaron en el estudio, que en su mayoría pertenecen a la comunidad educativa de la Escuela antes en mención. La cual se integraron de la siguiente manera: 12 Catedráticos de la Escuela Normal, 4 Autoridades Educativas Estatales del Municipio, 10 Estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab' Tijob'al Oxlajuj Tz'i'. 32 padres y madres de familia de estudiantes Normalistas y 25 miembros de autoridades comunitarias como líderes/as de la comunidad. De lo anterior se presenta el siguiente cuadro de población universo.

Sujetos de Estudio	Género		Sumatoria total
	M	F	
Catedráticos	12		12
Autoridades Educativas del municipio	4	-	4
Estudiantes	6	4	10
Padres de familia	20	12	32
Autoridades comunitarias líderes/as	20	5	25

1.9.2 Muestra:

No se realizó muestra, porque el universo de la población es menor de 100 sujetos. Se tomó la población total.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se presenta el marco teórico, que está integrado de varios temas y subtemas que fundamenta sobre el fortalecimiento de la Matemática Vigesimal Maya. La educación en el pueblo maya está enmarcada desde el desarrollo integral de cada persona desde su cultura, la riqueza lingüística de su idioma materno, su traje y la práctica de los valores ancestrales de los abuelos; con ello se persigue la enseñanza del Sistema Vigesimal Maya.

2.1 El Aprendizaje

Un aprendizaje es un cambio de conducta que no es debido a crecimiento, maduración y que tiene un carácter de relativa permanencia en el aprendiz.

Según Flórez (1999:5), manifestaba que existen cuatro tipos de pensamiento de modelos pedagógicos como: “la Pedagogía tradicional, conductista, constructivista y social”. El tipo de aprendizaje que desarrolla la niñez depende del tipo de enseñanza que siga el docente. De acuerdo a lo que estimulemos, así será el proceso de aprendizaje. En palabras populares, así como se siembra, se cosechará.

2.1.1 ¿Qué es el Aprendizaje?

Los seres humanos aprendemos todo el tiempo. Desde que una criatura es concebida, está aprendiendo mediante las interacciones con su medio. Al momento de nacimiento y durante los primeros años, la persona aprende vertiginosamente y por todos los medios que le es posible. Desde hace mucho

tiempo, la escuela se especializó como institución para encargarse de dichos aprendizajes. Hay que tomar en cuenta que la escuela también es responsable de que se desarrolle la inteligencia de los niños y de las niñas.

El aprendizaje ha sido definido de diversas formas y de acuerdo a lo que las diversas corrientes de pensamiento esperan de él. **Tradicionalmente:** se hablaba y se educaba verticalmente y se situaba el aprendizaje como una recepción de conocimientos y contenidos. En este modelo, se destaca el uso de la memoria, la repetición y la disciplina como sinónimo de silencio. **Para otros, llamados Conductistas:** es un cambio constante de conductas y comportamientos en el que las personas van adquiriendo estrategias y herramientas que les permiten adquirir habilidades nuevas, mejorar las que tienen y adaptarse a nuevas situaciones. Aquí juegan papel importante las conductas que se esperan del alumno y que las diseña o anota el docente a las instancias que lo dirigen. Y **para los Constructivistas:** aprender es la capacidad de hacer o rehacer los propios conocimientos desde los sentidos y potencialidades del estudiante; dicho proceso se da en la medida en que el docente organice y facilite las experiencias necesarias.

2.1.2 Estilos de aprendizaje

Por tanto según McCarthy (1990:71), exteriorizaba que los estilos de Aprendizaje pueden variar básicamente por dos aspectos importantes en el estudiante como la Percepción (sensación/sentimiento contra el pensamiento) y el Procesamiento (hacer contra observar).

En general, los estudiantes pueden situarse en uno de los cuatro estilos de aprendizaje, tales como: Estilo reflexivo: son personas observadoras desde diversos ángulos. Perciben la información de manera concreta y la procesan en forma reflexiva. Parten de lo que pueden percibir por sus sentidos y lo interiorizan. Tienen mayor facilidad para la reflexión que para la acción. Estilo

teórico: perciben la información de manera abstracta y la procesan en forma reflexiva. Aprecian los detalles como las ideas, tienden a pensar de manera secuencial y valoran las ideas más que a las personas. Enfocan lógicamente los problemas y son capaces de integrar las experiencias en marcos teóricos adecuados por complejos que sean. Son personas analíticas. Estilo activo: perciben la información de manera abstracta y la procesan de forma activa. Tienden a ser estudiantes pragmáticos que valoran la solución de problemas concretos. Les gusta arreglar y experimentar. Les gusta desarrollar nuevas experiencias y se implican activamente en ellas. Son personas que tienen muy desarrollado su sentido común. Estilo pragmático: perciben la información de manera concreta y la procesan de forma activa. Tienden a integrar la experiencia y la aplicación, son entusiastas respecto al aprendizaje nuevo. Están listos para participar en el aprendizaje por ensayo y error; les gusta correr riesgo. Les gusta aplicar las ideas. Son personas muy dinámicas.

Para el trabajo docente en el aula, es conveniente comprender que los cuatro estilos de aprendizaje son igualmente importantes. Ningún estudiante tiene un estilo de aprendizaje único. La misión de la escuela y de los docentes, es utilizar todos los estilos para dar iguales oportunidades de aprender a todos y todas. Es una forma de democratizar la enseñanza-aprendizaje. Es importante comprender también que los estudiantes puedan variar su estilo de aprendizaje, dependiendo de la actividad, contenido u otro aspecto. Por ejemplo, un estudiante que tiene una historia de bajo rendimiento en Matemáticas y que es dinámico, puede tener necesidades diferentes de las que tiene un estudiante dinámico con una historia de éxito en Matemáticas. Por ello, no puede utilizarse sólo uno de los estilos cuando se preparan y realizan las actividades educativas.

2.2 Aspectos Procedimentales de la Aritmética Maya

Los diversos estudios sobre las matemáticas no occidentales han dado las luces para plantear este primer acercamiento a las matemáticas mayas en la actualidad y su comparación con las matemáticas occidentales.

2.2.1 Conceptos y Prácticas de Matemática Maya

Según investigaciones realizados por Salazar (2005:88), cita “que se posee un sistema matemático complejo y completo en la cultura maya antigua donde se encuentran los verdaderos logros a nivel matemático”. El sistema vigesimal inventado por los mayas prehispánicos sigue presente en el pensamiento matemático de las poblaciones descendientes mayas, en este caso de la rama lingüística Q’eqchi’. A continuación se enlista el análisis comparativo realizado por Salazar en su *Matemática Kaxlan* sobre cada una de las prácticas consideradas para el estudio, **Contar:** existe todo un sistema estructurado vigesimal para el proceso de contar, el cual se ha mantenido vivo desde la época prehispánica, de forma oral dado que se ha perdido la forma escrita a través de puntos y rayas. **Localizar:** en los descendientes mayas, la localización se puede diferenciar según distintos niveles de localización del espacio, los cuales son: espacio físico o espacio de objetos, espacio socio-geográfico y espacio cosmológico. **Explicar:** la mejor forma de encontrar los términos utilizados para dar explicaciones, es a través del uso de las distintas clases de conectores lógicos, los cuales son: vinculación, paráfrasis, causalidad, de oposición, de restricción y de hipótesis. **Diseñar:** respecto al diseño de las casas o ranchos, todos tienen la misma estructura y el mismo independientemente que lo utilicen de cocina, habitación u salón para reuniones. Se hace de madera, estructura de troncos, tablas como paredes y techo de hojas. **Medir:** aquí existe una diferencia sustancial con el sistema de medida occidental, el cual está estandarizado en metros, kilogramos o libras y segundos. Respecto a la práctica de medir, se evidencia en los términos y unidades de medida, la mayoría están relacionadas con el cuerpo humano,

fenómenos naturales, el trabajo agrícola y por último las utilizadas a partir de los objetos que se tengan al alcance.

2.2.2 Juegos Didácticos propios de la Cultura Maya

Los juegos didácticos despiertan el interés a través de su práctica en los niños y niñas de la edad estudiantil.

Al respecto Mucía (1996:37), cita unos de los juegos que se practica en la comunidad lingüística maya: “la palabra “KAMINÄQ, su etimología: kamik = morir, kaminäq = muerto”. Se analiza con otras personas sobre estos temas, la palabra “KAMINÄQ, para decir INHABILITADO PARA JUGAR, SUSPENDIDO, pero KAMINÄQ no significa expulsado. En la Cultura Maya existen novedosos juegos que son de aprendizaje matemático, en tanto según Tzeltal (2008), cita que: “el tablero dividido por escalas sirve para resolver operaciones de Aritméticas Mayas, novedosa técnica para realizar multiplicaciones de números naturales mediante el uso de rectas”.

El método de la multiplicación con rectas consiste en la colocación de rectas paralelas y perpendiculares, donde cada dígito indica el número de rectas representadas. En las misma línea de los juegos Redfield & Villa Rojas (1990:19), citan que: “los niños universalmente juegan, imitan las actividades de los adultos, aunque también inventan algunos juegos, entre los mayas de Chankom Yucatán México”. Que durante la década de los 30 se describe que los niños más pequeños entre las edades de cinco a siete años persiguen animales, hacen casitas de tierra, buscan semillas de óxol para hacer collares; si son mujeres imitan las actividades de sus madres, como hacer tortillas, elaboran muñecas hechas con madera por los padres y si son varones imitan a sus padres a jugar, el enlazar un toro o a cazar animales con su resortera y elaboran pequeños papalotes. Los juegos son practicados en su mayoría en la edad infantil tal como Gossen (1989:20) señala que en la cultura maya de

Yucatán “no se presta atención a la competencia individual y que no importa quién gana o pierde en los juegos”. Entre los Chamulas es poca la importancia que los adultos prestan al juego infantil, consideran que no tienen la seriedad de las actividades de los mayores. En tanto según Maas (1983:21), cita que: “el juego como parte de la endoculturación, es decir el proceso de integración a la cultura”.

En Chemax Yucatán, entre los varones es subirse a los árboles, matar animales pequeños, las canicas, el trompo, el brinca burro y el papalote, durante la adolescencia el béisbol, el kimbomba, el balero y la lotería. Entre las niñas el juego con animales domésticos, la comidita, la sirenita de la mar, mercano, pesca-pesca, guarda-guarda y en la adolescencia éstas dejan de jugar porque se les considera como adultas.

Según Guiteras (1986:19), manifiesta que entre los Tzotziles, los primeros juguetes de los niños son de su medio ambiente, por tanto cita que: “las flores, vainas secas, hojas de mazorcas, cuerdas, pedazos de madera y barro son los primeros juguetes que los niños utilizan en la edad infantil”. Las niñas hacen muñecas de trapo y las enamoran, visten, desvisten, envuelven y desenvuelven, imitan el cuidado que los mayores dan a los bebés. Los niños desde pequeños se les encomiendan pequeñas tareas propias de su sexo. Desde los ocho años, los niños acompañan a sus padres al campo y las niñas se quedan en la casa para su aprendizaje de las tareas cotidianas de las que se responsabilizarán de adultos. En la cultura maya los padres de familia no se involucran en los juegos que realizan los niños y niñas tal como relata Gaskins (1996:22) donde relata que: “el juego, los padres mayas lo asumen como una actividad propia de niños que los hace felices, no le conceden mucha importancia, ni se involucran mucho”. El único estudio publicado para el área maya que se centra en el juego como reflejo de la forma en que las etnoteorías de los padres proveen estructura al ambiente de los niños.

Los padres como el sistema de creencias asociadas a prácticas del cuidado infantil, señala el proceso de desarrollo en caracterizado por las madres mayas yucatecas como un proceso gradual, continuo, natural y automático. Al respecto según DIGEBI et al. (2007), describieron que el pueblo maya posee la capacidad para ordenar sus objetos de juego a través de un patrón específico, es la etapa apropiada para el aprendizaje de la aritmética, no disminuye su afición al juego, por lo que el proceso de aprendizaje siempre debe asociarse con la actividad lúdica. En tanto Roncal & Cabrera (2000:15), manifestaban que la matemática debe ser agradable y lúdica durante el proceso de aprendizaje, por tanto el autor cita que: “si es agradable será fácil aprender y el juego se disfrutará en la escuela. Nunca se debe decir o hacer pensar que la matemática es una asignatura difícil, primero porque no es cierto y segundo porque no es didáctico decir eso”.

2.3 El aprendizaje de la Matemática en el Sistema Vigesimal Maya

Patal (2010:9) define como sistema de numeración: “la forma como organizamos y relacionamos los signos para representar cantidades”. En la historia humana han existido una multitud de sistemas numéricos con diferentes bases: algunas civilizaciones utilizaron la base 10 los egipcios; los romanos utilizaron el número 12 como base y los babilonios utilizaron la base sexagesimal basada en el número 60. **Base**, es el número que representa todo el sistema, es decir el número que se le hace una marca especial y que a partir de ese número se vuelve a añadir unidades. Los mayas utilizaron un sistema numérico de base 20. Las computadoras utilizan un sistema numérico de base 2 es decir el sistema binario.

2.3.1 El Sistema de Numeración Vigesimal Maya

Según Roncal & Cabrera (2000:34), cita que: “el sistema de numeración vigesimal es parte de la ciencia Matemática Maya, que facilitó el cómputo del tiempo, el cálculo y el desarrollo de las demás ciencias”. Se le llama vigesimal porque se basa en el número veinte. El punto que representa el valor numérico

uno, la barra que representa al cinco y la concha que representa el valor cero. La combinación de estos tres símbolos y su ubicación en posiciones determinadas hace posible la escritura de cualquier cantidad. Según Salazar (2005:79), por tanto cita que: “el sistema de numeración maya vigesimal, está inspirado en la unidad de la persona, pues la base constituye sus extremidades superiores e inferiores”. En el idioma maya al número veinte es jun may de igual manera a una persona jun may, es decir una persona completa de veinte. Se le denomina sistema vigesimal porque su base es 20, lo que significa que el valor relativo de cada cifra es el producto de la cifra por la potencia de base 20.

- **Ventajas del Sistema Vigesimal Maya**

En tanto según Patal (2010:41), manifiesta que el sistema vigesimal tiene algunas ventajas sobre el sistema decimal. Por tanto cita que: “el Sistema Vigesimal tiene más divisores, es divisible entre 2, 4, 5 y 10. El sistema decimal solamente tiene dos divisores el 2 y el 5”. En situaciones prácticas de compra y venta o procesos matemáticos en la cotidianidad esta es muy significativa. El Sistema Vigesimal permite que los cálculos sean más rápidos y exactos, en las comunidades todavía emplean, manos, como indicador de medida por ejemplo; tres manos de limones.

-El Sistema Vigesimal tiene algunas particularidades muy especiales, aparte de las implicaciones filosóficas. Por tanto el autor cita que: “la base del sistema de numeración maya se deriva de la persona misma, los dedos de las manos y los pies suman veinte, que en el sistema oral se dice jun Winaq al número veinte”.

-El sistema sigue un proceso de crecimiento geométrico natural: 1, 2, 4, 8, 16, 32...sigue un sistema exponencial de base 2 o sea 2^n el sistema vigesimal que parte de la persona que sigue la sucesión del sistema exponencial de base 20^n o sea 1, 20, 400, 8000, 16,000...etc.

- **Sistema de Numeración Posicional**

DIGEBI et al. (2007:172) cita que: “un sistema de numeración posicional es aquel donde los numerales toman un valor determinado que depende de la posición o nivel en que se encuentran”. Para la comprensión del sistema de numeración maya, se recurre a numerales indo arábigos, porque maestras y maestros aún no están muy familiarizados con los numerales mayas, debido a que el sistema de educación no contempla dichos conocimientos en el pensum de estudios. En el sistema decimal los numerales en la primera posición tienen valor de unidades, en la segunda de decenas, en la tercera de centenas y así sucesivamente. Doscientos treinta y uno: el valor absoluto de un número es el que tiene independientemente de la posición que ocupa. El valor relativo es el que tiene el número dependiendo del lugar o posición que ocupa. En el ejemplo anterior, el valor absoluto de la segunda cifra es (tres) y el valor relativo es (treinta). Ronca & Cabrera (2000:36) exteriorizan que las posiciones de los números son importantes lo cual cita que: “análogamente al sistema decimal arábigo cuyas distintas posiciones, leídas de derecha a izquierda, nos permiten leer unidades, decenas, centenas, millares, unidad de millar, etc.; por su base vigesimal, en el sistema de numeración maya, las distintas posiciones, que se leen de abajo hacia arriba, permiten leer las unidades, veintenas, cuatrocentenas, ochomilenas, cientosesenta milenas y así sucesivamente, siendo cada posición un múltiplo de veinte”.

- **Historia de la Matemática Maya**

DIGEBI et al. (2007:80), citan que “la geometría es la rama de la matemática que estudia idealizaciones del espacio en figuras y formas: polígonos, rectas, planos, puntos, superficies, poliedros”. La geometría facilita el estudio para construir edificios y diseños de arte. El enfoque de geometría que utilizaron los mayas es realmente admirable, se aprecia en la vestimenta, tejidos que desde sus estructuras geométricas se puede aplicar en ellos cálculos aritméticos. En la misma línea DIGEBI et al. (2007:171), citan que: “la matemática maya, al igual que las otras ciencias, se desarrolló durante la creación del Universo; es

decir, se descubrió el orden del tejido cósmico, al cual pertenece la humanidad”. El sistema de numeración maya se derivó de los veinte dedos (diez de las manos y diez de los pies) de las personas que forma el Winäq. La matemática maya no solo se refiere a operaciones aritméticas, es la ciencia de los números, las relaciones, las medidas, los procesos y las estructuras que facilitan y desarrollan esquemas mentales para resolver distintas situaciones de la vida y entender el mundo desde su concepción propia. Los principios de la matemática maya están en uso por descendientes de la cultura a través del tiempo, lo cual se evidencia en los diseños de la cerámica y los tejidos, en las pinturas y en la arquitectura. Raxch'e & Guaján (1997:11) exterioriza que: “los testimonios inscritos en estelas, sugieren la idea de que los abuelos mayas desarrollaron mucho antes que cualquier otra cultura un sistema de numeración de valor relativo posicional y el inventado del cero”. Todavía no hay consenso para establecer la fecha que los abuelos mayas hayan inventado la numeración y la aplicación del cero. Los puntos y barras fueron inscritos en fechas que aparecen en monumentos, estelas, altares y tableros; que se desarrolló notablemente fue en el campo astronómico y eran mucho más exactos que los de los europeos en el momento de la invasión.

2.3.2 Procedimientos y técnicas de aprendizaje de la Matemática Maya

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática vigesimal maya se siguen ciertos procedimientos y técnicas que se utilizan para convertir cualquier cantidad numérica del sistema decimal a sistema vigesimal maya.

Mucía (1996:41), cita que: “no es usual que un padre le enseñe a su hijo solo verbalmente los números; un padre enseña al hijo en acción, en la cuenta de las matas de milpa, al contar los árboles frutales y la madre a la hija, al contar los pares de tortillas que se ha de llevar al campo de trabajo. Por lo tanto, la práctica de las matemáticas fue en la casa, en el campo y sobre el desnudo suelo cuando había que ejercitar las matemáticas”. Para medir se utiliza la medida de la brazada, por lo que veinte equivalen a una cuerda de cuarenta

varas que facilita contar por pares que es más práctico. DIGEBI et al. (2007:167), exterioriza que dentro de la metodología en educación maya se puede mencionar:

- **El aprendizaje desde la Cultura Maya**

En los pueblos mayas existe un sistema matemático que se evidencia en la agricultura, los diseños y simbología de los tejidos. El aprendizaje desde la Cultura Maya se da de manera práctica, por imitación y corrección continua. El aprendizaje es integral, al aprender el arte de tejer, también se aprende matemáticas, diseño de símbolos, estética y sobre todo la cosmovisión.

- **Momentos Pedagógicos**

Observo, pregunto, imito y escucho consejos: este momento pedagógico parte de la observación y contemplación de la Naturaleza, de los fenómenos naturales y de las relaciones sociales y culturales. **Practico y corrijo:** las actividades de este momento tienen como objetivo que las niñas y los niños ejecuten los procesos aprendidos y corrijan los errores. **Aplico:** en este momento pedagógico las niñas y niños demuestran lo aprendido y producen nuevos conocimientos. La Cultura Maya hace uso de la tradición oral, las artes, el juego, las actividades de la vida cotidiana, la relación con la Madre Naturaleza y el Cosmos para el aprendizaje.

2.4 Los materiales didácticos

El uso de los materiales didácticos paratextuales propios de la comunidad y naturaleza facilita el proceso de aprendizaje de la Aritmética Vigesimal Maya, porque los objetos son manipulados por estudiantes a través del sentido del tacto. Los materiales manipulables desempeñan un papel básico en los primeros niveles de enseñanza, son instrumentos que facilitan los procesos para contextualizar, concretar las experiencias y los conceptos.

2.4.1 Conceptos de materiales didácticos

Según DIGEBI et al. (2007:169), hacen mención al término de materiales didácticos:

“los materiales didácticos son medios que facilitan la visualización y la comprensión, así como la comunicación de conocimientos y vivencias. Los materiales y juegos hacen que el proceso de aprendizaje tenga los medios apropiados que respondan a los intereses naturales de la niña y el niño”.

• Materiales Didácticos Paratextuales o Materiales Contextuales

Son todos los elementos manipulativos tomados directamente del entorno natural y de la vida cotidiana de las niñas y los niños que favorecen aprendizajes culturalmente pertinentes. Utensilios de cocina, canastos, instrumentos de tejido, hilos, güipiles, musicales, deportivos, morrales, redes, cofres, petates, tecomates, piedras de moler, maíz, frijol, flores, hojas de plantas, la naturaleza, el cuerpo humano, cera de abeja, bolsos, morrales, maleteras, atarrayas, morteros, mazos, canaletes, palancas, anzuelos, azadones, palas, machetes, macanas, hamacas, barriletes, cuerda de lazos, palillos, conchas, caracoles, zancos, trompos, perinolas, dados, y además, tarjetas, rompecabezas, dominó, loterías, ábacos, semillas, piedras, tapitas, algodón, caña, trozos o cubos de madera y más.

• Materiales Didácticos Textuales

Son todos los materiales impresos como libros de matemática, revistas, folletos, periódicos, libros infantiles relacionados con el tema, enciclopedias, cuadernos de ejercicios, hojas de trabajo, publicaciones u otros, que se pueden utilizar para crear bibliotecas de aula con materiales de consulta o como centros de documentación para el uso colectivo y continuado de los estudiantes y docentes. La escritura maya, según lo expresa Cabrera (1995), es pictográfica, ideográfica y fonética, presentándose una tendencia histórica hacia lo fonético. La mayoría de los escritos mayas grabados en papel (hojas de maguey) por los

antepasados fueron destruidos por los invasores españoles. Dichos escritos llamados códices, libros de aproximadamente 7 metros de largo de hojas plegadas son: el Códice de Dresden, que se encuentra en la ciudad del mismo nombre; el Códice Peresiano que se encuentra en París y el Códice Tro Cortesiano en Madrid. El primero de ellos es astronómico, el segundo ritualista y el tercero astrológico. Estos textos, destruidos en su mayoría por el celo religioso de los sacerdotes y la ignorancia de los soldados españoles, serían hoy de incalculable valor para el estudio de las antiguas culturas indígenas, además de su importancia como verdaderas obras de arte.

- **Materiales para textuales**

Son facilitadores de aprendizajes como los audiovisuales (video, audio, diapositivas); imágenes fijas (fotografías, ilustraciones, señales, mapas); juegos y juguetes. El uso de ellos propicia no solo el aprendizaje, sino la contextualización de la educación. El desarrollo de la matemática se puede auxiliar con tecnología educativa como la computadora, un equipo reproductor de DVD, televisor, etc. Según Cabero (2001:290), cita que: “existe una diversidad de términos para definir el concepto de materiales Didácticos, tales como: medio, medios auxiliares, materiales didácticos, medio audiovisual y materiales. Esta diversidad de términos conduce a un problema de indefinición del concepto, así como también la amplitud con que éstos son considerados”. Es decir, cada autor da un significado específico al concepto, lo que conduce a tener un panorama mucho más amplio en cuanto a materiales didácticos se refiere. Son empleados por los docentes e instructores en la planeación didáctica de sus cursos, como vehículos y soportes para la transmisión de mensajes educativos. Los materiales didácticos impresos, audiovisuales, digitales y multimedia; se diseñan para el público al que van dirigidos y tienen fundamentos psicológicos, pedagógicos y comunicacionales. Por tanto Néreci (1969:282), realizó una clasificación de los materiales didácticos que conviene indistintamente a cualquier disciplina es lo siguiente:

- **Material permanente de trabajo:** Tales como el tablero y los elementos para escribir en él, videos proyectores, cuadernos, reglas, compases, computadores personales.
- **Material informativo:** Mapas, libros, diccionarios, enciclopedias, revistas, periódicos, etc.
- **Material ilustrativo audiovisual:** Posters, videos, discos, etc.
- **Material experimental:** Aparatos y materiales variados, que se presten para la realización de pruebas o experimentos que deriven en aprendizajes.
- **Material Tecnológico:** Todos los medios electrónicos que son utilizados para la creación de materiales didácticos. Las herramientas o materiales permiten al profesor la generación de diccionarios digitales, biografías interactivas, el uso de blogs educativos y la publicación de documentos en bibliotecas digitales, es decir, la creación de contenidos e información complementaria al material didáctico.

- **La Selección de los materiales didácticos**

Para que un material didáctico resulte efectivo y propicie una situación de aprendizaje exitosa, no basta con que se trate de un buen material, ni tampoco es necesario que sea un material de última tecnología. Se debe tener en cuenta su calidad objetiva y en qué medida sus características específicas (contenidos, actividades,...) están en consonancia con determinados aspectos curriculares del contexto educativo:

- Los objetivos educativos que se pretenden lograr serán alcanzados satisfactoriamente a través del uso de los materiales didácticos visuales.
- Los contenidos que se van a tratar se utiliza el material manipulativo.
- Las características de los estudiantes estarán motivados y dinámicos en adquirir el aprendizaje de los contenidos que ha de desarrollarse.
- Las características del contexto físico y curricular en el que se desarrolla la docencia y por donde se piensa emplear el material didáctico que se elige.

- Las estrategias didácticas que se diseñan para la utilización del material, es decir de forma individual o grupal.

La selección de los materiales a utilizar con los estudiantes siempre se realizará de forma contextualizada en el marco del diseño de una intervención educativa concreta, se considera todos estos aspectos que toman en cuenta los elementos curriculares particulares que inciden. La cuidadosa revisión de las posibles formas de utilización del material permitirá diseñar actividades de aprendizaje y metodologías didácticas eficientes que aseguren la eficacia en el logro de los aprendizajes previstos.

- **Recurso Humano como Actores Directos del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje**

DIGEBI et al. (2007), dentro de los actores del proceso educativo de aprendizaje se toman en cuenta:

- **Niñas y niños Mayas**

Niñas y niños desarrollan sus primeros esquemas mentales, que determinan su visión del mundo, con base a sus primeras vivencias e inmersos en un sistema de vida propia en el hogar. Al llegar por primera vez a la escuela las niñas y niños llevan un cúmulo de experiencias y de elementos propios de su cultura que los identifican: el idioma, la forma de contar, los valores y la vestimenta, entre otros; asimismo poseen conocimientos y saberes adquiridos en el ambiente familiar y la comunidad.

- **Las maestras y maestros**

Son personas que generan un ambiente estimulante para el aprendizaje, centrado en la cosmovisión maya y en la búsqueda del equilibrio físico, mental, espiritual y afectivo de la niñez. Para la cultura maya una maestra o un maestro es alguien que siempre está adquiriendo conocimientos a través de la

experiencia y el servicio a los demás. Dentro de las funciones de las maestras y maestros se pueden mencionar: Ayudar a la niña y al niño a descubrir la vida y el mundo; Permitir que las niñas y los niños se equivoquen, porque entonces pueden conocer el camino correcto. Equivocarse y cometer errores es parte del proceso de aprendizaje; y Promover las dudas de las niñas y los niños, porque entonces pueden diferenciar entre lo verdadero y lo falso.

– **Padres y madres de familia**

Desde la cosmovisión maya, madres y padres de familia, las abuelas y los abuelos son una fuente incalculable de sabiduría, porque debido a su experiencia tienen una visión amplia y pueden predecir el futuro con base en los movimientos sociales y fenómenos naturales del pasado y del presente.

– **Lideresas y líderes comunitarios**

Si las personas me eligieron y me buscaron fue para servir a la comunidad, para resolver problemas, cuidar los bienes de todos así como promover nuestra forma de vivir. Por lo tanto, ellas y ellos, con su gran sabiduría, pueden aportar enormemente para el desarrollo educativo de la población, tanto para niñas y niños como para la juventud y las personas mayores.

– **Autoridades educativas**

Las autoridades educativas también son actores del aprendizaje, puesto que en ellas recae la responsabilidad de facilitar los procesos de desarrollo. Por lo tanto, desde las máximas autoridades educativas como la Ministra o el Ministro, Directoras y Directores Departamentales, Coordinadoras y Coordinadores Técnicos Administrativos y Directoras y Directores de escuelas, intervienen en el desarrollo de los aprendizajes que se desarrollan en las aulas con las niñas y niños.

2.4.2 El contador de los granos de maíz, frijol, piedritas y varitas

Según Mucía (1996:41) exterioriza que la matemática es práctica porque permite hacer uso de frijoles, flores, semillas y caracoles.

El aprendizaje de la matemática maya se adquiere a través de la práctica del uso que se da a los granos básicos de maíz y frijol propios de la comunidad y naturaleza, que es alimento nutritivo del diario. Los granos son guardados en lugares secos para evitar que se le pegue polvo, humedad y alejados de animales para evitar su deterioro. Mucía (1996:39) cita que: “la palabra Bu'ul, frijoles; apareció como propuesta del conteo matemático por sabios abuelos”. En la cultura maya apareció la propuesta de la utilización de Bu'ul o frijoles que son tan pequeños y pesaban menos que las piedras. La facilidad de maniobrar ayudó para la pronta propagación del uso del Bu'ul-frijoles- en la contabilidad.

Sin embargo los críticos reclamaron que no se había avanzado, pues lo que se había hecho era cambiar piedras por frijoles. Presentaron que para agilizar el conteo, se debía utilizar la simbología de cinco unidades, mediante la utilización de la envoltura de los frijoles o sea la vaina. En ese sentido en vez de contar cinco unidades se tomaría una vaina, que tendría el valor de cinco unidades. Que teorizaron en utilizar la simbología del veinte, mediante el amarre de dos manos y dos pies. Pues los introductores del Bu'ul en el conteo, dijeron que era posible hacer simbolizar la veintena, mediante el amarre de cuatro vainas. La propuesta era la utilización de palitos en vez de vainas, se adujo que en cualquier parte se podían encontrar palitos para ser utilizados en las matemáticas y no así las vainas de frijoles, en tiempo de escasez de los alimentos. En ese sentido la propuesta se aceptó y los contadores empezaron a cortar trocitos para sus cálculos matemáticos. A partir de esa época se vino utilizar los frijoles y palitos para el ejercicio de las matemáticas.

En la misma línea Cabrera (1997), manifestaba que a semilla de maíz tarda cinco días para germinar y empieza a surgir otra nueva planta. El numeral para la unidad como un punto representa una semilla de maíz o de frijol y a su vez como semilla representa el mundo subterráneo. Los mayas observaron que la semilla de maíz al sembrarlo tarda un promedio de cinco días para germinar y empieza a brotar una nueva planta, por este hecho el cinco es representado por el perfil de la tierra con una barra horizontal, así el cinco representa el mundo donde habitan los Mayas y el cero representa el nivel espiritual, asociado con el mundo de arriba. Morley (1972:256), cita que: “los mayas antiguos y los que aún sobreviven, se usan granos de maíz de dos colores, piedritas y varitas”. Para representar los numerales del 1 al 5 se colocan estos objetos en una cuadrícula dibujada en el suelo, en la tierra o en la arena podían llevar a cabo en corto tiempo complejas operaciones matemáticas, que se manifiesta en su ingeniería, arquitectura, cronología y astronomía. Según Calderón (1966:25) cita que: “el origen de la barra puede atribuirse al hecho de distinguir fácilmente entre la piedrita que valía uno de otro objeto que valiese cinco”. El maya sólo precisaba recoger un puño de gravillas, cortar una vara, trazar con ella una cuadrícula en el suelo y después romperla en trozos convenientes. Desde el punto de vista de la relación del maya con la madre tierra, la barra representa su superficie, pues el maíz sale de la tierra cuatro días después de sembrado, el quinto día. De la misma línea Harold & Duque (2013), citan que “el sentido de número en la Cultura Maya, parte desde la cosmovisión donde se construyeron los primeros símbolos para representar gráficamente al número”. El símbolo numérico tuvo sus primeros bosquejos marcados o trazados en los árboles, rocas o arcilla o en cualquier superficie plana donde permite realizarse pequeños trazos de procedimientos aritméticas mayas.

- **La practicidad de las Matemáticas con flores, semillas y caracoles**

Según Mucía (1996:41), cita que: “la matemática es práctica porque permite hacer uso de frijoles, flores, semillas y caracoles”. Los abuelos todos lo hicieron práctico, visible, manuable, que fueron muy concretos para contar. Las mujeres

en el arte del tejido, cuentan por pares; en esa forma diez pares equivalen a veinte. Esto significa que contar por pares es más práctico y dinámico en el conteo de objetos propios de la comunidad y naturaleza.

- **El símbolo Ajaw en las Matemáticas**

En tanto Mucía (1996:14), cita que: “el Ajaw es el Creador, inicio y final de todo; por lo tanto los números tienen que empezar desde allí y finalizar allí”. El Creador del Universo es representado por el glifo de un rostro de perfil según el Cholq'ij o bien la figura de una flor, a cómo está en el Tonalamatl. En la misma línea Mucía (1996:14), también cita que: “su abuelo al estar en el campo durante las madrugadas, al momento de salir el sol, se hincaba y en su oración llamaba al sol Ajaw”. El Sol es una de las manifestaciones de Ajaw, es el dador de vida, sin el todo se muere sin la claridad del día en la faz de la tierra. Que Ajaw tiene como símbolo una flor o un rostro estilizado y como al Sol también se le dice Ajaw, por lo tanto, su glifo inconfundiblemente es también una flor. El día Ajaw, tiene variadas formas y diferentes nombres, pero se refiere a lo mismo, al Creador y Formador. En tanto Mucía (1996:16), cita que: “la flor es inicio de una fruta, la flor dará origen a la fruta. De un árbol salen flores, es un indicio y comienzo de la fruta, es la etapa inicial y con los números sucede lo mismo”. En la cosmovisión de los abuelos en las matemáticas, el símbolo de la flor no dará frutas, sino números para la medición del tiempo y espacio.

- **Valor relativo**

El Cero Indo-arábigo sí acompaña un número cualquiera, es sinónimo de Decena. La flor sí acompaña un número cualquiera, es sinónimo de Veintena. Un cero indo-arábigo, sí acompaña un tres equivale a treinta (30). La flor sí acompaña un tres equivale a sesenta (60), ambas concepciones son diferentes.

- **Valor absoluto**

El cero indio-arábigo significa vacío, nada. La flor numérica, significa principio y final, simboliza a AJAW, por lo tanto es TODO. Indudablemente son dos

concepciones diferentes. De la misma manera Mucía (1996:45), cita que: “la palabra Nik representa a la flor numérica, que es el símbolo de Ajaw en las matemáticas; por lo que el caracol, la semilla, el rostro y el torso decapitado son sus sinónimos”. El numeral identificado como Cero Maya, tiene las funciones de Centro y posee cualidades originales en numeración maya que lo diferente con el cero indo-arábigo.

- **La Calculadora en el uso del tablero Maya**

Según Calderón (1966:25), cita que: “el pueblo maya poseía su propia calculadora para realizar sus cálculos matemáticos”. Cualquier individuo del pueblo maya, en cualquier lugar que estuviese, tenía a su disposición su propia -calculadora-, bastaba con desgranar una mazorca o recoger del suelo un puñado de piedritas y partir una esterilla en varios pedacitos para sumar, restar, multiplicar o dividir cualquier cifra, no importa lo grande que fuese de millones. El ama de casa podía administrar la economía familiar y calcular los precios de compra de los comestibles en el mercado. Según Salazar (2005:78), exteriorizaba que los mayas hicieron uso de un -Tablero- de cálculo para hacer sus cuentas con enormes cantidades, al respecto Fray Diego de Landa escribió en su Relación de las Cosas de Yucatán. Por tanto el autor cita: “qué su contar es de 5 en 5 hasta 20, de 20 en 20 hasta 100, de 100 en 100 hasta 400, y de 400 en 400 hasta 8,000: y de esta cuenta se servían mucho para la contratación del cacao”.

Indudablemente sus cuentas en el suelo las hacían con el uso de granos de maíz sobre un tablero previamente se dibuja las posiciones correspondientes. Con respecto Patal (2010:16) manifestaba que los mayas hicieron uso de un -tablero- en el sistema de cálculo para hacer sus cuentas, al respecto Fray Diego de Landa escribió en su obra Relación de las Cosas de Yucatán. De ello el autor cita: “que su contar es de 5 en 5 hasta 20, y de 20 en 20 hasta 100, de 100 en 100 hasta 400, y de 400 en 400 hasta 8 mil, de esta cuenta se servían mucho para la contratación del cacao. Tienen otras cuentas muy largas y que

las extienden ad infinitum con tanto 8 mil 20 veces, que son 160 mil. Y tornan a 20, duplican estas 160 mil, después de irlo así se duplica hasta que hacen un incontable número, cuentan en el suelo o cosa llana”.

DIGEBI et al. (2007:173) exhibe que los mayas hicieron uso de un tablero de cálculo para hacer sus cuentas, al respecto Fray Diego de Landa escribió en su obra Relación de las cosas de Yucatán. Por tanto cita que: “su contar es de 5 en 5 hasta 20 y de 20 en 20 hasta 100, de 100 en 100 hasta 400 y de 400 en 400 hasta 8 mil. De esta cuenta se servían mucho para la contratación del cacao. Tienen otras cuentas muy largas y que las extienden de 8 mil 20 veces, que son 160 mil, después de irlo así se duplica hasta que hacen un incontable número, cuentan en el suelo o cosa llana”. En la misma línea Calderón (1969:120), declaraba que para hacer más fácil la explicación, en la representación de la cuadrícula o tablero matemático, las columnas se identifican con números arábigos y las filas con letras. La cual cita que “lejos de ser el indicio de los cortos alcances de una cultura primitiva, incapaz de utilizar los complejos y engorrosos procedimientos numéricos de hoy en día, representa una síntesis de sabiduría que aún hoy estamos lejos de alcanzar”.

2.4.3 La terminología Lingüística de la Ciencia Matemática

La terminología lingüística de la Ciencia Matemática maya permite hacer mención la enumeración en el idioma materno.

Roncal & Cabrera (2000:51), manifiestan que cinco dedos tiene la mano que está en un brazo, dos brazos y dos piernas forma una persona. Por tanto citan que: “Cuatro extremidades hacen un Winaq -la persona-. Dos personas de distinto sexo se complementan, Ka’ib Winaq. De ellos surge un infante como tercera persona, Ovk’al. El ramo de personas o cuatriedad se logra con una cuarta persona, Much”. De esta forma la numeración se hace vida y se vive para hacer vivir la numeración. Al respecto el escritor Mucía (1996:27), cita que: “en los idiomas Mayas, se hace mención de días pasados o bien días futuros,

se realiza de forma matemáticamente a diferencia de la forma occidental”. Las expresiones son las que siguen:

Cuadro No. 1
La Enumeración Matemática en el Idioma Maya Akateko

Pasado		Futuro	
Akateko	Español	Akateko	Español
Ewi	Ayer	Yekal	Mañana
Kab'i	Anteayer	Kab'e	Pasado mañana
Oxi	Hace tres día	Oxe	Dentro de tres días
Koni	Hace cuatro días	Kone	Dentro de cuatro días
Job'ixi	Hace cinco días	Job'ix	Dentro de cinco días
Waq'i	Hace seis días	Waq'e	Dentro de seis días
Jujub'ixi	Hace siete días	Jujub'ix	Dentro de siete días
Junab'i	El año pasado	Junab'	Dentro de un año
Kab'ab'i	Hace dos años	Kab'ab'	Dentro de dos años
Oxab'i	Hace tres años	Oxab'	Dentro de tres años

Fuente: construcción propia en base a Mucía (1996:27)

En la misma línea, según protista Mucía (1996:27), exhibe que en todos los idiomas mayas existe la raíz numérica a excepción los días de ayer, hoy y mañana. Por tanto cita que: “en los idiomas mayas se puede regresar en el tiempo, cuantos días se quiera, así mismo hacia el futuro, tan solo se tiene en cuenta el número de días que se quiera mencionar”. Según DIGEBI et al. (2007:177), afirmaban que en su mayoría se conocen los números de cero a diecinueve, el número veinte en la mayoría de los idiomas mayas se denomina Jun Winäq que significa una persona humana. De lo anterior autores citan que: “en el primer orden de las unidades solamente se nombran los nombres de las

unidades: jun, ka'i', oxi'....hasta belejlajuj. Al número veinte también se le conoce como k'al, el número cuarenta puede ser kawinaq o kak'al, en los procedimientos para cálculos y conteos grandes se adopta el término k'al". Para contar los números después de veinte existen dos sistemas:

– **El clásico:** consiste en contar los números desde la primera unidad y seguido de la veintena próxima. Ejemplo: jun rukak'al, ka'i' rukak'al, oxi rukak'al, consecutivamente, uno, dos y tres para la segunda veintena. Cabe mencionar que este sistema aún se utiliza en comunidades de la región occidental de Guatemala.

– **El sistema simple:** este sistema consiste en contar primero las veintenas seguidas de las unidades así: *Juk'al jun, juk'al ka'i', juk'al oxi'*: veintiuno, veintidós, veintitrés, consecutivamente. Este sistema, es el que se utiliza en la mayoría de centros educativos. Para contar un número grande se necesita saber el nombre de las posiciones o sea de las potencias de base veinte como:

Cuadro No. 2
Potencias de base veinte en el Idioma Maya K'iche'

Nombre de las Potencias	Otros nombres	Potenciación de base 20	Resultado de la Potenciación
Ja'blat		20^7	1,280,000,000
Alau		20^6	64,000.000
Q'inchil		20^5	3,200,000
Kal'a		20^4	160,000
Chuvy	Chuy	20^3	8,000
Q'o	Omuch'	20^2	400
K'al	Winaq	20^1	20
Nivel de unidades		20^0	1

Ruk'al		20^{-1}	0.05
Ruq'o		20^{-2}	0.0025
ruchuy		20^{-3}	0.000125

Fuente: construcción propia en base a Patal (2010:32)

- **Partículas Numéricas en el Sistema Oral**

Según Patal (2010:37), manifiesta que en los idiomas mayas existen muchas partículas numéricas y términos que se derivan de los numerales, debido a que los numerales aceptan prefijos y derivan palabras. Delo cual cita que: “los números ordinales indican orden: Nab'ey, rukan, rox, rukaj, ruwo', ruwaq, ruwuq, ruwaqxaq. Primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo. Como agrupación de series se representa de la siguiente manera: Jujun de uno en uno, Kaka' de dos en dos, Ox'ox' de tres en tres, Kakaj de cuatro en cuatro, Wotaq de cinco en cinco, Waqtaq de seis en seis y Wuqtaq de siete en siete.” El conteo numérico en el idioma materno posee resonancia en su pronunciación que en la familia maya se practica con hijos e hijas, en los abuelos y abuelas que con mayor frecuencia posee mayor estancia en la casa con sus nietos y nietas.

2.4.4 La filosofía de la Matemática Vigesimal Maya

La matemática maya permite el uso de los elementos de la naturaleza y de la comunidad. El conteo numérico en el idioma materno facilita el aprendizaje porque se posee un contacto directo con los objetos.

Según Matul & Cabrera (1997:186), citan que: “la pareja mujer y hombre se unen en un veinte entrelazado y amoroso del cual surge un nuevo ser humano que representa un nuevo veinte, una nueva categoría matemática llena de esperanza que le aportará el bien a la humanidad y para la gloria de las energías cósmicas”.

Según que para ellos el ser humano y veinte unidades es igual, porque un dedeo representa una unidad de donde 20 unidades simples son 20 dedos, es decir; que el ser humano se representa a través de los dedos de manos y pies. Al respecto Mucía (1996:39) refiere que la matemática se adquiere su aprendizaje a través de la práctica con el uso de las manos y los pies. Por tanto cita que: “las manos y los pies podían ser utilizados como símbolos para cantidades mayores que la unidad, pero había un problema grande, antes de poder utilizarlo, había que esculpir o modelar pequeños pies y pequeñas manos para luego manipularlos, a semejanza del uso de las piedras. Y para anotar la cantidad de veinte, podría utilizarse el amarre de dos manos y dos pies, que a la práctica era difícil”.

- **El Cero Maya**

Según Cabrera (1995:218), exterioriza que el concepto maya del cero no implica ausencia o negación, implica plenitud, categoría llena. Por tanto cita que: “no significa no hay, sino que significa todo está, en donde aparece la categoría cero, queda representado que las cantidades están completas y que debe pasarse al siguiente eslabón o categoría matemática” En la misma línea DIGEBI et al. (2007:172), exhiben que en la historia de la humanidad, los mayas fueron los primeros que hicieron uso del concepto matemático -cero-, por consiguiente del valor relativo de las cifras. Lo cual cita que: “no se sabe con exactitud cuándo lo inventaron, lo cierto es que los mayas ya contaban con un sistema de numeración perfecto, posicional, vigesimal y con el elemento cero, aproximadamente 100 años A. de J.C. casi mil años antes de la invención del cero en la India”.

Según Patal (2010:15), descubre que el elemento cero fue uno de los más importantes que revolucionó la eficacia de los sistemas numéricos, fue la introducción del cero. El autor cita que: “el cero surgió en civilizaciones distintas y en épocas distintas, la primera en América y la segunda en la India. En la India se inventó el cero aproximadamente en 876 d.C. apareció por primera vez

en una obra el Suna Sidauta de autor anónimo, en dicha obra se exponen en forma sencilla las reglas de la numeración decimal y demuestra que el cero es de gran importancia en el cálculo. El sistema indo arábigo con el elemento cero no tuvo una aceptación inmediata, se impuso lentamente en Europa por espacio de más de dos siglos”.

- **La Invención del Cero y la Notación Posicional**

Según Garcés (1995) manifestaba que la concepción, invención y uso del cero por los mayas representa un portentoso adelanto del pensamiento abstracto. El significado esencial y la función del cero maya está determinado por dos factores: el carácter vigesimal de la computación maya y el valor posicional de los números inscritos en una cantidad. Tanto en el sistema vigesimal como en el decimal se hace necesario el cero para que funcione la estructura posicional. Al respecto Matul & Cabrera (2007), exteriorizaba que en América Central, más exactamente en la región de Mesoamérica, mil años antes de Cristo, en el seno de la cultura Maya nace el cero tanto conceptual, como simbólicamente. Por las evidencias históricas se puede deducir que estas dos invenciones matemáticas fueron ajenas para las culturas de la antigua Grecia y Roma. Por tanto Calderón (1996), descubrió que el desarrollo histórico de la Matemática se ha dado dos hechos fundamentales, la invención del cero y la notación posicional según la cual se les asigna valor a los símbolos numéricos. Los historiadores de la matemática consideran que la invención del cero se dio en la India gracias al matemático Brahmagupta en el año 598 d. C., además consideran que este símbolo entró a Europa con los numerales arábigos alrededor del primer milenio de nuestra Era.

Según Salazar (2005:78), cita que: “lo cierto es que los mayas ya contaban con un sistema de numeración perfecto, posicional y con el elemento cero, 300 años a.C., casi 1000 años antes de la invención del cero en la India”. Algunos investigadores creen que no lo inventaron ellos sino lo tomaron de otra gran civilización la Olmeca, se han hallado vestigios de edificaciones de fechas

mayas y de fechas fijadas en las construcciones Olmecas. No se puede hacer una afirmación categórica, por lo que se debe quizás esperar la luz de otros descubrimientos. Dayana & Escobar (2009:10), descubren que los orígenes de la civilización maya son objeto de discrepancias académicas en virtud de las contradictorias interpretaciones de los hallazgos arqueológicos. Por tanto el autor cita que: “los mayas tuvieron el desarrollo más sustentable en el espacio matemático-astronómico de las culturas de América. En relación al sistema numérico la cultura maya descubrió dos ideas fundamentales en matemáticas: el valor posicional y el cero. Solo otra gran cultura de la antigüedad como fue la cultura Hindú llegó a encontrar cerca de trescientos años después que los mayas estos conceptos.” Según Cabrera (1997), ostenta que al representar el cero y asumirlo como concha de molusco, o caracol, se expresa que se ha completado la unidad matemática, el ciclo de 20 unidades se ha completado, por lo tanto, es necesario pasar a una categoría superior. Con esto debe ser claro que el numeral para el cero indica la existencia de una categoría llena, a diferencia del vacío denotado por el numeral en Occidente y sobre esta categoría como base se construye una nueva entidad, pero sin destruir lo anterior.

- **Números cefalomorfos Mayas**

Según Matul & Cabrera (2007), manifestaban que para hacer las representaciones numéricas se usaron, conchas de caracol, puntos, rayas, que constituyen las formas básicas de representación. También se utilizaron figuras en forma de cabezas humanas, o cuerpos humanos completos. Según Calderón (1966:25), cita que: “los mayas utilizaron además de puntos y rayas, una forma más estética de representar los números, mediante glifos en forma de cabeza o cefalomorfos, también glifos en forma de cuerpo entero.” Además indicaba que el maya sólo precisaba recoger un puño de gravillas, cortar una vara, trazar con ella una cuadrícula en el suelo y después romperla en trozos convenientes. Para el maya cada número es sagrado, cada glifo cefalomorfo tiene su significado que expresa alguna relación con la naturaleza. Según

Cabrera & Patal (1995), describieron los rostros de perfil con algunos rasgos característicos para propósitos de su identificación, porque se ignora el significado real para los mayas antiguos.

Cuadro No. 3

El significado de glifos Cefalomorfos por la Enumeración Maya Akateko

Número Maya Akateko	Elemento	
	Cabrera (1995:206)	Patal (2010:22)
Jun Uno	Más de un elemento en la frente	Rostro de perfil de una persona, por los rasgos aparenta ser de una mujer joven. En algunos casos se representa con un dedo.
Kaab' Dos	Tocado en forma de mano o puño y signo SAK (blanco)	Cabeza de hombre con un puño cerrado como tocado.
Oxeb' Tres	Turbante y signo IK	Rostro con un turbante y en la mejilla con frecuencia se encuentra el signo iq', parecido a una T mayúscula.
Kaneb' Cuatro	Ojos cuadrados, diente, lengua saliente hacia atrás y signo KIN (flor)	Tiene un significado muy profundo, una identificación con el sol por los elementos que aparecen en el rostro, una flor con cuatro pétalos.
Juheb' Cinco	Símbolo TUN (año) sobre la cabeza	Es el rostro de una persona anciana con arrugas.
Wajeb' Seis	Ojo con cruz como hacha	Rostro que tiene como elemento característico un ojo con dos signos cruzados parecido a una X.
Jujeb' Siete	Tira que pasa de la frente a la oreja por debajo del ojo	Cabeza con un trazo grueso que rodea el ojo.
Waxajeb' Ocho	Sólo un adorno en la frente	Se le identifica con el dios del maíz con una espiral sobre la frente.
B'aloneb' Nueve	Circulo de puntos en la mejilla, a veces barba. Signo YAX(primer)	Rostro que se caracteriza por los puntos alrededor de la boca, además tiene un elemento sobre la frente, que es el

		elemento yax.
Lahoneb' Diez	Hueso descarnado de mandíbula	Un cráneo humano, nótese la mandíbula descarnada.
Jusluk'eb' Once	Signo Cabán	Rostro con un elemento sobre la frente, que se identifica con el elemento caban, parecido a un signo de interrogación.
Lakaweb' Doce	Coronado o tatuado con el glifo cielo	Rostro parecido al número ka'i', se diferencia en el tocado en la cabeza.
Oxlajoneb' Trece	Mandíbula descarnada. Nariz muy ganchuda. Ojo con lengüeta. Colmillo y turbante IK	Es parecido al número oxi' con una variante. Nótese que las variantes con rostros de perfil, tienen características propias hasta el numeral trece, debido a la importancia religiosa y astronómica del significado de este número.
Kanlajoneb' Catroce	Mandíbula descarnada. Ojos del cuatro	Es parecido al número kaji' con la diferencia de la mandíbula descarnada.
Jolanoneb' Quince	Mandíbula descarnada. Turbante del símbolo TUN	Es parecido al número wo'o', con la diferencia de la mandíbula descarnada.
Wajlajoneb' Dieciséis	Mandíbula descarnada. Ojo con cruz	Es similar al número waqi' con la diferencia de la mandíbula descarnada.
Jujlajoneb' Diecisiete	Mandíbula descarnada. Tira bajo el ojo	Similar al número wuqu', con la diferencia de la mandíbula descarnada.
Waxajlahoneb' Dieciocho	Mandíbula descarnada. Un adorno en la frente	Es parecido al número waqxaqi', con la diferencia de la mandíbula descarnada.
B'alonlaoneb' Diecinueve	Símbolo del nueve	Es similar al número belele' con la diferencia de que tiene la mandíbula descarnada.
Cero K'am	Lleva la mano en la barbilla	Es uno de los signos que representa el elemento cero, su característica es una mano en la quijada.

Fuente: construcción propia en base a Cabrera (1995:206) & Patal (2010:22)

2.5 Ciencia Algorítmica del Sistema Matemático Vigesimal Maya

El aprendizaje de la Ciencia Algorítmica del Sistema Matemático Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica con papel y lápiz en mano, con la aplicación de técnicas, métodos y procedimientos didácticos.

2.5.1 Didáctica de la Matemática

En tanto Roncal & Cabrera (2000:5), en su didáctica de la Matemática enlista los principios del aprendizaje de las matemáticas muy interesantes para facilitar el aprendizaje de la ciencia de las matemáticas como:

- La memoria no basta para la matemática, es necesaria la comprensión; la repetición de ejercicios es buena, si y solo si los estudiantes saben lo que están arraigándose.
- Que el aprendizaje de la matemática tenga significación y los problemas no se resuelven con recetas algoritmos.
- El aprendizaje de los contenidos de la matemática debe ser agradable, lúdica, que tienen secuencia; un aprendizaje se basa en lo anterior y no se logra si entra a otro tema sólo por cumplir con el programa.

En tanto según Roncal & Cabrera (2000:6), cita que: “la matemática se enseña primero a través de la práctica y luego en la teoría, es decir, primero se utilizan objetos para realizar las operaciones, luego se estudian los símbolos y por último se pasa a representar las operaciones con símbolos”. Para enseñar la matemática se debe principiar al niño, en contacto con los objetos manipulables (piedras, palos, frutas, hojas, lápices, etc.). Con estos objetos se realizan las operaciones: contar, unir, separar, agregar, quitar, repartir, etc. Según Roncal & Cabrera (2000:12), hace mención que: “el aprendizaje de la matemática debe ser relacionado con el desarrollo del pensamiento lógico del niño”.

Sumar, es una palabra que no tiene ningún significado para él estudiante. Hacer varias sumas, por más que se repitan, tampoco tiene ningún sentido. Esto quiere decir, que para el aprendizaje de la matemática, es necesario recurrir a lo concreto, lo que el niño pueda tocar, mover, sentir; lo que él conozca, que

tenga sentido, porque su pensamiento se encuentra en una fase de desarrollo que requiere de actividades para su comprensión. Roncal & Cabrera (2000:14), citan que: “que los estudiantes deben saber con claridad qué significan las operaciones (sumar, restar, multiplicar, dividir, unir, intersectar, etc.) y no sólo resolverlas mecánicamente”. No importa la operación matemática que se resuelve, los estudiantes deben saber con claridad de qué se trata, sobre todo el para qué sirve y en dónde se puede aplicar. Resolver mecánicamente es sólo aplicar recetas y la matemática es razonamiento. Por tanto Roncal & Cabrera (2000:19), citan que “tradicionalmente la enseñanza de la matemática se entendía como el aprendizaje de la memorización de los números”.

La naturaleza de la matemática consiste en enseñar a expresar las realidades circundantes, es decir; un lenguaje con un modo de pensar, para lo cual se hace necesario el dominio de por lo menos: los objetivos, las tendencias, las metodologías y los materiales didácticos necesarios para la enseñanza de esta disciplina. El aprendizaje de la matemática debe partir de lo más sencillo a lo más complejo, se facilita a través de la práctica y luego a la teoría, es decir; se manipulan los objetos con juegos didácticos, se estudian los símbolos y por último se pasa a representar las operaciones con símbolos. En el mismo sentido DIGEBI et al. (2007:189), testifican que: “las ideas matemáticas son ideas para seguir se crean más ideas, por lo tanto debe ser un ejercicio activo e interactivo, de la realidad a la abstracción, de los objetos a las ideas y de los sujetos a la interacción y comunicación”.

2.5.2 Instrumentación Tecnológica de la Matemática

El sistema de numeración Maya se desarrolla en base a tres signos diferentes, es fácil de aprender y útil para representar cualquier cantidad que pueda imaginar la mente humana.

Según Roncal & Cabrera (2000:38), citan que: “para realizar sus cálculos científicos, los abuelos y abuelas mayas usaron básicamente dos formas de representación numérica tales como: **la forma escrita** que es común en estelas

y códigos y **el cuadrículado de cómputo** que es auxiliado de palillos, frijoles y conchas, es un instrumento de cálculo que simplifican las operaciones. Al respecto Roncal & Cabrera (2000:50), citan que: “el sistema de medidas se da en la construcción de templos y ciudades, es la evidencia más elocuente de la existencia de un sistema Maya de medidas de longitud, área y volumen”. Por la naturaleza vigesimal del sistema de numeración Maya, es altamente probable que la medida original de K’an sea de veinte brazadas promedio o Sap, lo cual coincide mucho con las 40 varas del sistema difundido actualmente. El K’an reconocido como la cuerda, es uno de los bases como términos que sigue vigente en la mayoría de comunidades mayas.

2.5.3 Operaciones Aritméticas en el Sistema de Numeración Maya

Según Roncal & Cabrera (2000:38), manifestaban que los procedimientos que se utilizan para resolver Aritmética Vigesimal Maya son fáciles para su aprendizaje.

Por tanto cita que: “como se imitó el uso de la trama de POP -el petate-, este tablero o cuadrículado de cómputo, auxiliado de frijoles, palillos y conchas, facilitó grandemente el trabajo del cálculo en materia científica”. El tablero o en cualquier superficie plana facilita su elaboración, cada fila es un nivel para las cantidades y cada columna sirve para representar las cantidades. En la misma línea Calderón (1966), describe que las cuatro operaciones de la aritmética, además de la raíz cuadrada y cúbica son didácticas, el único inconveniente es que no indica las fuentes que utilizó, se propone al lector consultar el libro y hacer sus propias conclusiones. Lo cual cita que: “los mayas efectuaban sumas y multiplicaciones, se dio uso de semillas de maíz o frijol, pedacitos de varitas de madera que tomaban del bosque y trazaban una cuadrícula en el suelo”. Según Calderón (1966), exterioriza que los mayas efectuaban la multiplicación a lo largo del margen izquierdo y del margen superior del tablero se colocan los marcadores correspondientes a los dos factores, de tal forma que las posiciones de mayor rango queden más cerca de la esquina superior izquierda.

En caso de que alguno de los números tenga más cifras, se deja un espacio vacío (cero) por cada cifra faltante en el número con menos cifras, luego se llena cada casilla con el producto parcial de los guarismos correspondientes a cada fila y su respectiva columna. DIGEBI et al. (2007:205), manifiestan los procedimientos Aritméticas que usaba el pueblo maya en sus cálculos. Por tanto la **Suma o adición**: consiste en agrupar los numerales de los sumandos de las casillas de la derecha, en la columna de la izquierda, respetando las reglas de escritura. **Resta o sustracción**: significa quitar una cantidad de otra. Es la operación inversa de la adición, el movimiento que se sigue es de izquierda a derecha. **Multiplicaciones por múltiplos de veinte**: si escribimos un número cualquiera y luego lo subimos a una posición inmediata superior esta cantidad quedará multiplicada automáticamente por veinte, por cuatrocientos o por ocho mil, depende de las posiciones que se escalen y la **División entre potencias de base veinte**: para dividir una cantidad cualquiera entre una potencia de base veinte, contamos los ceros de la potencia de base veinte del divisor y bajamos el dividendo a los niveles inferiores, hasta la posición indicada.

Según Patal (2010), exteriorizaba que no se tienen documentos ni constancias de los procedimientos aritméticos que empleaban los antiguos mayas, solamente se tienen los resultados de enormes cálculos matemáticos registrados en estelas de piedra y en los códices. Los signos de las cuatro operaciones básicas se representan por flechas, en distintas direcciones. **Suma o adición**: se colocan las cantidades en casillas sobre una superficie plana, se puede emplear granos de maíz y palillos. **Resta o sustracción**: es la operación inversa de la adición, el movimiento que se sigue es de izquierda a derecha. **Multiplicación entre potencias de base veinte**: en el resultado se juntan más de cuatro barras y cinco o más puntos; se debe reconstruir la escritura correcta, se siguen las reglas de la escritura de los numerales mayas. Cuatro barras se convierten en un punto en la posición superior y cinco puntos se convierten en una barra en la misma posición y la **División entre potencias de base veinte**: para dividir una cantidad cualquiera entre una potencia de base veinte, se

cuentan los ceros de la potencia de base veinte que es el divisor y se baja el dividendo a los niveles inferiores, hasta la posición indicada.

- **¿Existen fracciones vigesimales?**

Según Patal (2010:39), manifiesta que no hay evidencia escrita de fracciones vigesimales, sin embargo en el lenguaje hablado hay términos que denotan fracciones vigesimales, por ejemplo: rulaj, este término significa décimo como número ordinal. Por tanto cita que: “los mayas no utilizaban fracciones vigesimales para el registro de fechas. Seguramente sabían que las fracciones vigesimales pueden ser finitas e infinitas, que sí las utilizaban en otras situaciones”.

Es posible que se haya dejado de usar fracciones vigesimales por mucho tiempo, con una lógica rigurosa y por extensión se reconstruye el sistema. Para separar los números enteros de los vigesimales, se propone el uso de dos líneas horizontales. El aprendizaje de la misma se adquirirá a través de los procedimientos que se te explicará a continuación. Para sumar el $4,358.987654 + 3,456.897654 = 7,815.885308$ del sistema decimal, en el sistema vigesimal maya se escribe.



















Cuadro No. 4
La práctica Aritmética de enteros y fraccionarios en el Sistema Vigesimal Maya

Procedimientos	
<i>Dividendo 4,358 ÷ Divisor 400 = Cociente 10 Residuo 358</i>	<i>Dividendo 3,456 ÷ 400 = 8 Residuo 256</i>
<i>Dividendo 4,358 ÷ Divisor 20 = Cociente 217 Residuo 18</i>	<i>Dividendo 3,456 ÷ 20 = 172 Residuo 16</i>
<i>Dividendo 358 ÷ Divisor 20 = Cociente 17 Residuo 18</i>	<i>Dividendo 256 ÷ 20 = 12 Residuo 16</i>
<i>Dividendo 217 ÷ Divisor 20 = Cociente 10 Residuo 17</i>	<i>Dividendo 172 ÷ 20 = 8 Residuo 12</i>
<i>Dividendo 18 ÷ Divisor 1 = Cociente 18 Residuo 0</i>	<i>Dividendo 16 ÷ 1 = 16 Residuo 0</i>
<i>Dividendo 10 ÷ Divisor 20 = Cociente 0 Residuo 10</i>	<i>Dividendo 8 ÷ 20 = 0 Residuo 8</i>
<i>Dividendo 0.987654 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 19.75308</i>	<i>Dividendo 0.897654 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 17.95308</i>
<i>Dividendo 0.75308 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 15.0616</i>	<i>Dividendo 0.95308 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 19.0616</i>
<i>Dividendo 0.0616 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 1.232</i>	<i>Dividendo 0.0616 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 1.232</i>
<i>Dividendo 0.232 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 4.64</i>	<i>Dividendo 0.232 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 4.64</i>
<i>Dividendo 0.64 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 12.8</i>	<i>Dividendo 0.64 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 12.8</i>
<i>Dividendo 0.8 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 16</i>	<i>Dividendo 0.8 ÷ Divisor 0.05 = Cociente 16</i>

Fuente: construcción propia en base a Patal (2010:39)

Cuadro No. 5
Conversión Sistema Decimal a Sistema Maya.

$$4,358.987654 + 3,456.897654 = 7,815.885308$$

Maya	Suma total Sistema Maya	X^2 por E/N	Fracción $\frac{x}{y^2}$ Por Escala o Nivel	Operación del 1er. sumando en Decimal Desarrollada y Notación Científica por Escala o Nivel
		20^2	$\frac{1}{20^{-2}} \frac{1}{0.0025} \frac{1}{2.5 \times 10^{-3}}$	$10 \times 400 = 4,000$ $1 \times 10^1 * 4 \times 10^2 = 4 \times 10^3$
		20^1	$\frac{1}{20^{-1}} \frac{1}{0.05} \frac{1}{5 \times 10^{-2}}$	$17 \times 20 = 340$ $1.7 \times 10^1 * 2 \times 10^1 = 3.4 \times 10^2$
		20^0	$\frac{1}{20^0} \frac{1}{1} \frac{1}{1 \times 10^0}$	$18 \times 1 = 18$ $1.8 \times 10^1 * 1 \times 10^0 = 1.8 \times 10^1$
		20^{-1}	$\frac{1}{20^1} \frac{1}{20} \frac{1}{2 \times 10^1}$	$19 \times 0.05 = 0.95$ $1.9 \times 10^1 * 5 \times 10^{-2} = 9.5 \times 10^{-1}$
		20^{-2}	$\frac{1}{20^2} \frac{1}{400} \frac{1}{4 \times 10^2}$	$15 \times 0.0025 = 0.0375$ $1.5 \times 10^1 * 2.5 \times 10^{-3} = 3.75 \times 10^{-2}$
		20^{-3}	$\frac{1}{20^3} \frac{1}{8,000} \frac{1}{8 \times 10^3}$	$1 \times 0.000125 = 0.000125$ $1 \times 10^0 * 1.25 \times 10^{-4} = 1.25 \times 10^{-4}$
		20^{-4}	$\frac{1}{20^4} \frac{1}{160,000} \frac{1}{1.6 \times 10^5}$	$4 \times 0.0000625 = 0.000025$ $4 \times 10^0 * 6.25 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-5}$
		20^{-5}	$\frac{1}{20^5} \frac{1}{3,200,000} \frac{1}{3.2 \times 10^6}$	$12 \times 0.000003125 = 0.0000375$ $1.2 \times 10^1 * 3.125 \times 10^{-7} = 3.75 \times 10^{-6}$
		20^{-6}	$\frac{1}{20^6} \frac{1}{64,000,000} \frac{1}{6.4 \times 10^7}$	$16 \times 0.00000015625 = 0.0000025$ $1.6 \times 10^1 * 1.5625 \times 10^{-8} = 2.5 \times 10^{-7}$
				Total 4,358.987654

Operación del 2do. sumando en Decimal Desarrollada y Notación Científica por Escala o Nivel	Operación Matemática en Decimal Desarrollada y Notación Científica la Suma Total
$8 \times 400 = 3,200$ $8 \times 10^0 * 4 \times 10^2 = 3.2 \times 10^3$	$19 \times 400 = 7,600$ $1.9 \times 10^1 * 4 \times 10^2 = 7.6 \times 10^3$
$12 \times 20 = 240$ $1.2 \times 10^1 * 2 \times 10^1 = 2.4 \times 10^2$	$10 \times 20 = 200$ $1 \times 10^1 * 2 \times 10^1 = 2 \times 10^2$
$16 \times 1 = 16$ $1.6 \times 10^1 * 1 \times 10^0 = 1.6 \times 10^1$	$15 \times 1 = 15$ $1.5 \times 10^1 * 1 \times 10^0 = 1.5 \times 10^1$
$17 \times 0.05 = 0.85$ $1.7 \times 10^1 * 5 \times 10^{-2} = 8.5 \times 10^{-1}$	$17 \times 0.05 = 0.85$ $1.7 \times 10^1 * 5 \times 10^{-2} = 8.5 \times 10^{-1}$
$19 \times 0.0025 = 0.0475$ $1.9 \times 10^1 * 2.5 \times 10^{-3} = 4.75 \times 10^{-2}$	$14 \times 0.0025 = 0.035$ $1.4 \times 10^1 * 2.5 \times 10^{-3} = 3.5 \times 10^{-2}$
$1 \times 0.000125 = 0.000125$ $1 \times 10^0 * 1.25 \times 10^{-4} = 1.25 \times 10^{-4}$	$2 \times 0.000125 = 0.00025$ $2 \times 10^0 * 1.25 \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$
$4 \times 0.00000625 = 0.000025$ $4 \times 10^0 * 6.25 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-5}$	$9 \times 0.00000625 = 0.00005625$ $9 \times 10^0 * 6.25 \times 10^{-6} = 5.625 \times 10^{-5}$
$12 \times 0.000003125 = 0.0000375$ $1.2 \times 10^1 * 3.125 \times 10^{-7} = 3.75 \times 10^{-6}$	$5 \times 0.000003125 = 0.000015625$ $5 \times 10^0 * 3.125 \times 10^{-7} = 1.5625 \times 10^{-6}$
$16 \times 0.00000015625 = 0.0000025$ $1.6 \times 10^1 * 1.5625 \times 10^{-8} = 2.5 \times 10^{-7}$	$12 \times 0.00000015625 = 0.000001875$ $1.2 \times 10^1 * 1.5625 \times 10^{-8} = 1.875 \times 10^{-7}$
Total 3,456.897654	Total general 7,815.885308

Fuente: construcción propia en base a Patal (2010:39)

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados giran en torno a las dos variables definidas de acuerdo a los objetivos específicos de este estudio:

✓ **El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya**

Los seres humanos aprendemos todo el tiempo, por tanto; el aprendizaje es la capacidad de hacer o rehacer los propios conocimientos desde los sentidos y potencialidades del estudiante. De esa cuenta, aprender Matemática Vigesimal Maya es un proceso interno, propio de cada estudiante; dicho proceso se da en la medida en que el docente –en el caso de la escuela-, organice y facilite las experiencias necesarias.

✓ **Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya**

Los materiales didácticos se refieren a todos aquellos materiales que refuerzan la acción del docente para desarrollar su actividad en el aula. Los Materiales Didácticos paratextuales son todos aquellos materiales propios de la comunidad y naturaleza. Los Materiales Didácticos textuales, son todos aquellos objetos, libros o instrumentos que utiliza el docente para desarrollar su enseñanza y estimular el aprendizaje de los estudiantes. La práctica del Sistema Matemático Vigesimal Maya fortalece el aprendizaje de la Aritmética en su idioma materno del estudiante.

Las Técnicas e Instrumentos que fueron aplicados en el trabajo de campo para poder desarrollar las dos variables en el estudio son los siguientes:

- **Entrevista no estructurada y una guía de entrevista:** el planteamiento de preguntas fue abierta con libertad de expresión de la persona entrevistada. Esta entrevista se utilizó en los dos Variables con: catedráticos, autoridades educativas y estudiantes de Cuarto Bachillerato. La entrevista realizada a catedráticos, estudiantes fueron corteses en contestar las preguntas y mientras que las autoridades educativas dificultó porque dos de ellos andaban de comisión para trámites administrativos que después se les hizo llegar el instrumento.
- **Entrevista estructurada y una guía de entrevista estructurada:** esta entrevista se aplicó en los dos Variables con: catedráticos, autoridades educativas, estudiantes de Cuarto Bachillerato, padres de familia y autoridades comunitarias líderes/as. La entrevista realizada con padres de familia y autoridades comunitarias dificultó realizarlo porque la mayoría de ellos se dedicaban a la actividad agrícola que no se encontraban en casa y se tuvo que esperarlos para poder realizar la entrevista.
- **Observación directa y una guía de observación directa:** esta técnica se utilizó en los Variables; el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya. La observación se realizó únicamente con el catedrático y sus estudiantes a su cargo, donde facilitaba sumas y restas de Aritmética Vigesimal Maya. Durante el desarrollo de sus clases utilizó materiales manipulables propios de la comunidad y naturaleza. En los estudiantes se observaba curiosidad e interés en el manipuleo de los materiales didácticos.
- **Conversación formal y su Instrumento guía:** con esta técnica se obtuvo informaciones relevantes del Subdirector Departamental de Educación como Autoridad Educativa Estatal del municipio, de los Variables: el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya.- Se realizó la conversación directa y formal al Subdirector

Departamental de Educación porque es la máxima autoridad educativa del municipio que conoce la realidad de la Escuela Normal de Xalbal y de centros educativos públicos y privados.

A continuación se describen los hallazgos más relevantes de acuerdo al orden en que se plantearon las variables:

3.1 El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

De este primer Variable, se llegó a determinar el aprendizaje del estudiante en el área de la Matemática Vigesimal Maya. Se adquirió un porcentaje satisfactorio de promoción de parte de los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. Se obtuvo respuestas relevantes para la comprensión y conocimiento de la Variable sobre el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya de los siguientes hallazgos.

3.1.1 Aplicación de Juegos Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

Una de las preguntas directas que se plantearon fue: ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? La pregunta está dirigida para conocer si el docente aplica o hace uso de los juegos didácticos, como medio para ayudar a facilitar el proceso de aprendizaje de la matemática maya en los estudiantes. Se entrevistó además de los estudiantes, también a los padres de familia, autoridades educativas y comunitarias. La siguiente tabla muestra los resultados o respuestas que dieron al respecto:

Tabla No. 1
Aplicación de los juegos didácticos para el aprendizaje de la matemática
vigesimal Maya por los docentes
Entrevista a autoridades educativas, estudiantes, padres de familia y
autoridades comunitarias
15 de octubre 2014

Pregunta Sujetos	¿Aplica el docente los juegos didácticos para el aprendizaje de la matemática vigesimal maya?	
	SI	NO
Autoridades educativas	25 %	75 %
Estudiantes	30 %	70 %
Padres de familia	25 %	75 %
Autoridades comunitarias	20 %	80 %
Promedio	25 %	75 %

Fuente: Elaboración propia, con base a los datos obtenidos al aplicar los instrumentos de investigación. Año 2014.

La tabla No.1 muestra que el 25% de autoridades educativas, 30% de estudiantes, 25% padres de familia y 20% de autoridades comunitarias manifestaron que en la mayoría de los docentes que laboran en los centros educativos del nivel primario, básico y diversificado SI hacen uso o aplican de buena forma los juegos didácticos para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya de acuerdo a los contenidos y respectivamente el grado escolar, respetando también el tiempo de acuerdo a los periodos de clase. Sin embargo llama la atención en la tabla No. 1 donde se señala el NO, con el 80% de autoridades comunitarias, 75% de autoridades educativas, padres de familia y 70% estudiantes afirmaron que en la mayoría de los docentes que laboran en el campo educativo no orientan la aplicación de los juegos didácticos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Lo interesante de la Tabla, es que el 80% que dijeron que no, representa a las autoridades comunitarias, quienes manifestaron que los docentes no aplican los juegos didácticos, porque no tienen el dominio de aplicación en el estudio de los contenidos de la Matemática

Vigesimal Maya, Y al indagar ese alto porcentaje de los demás sujetos que también dijeron que no, resulta que uno de los argumentos de sus respuestas indican que mucho de los docentes se prestan a la improvisación de las clases, la falta de planificación y el desconocimiento de los juegos didácticos en una clase.

3.1.2 Talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

Otra de las preguntas que arrojó respuestas de interés en el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya a través de talleres pedagógicas: ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? al consultar sobre la importancia de participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, del total de catedráticos, el 50% manifestaron que el aprendizaje se adquiere a través de la participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya como sabiduría propia de la Cultura Maya. El aprendizaje es continuo, que se adquiere a través de la participación en talleres educativos, entre docentes y estudiantes para el mayor porcentaje de promoción. En tanto que el otro 25% de catedráticos afirmaron que el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, es adquirido a través de talleres educativos que se llevan a cabo en la Escuela Normal con estudiantes. En la misma línea el 25% de catedráticos afirmaban que a través de la participación en talleres educativos organizados por Instituciones no gubernamentales, se conoció nuevas técnicas de cómo facilitar la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes.

Después de haber consultado sobre la importancia de participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya para evitar el mayor porcentaje de repitentes de estudiantes, del total de autoridades educativas, el 75% afirmaron que a través de la participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya; de ello se asimila nuevas experiencias para

compartir con estudiantes y familia. En tanto que el otro 25% de autoridades educativas manifestaron que es de vital importancia para cada catedrático de impulsar la participación en talleres sobre el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, para especializarse en el área; para que luego tenga las técnicas adecuadas para compartir sus experiencias con catedráticos y estudiantes que tienen la noción de querer aprender la Matemática Vigesimal Maya.

Del total de estudiantes entrevistados, el 50% manifestaron que a través de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se llega a conocer la enumeración matemática de uno a trece, luego a veintena que posee gran apogeo por su aplicación en el Calendario Cholq'ij o Sagrado y en el Calendario Ab' o Solar, Civil o Agrícola. En tanto que el otro 30% de estudiantes afirmaron que a través de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, facilita resolver operaciones de conversiones aritméticas; que de alguna manera se comparte a segundas personas como amigos, parientes e hijos a padres. En la misma línea el 20% de estudiantes expresaron que los talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, enriquece la Aritmética para su fortalecimiento en las futuras generaciones.

Al consultar sobre la importancia de participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, del total de padres de familia, el 38% afirmaron que a través de los talleres que planificaban los catedráticos en el centro educativo con los hijos e hijas como estudiantes, adquieren aprendizajes significativas sobre el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido; que de alguna manera estas experiencias serán fortalecidas a través de técnicas con las futuras generaciones. En tanto que el otro 34% de padres de familia manifestaron que la participación en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, enriquece los conocimientos para compartir con hijos e hijas que estudian en el nivel primario y secundario sobre la Aritmética Vigesimal Maya, de alguna manera esta riqueza de los ancestros se identifica

ante otras culturas o pueblos. En la misma línea el 28% de padres de familia indicaron que a través de los talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se llega a un interaprendizaje de conocimientos sobre la Aritmética Vigesimal Maya, que antepasados mayas dejaron escritos sus sabidurías en los códices y estelas.

Del total de autoridades comunitarias entrevistadas, el 44% afirmaron que la implementación de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya; enriquece conocimientos, experiencias y técnicas que ayudan a facilitar el aprendizaje de los hijos e hijas como estudiantes que con mayor tiempo permanecen en las aulas con sus catedráticos. En tanto que el otro 40% de autoridades comunitarias manifestaron que la Matemática Maya está presente en los símbolos que se utilizan para hacer la Aritmética Vigesimal Maya, se fortalece a través de la práctica en los hijos e hijas y la implementan de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido en los centros educativos por directores y catedráticos. En la misma línea el 16% de autoridades comunitarias afirmaron que a través de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se fortalece la Aritmética Vigesimal Maya, que posee mayor auge su aplicación en las actividades cotidianas del ser humano.

A través de la participación en talleres de aprendizaje, se comparten experiencias constructivas que facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, enriquecedora para un agente de cambio. De los talleres se llegó a enriquecer los aprendizajes anteriores que mutuamente se resuelven las dudas. A través de la gráfica que aparece abajo se concibe a sectores entrevistados que informan sobre la participación en talleres que impulsan los catedráticos sobre el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

El estudiante apreciará nociones matemáticas de conversiones, de obtener el volumen de Prismas rectangulares paralelos entre sí. Volumen del prisma rectangular igual: área de la base por altura $V = l^2 \times h$. El estudiante aprecia

figuras de prismas rectangulares, como cajas de cartón de zapatos, huevos, jabón y reglas que se utilizan para la construcción de muebles.

Al consultar en las entrevistas, sobre la participación de los estudiantes en los talleres de aprendizaje garantiza el conocimiento y entendimiento de la matemática Vigesimal Maya el 25% de catedráticos detalló que el aprendizaje se adquiere a través de la participación voluntaria en talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y las experiencias se fortalecen a través de la práctica con estudiantes y compañeros de labores del centro educativo. En tanto que el 75% de las autoridades educativas indicaron que a través de la participación en talleres pedagógicos de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya es hacer y fortalecer la resonancia Matemática, como área fácil, dinámico y lúdico. Por tanto cada catedrático debe especializarse en el área para adquirir, compartir las experiencias entre catedráticos y estudiantes.

La respuesta de los estudiantes porcentualmente dijeron el 50% de ellos manifestaron, que por obligación se debe participar en talleres pedagógicos de Matemática Vigesimal Maya, para facilitar el aprendizaje de la Aritmética Vigesimal Maya a segundas personas con quien se convive cotidianamente y a jóvenes como futuras generaciones. Y la respuesta del 28 % los padres de familia detallaron que las experiencias se adquieren a través de los talleres educativos de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, que planifica el director con sus catedráticos para la práctica con estudiantes y compañeros de labores. Las autoridades comunitarias en un 40% manifestó que la Matemática Maya está presente en los símbolos que se utilizan para hacer la Aritmética Vigesimal Maya, se fortalece su práctica en los hijos e hijas como estudiantes, a través de la implementación de talleres de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en los centros educativos por directores y catedráticos.

3.1.3 Deficiencia ante la falta de contenidos de la Matemática Vigesimal Maya

Otra pregunta que se les hizo a catedráticos, autoridades educativas y estudiantes en torno a la variable fue: ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? del total de catedráticos, el 50% manifestaron que catedráticos de la Escuela Normal carecen de contenidos para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en los estudiantes. El facilitador del Área de Matemática Maya con sus propios recursos económicos se ha comprado materiales didácticos para desglosar sus contenidos a desarrollar para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con sus estudiantes durante el Ciclo Escolar. En tanto que el otro 25% de catedráticos expresaron que contenidos textuales para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se desarrollaban contenidos descontextualizados, los contenidos desarrollados a estudiantes han sido adecuados al contexto, de esta manera los estudiantes de la Carrera de Bachillerato asimilan eficientemente los contenidos de Matemática Vigesimal Maya.

En la misma línea el 25% de catedráticos exteriorizaban que ante los contenidos textuales descontextualizados se ha aplicado ejemplos y ejercicios de conversiones Aritméticas Vigesimal Maya relacionados al medio, se han buscado textos bibliográficos y espacios virtuales a las web apropiadas al contexto como: Matemática Vigesimal Maya de Mucía (1996), el contador de los granos de maíz de Patal (1998), Material de Capacitación sobre Matemática Maya y Estándares Educativos Nacionales (2007) DIGEBI-MINEDUC consultoría de Etnomatemática de Matemática Maya Capítulo 2 Geometría (Aldana), elaboración de Prototipo del texto Matemáticas (Maya y Universal) de Cuarto Magisterio Nivel Infantil de las Escuelas Normales Bilingües Interculturales de Patal (2010), así mismo se ha adquirido el apoyo de ancianos

de la comunidad para compartir sus conocimientos y experiencias relacionadas al aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Después de consultar sobre las limitaciones ante los materiales didácticos textuales para desarrollar sus contenidos de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, del total de autoridades educativas, el 50% manifestaron que se han usado textos bibliográficos de contenidos que poseen el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya editados por la Dirección General de Educación Bilingüe - DIGEBI- y Academia de Lenguas Mayas de Guatemala -ALMG- del nivel primario. En la misma línea el 50% de autoridades educativas, exteriorizaron que materiales didácticos textuales están descontextualizados porque los contenidos de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya no se relacionan con el idioma materno de los estudiantes quienes son multilingües donde se hablan variedades de idiomas mayas como: Akateko, Q'anjob'al, Mam, Chuj, Popti', Q'eqchi u otros, también se afirmaba que en el idioma maya Q'eqchi' existen algunos materiales didácticos textuales contextualizados de contenidos que poseen el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, etnia que es minoritaria en la Escuela Normal, objeto de investigación.

Después de haber consultado sobre la deficiencia que provoca la falta de contenidos para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, del total de estudiantes, el 50% afirmaron que la Escuela Normal cuenta con una mini biblioteca de libros textuales que el Ministerio de Educación ha dotado para su lectura y de Matemática Universal. Los materiales didácticos textuales para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido, se da su deficiencia en la asimilación por los siguientes casos: temas que no se adecúan al medio o contexto, la descontextualización de contenidos en centros educativos bilingües y multilingües, utilización de materiales textuales escritos en idioma español y no en idioma maya/español, falta de materiales didácticos textuales en EBI en los centros educativos, docentes que imparten clases en escuelas Bilingües y Multilingües es monolingüe, el Ministerio de Educación no

selecciona al personal adecuado para que labore en las Escuelas multilingües para facilitar la EBI, existen estudiantes castellanohablantes no indígenas, se da poca importancia en el uso de los materiales didácticos paratextuales propios de las comunidades y naturaleza para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, de esta manera no se valora la cultura maya. En tanto que el otro 30% de estudiantes especificaba que el Ministerio de Educación ha distribuido materiales didácticos textuales en los diferentes centros educativos del municipio, que en su mayoría no abastece porque la matrícula de estudiantes aumenta en cada ciclo escolar. En la misma línea de estudiantes el 20% indicaban que los materiales didácticos textuales que se usan en la enseñanza de contenidos de numeración vigesimal deben ser editados en los idiomas mayas de la comunidad (Akateko, Mam, Popti', Q'anjob'al, Chuj y K'iche') y en idioma español, de esta forma los contenidos serán bien asimilados y el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya será eficaz.

Una mini biblioteca está compuesta menos de quinientos libros, es decir que no está equipada, faltan libros textuales como materiales didácticos de información bibliográfica de diferentes temáticas y autores. La biblioteca de la Escuela Normal posee escasos de materiales didácticos textuales que puedan facilitar el proceso de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y sus contenidos, del sistema decimal a vigesimal o por su viceversa. Para obtener libros de textos para estudiantes y catedráticos, se debe gestionar o elaborar proyectos a instituciones no gubernamentales; para que proporcionen sus patrimonios a beneficio de la comunidad educativa.

Se conversó con el Subdirector Departamental de Educación de la cabecera municipal de Ixcán, sobre las limitaciones que provoca la falta de contenidos para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en los estudiantes matriculados de los centros educativos privados y públicos. Afirmaba que solo se poseen materiales didácticos de guía de aprendizaje del idioma maya

Q'eqchi que facilita la ejercitación de ejercicios y que de otros idiomas mayas no se tiene al alcance porque hace falta personal capacitados para el área, recursos económicos u otros factores que impiden su acceso. En la misma línea el Subdirector Departamental de Educación manifestaba, en el municipio no se cuenta con textos bilingües porque autores que editan libros no conocen el contexto de la población. También se debe tomar en cuenta que a veces los docentes que facilitan el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya no le dan importancia a la investigación documental, sólo se acomodan con los documentos que tienen a su alcance.

Si se habla de problemas en educación todos se culpan unos entre otros y todos esperan de otros. Se plasman propuestas sin ejecución para alcanzar metas a corto, mediano y largo plazo de un proyecto educativo; hay que planificarlo con tiempo definido. Los instrumentos de investigación: cuestionario a catedráticos, autoridades educativas, estudiantes y conversación directa con el Subdirector Departamental de Educación. La población entrevistada representa el 32%.

3.1.4 El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya a través de sus Operaciones Aritméticas

Para cerrar las preguntas sobre la primera variable: ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? el 75% de catedráticos, autoridades educativas y el 60% de estudiantes afirmaron: el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica continua de sus operaciones Aritméticas, el uso correcto de las reglas de despeje de ecuaciones matemáticas vigesimales en la adición, sustracción, multiplicación y división.

El 40% de estudiantes, el 25% de catedráticos y autoridades educativas afirmaron que catedráticos que imparten cursos de Matemática Vigesimal Maya se han auxiliado en el uso de los materiales didácticos paratextuales propios de

la comunidad/naturaleza para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya de sus operaciones Aritméticas. También se afirmaba que en la Escuela Normal con estudiantes de la Carrera de Bachillerato, se ha enviado como tarea de aprendizaje la elaboración de Tableros y sus elementos, con muebles u objetos de reciclajes. Con los materiales didácticos antes en mención se utilizaban para operar ecuaciones de la Aritmética Vigesimal Maya con estudiantes para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. La población entrevistada representa el 32%. Los instrumentos de investigación: cuestionario para catedráticos, autoridades educativas y estudiantes.

A través de los materiales didácticos textuales se obtiene el desarrollo de los contenidos y la práctica eficiente de las operaciones Aritméticas que facilita el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

3.2 Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya

De esta segunda Variable se determinó la importancia que poseen los Materiales Didácticos en el Sistema Matemático Vigesimal Maya, que de alguna manera facilita el aprendizaje de la Aritmética Vigesimal Maya en los Estudiantes de Cuarto Bachillerato. De acuerdo a las respuestas sobre esta variable, se obtienen los siguientes hallazgos.

3.2.1 Los Juegos Didácticos de Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya disponibles en la comunidad

Una de las preguntas importantes que en este apartado fue: ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad, para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? al consultar sobre los juegos didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, el 30% de estudiantes, el 25% de catedráticos, autoridades educativas, padres de familia y el 20% de autoridades comunitarias líderes/as afirmaron: que en la comunidad de Xalbal no existen juegos didácticos

disponibles propios de la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. El 80% de autoridades comunitarias, 75% de catedráticos, autoridades educativas, padres de familia y el 70% de estudiantes afirmaron que en la comunidad solo existen juegos tradicionales como **juegos de reglas**: uso del dominó, naipes, dados, damas chinas, juegos deportivos, lotería; **fichas de juguetes** como: trompos, yo-yo, yax, barriletes, chajalele o chajaley, ruedas y aros o rozadera, liga, cincos o bolitas, sube y baja artesanal, columpio artesanal, carritos, perinola, pelotas y **fichas de juegos** como: arranca cebollas, el gato y el ratón, cuartas, escondite, tenta o pega pega, avión, electrizado, gallinita ciega, saltar cuerda, encostalados, matado u otros. Catedráticos, autoridades educativas y estudiantes manifiestan que en la labor docente de la Escuela Normal relacionan el uso de juegos didácticos tradicionales en resolver operaciones Aritméticas del Sistema Vigesimal Maya y operaciones del Sistema Decimal de matemáticas universales.

El 30% de estudiantes y el 25% de catedráticos, autoridades educativas, padres de familia y 20% de autoridades comunitarias afirmaron: que la comunidad de Xalbal no cuenta con juegos didácticos para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya propios de la comunidad por el desconocimiento de la misma, la influencia del comercio industrializado, la falta de iniciativa propia para su elaboración e implementación práctica con estudiantes, amigos/as, padres de familia, hijos e hijas con quien se convive cotidianamente.

En tanto que el 80% de autoridades comunitarias, 75% de catedráticos, autoridades educativas, padres de familia y 70% de estudiantes afirmaron que en la comunidad solo existen juegos tradicionales como juegos de reglas, fichas de juguetes y fichas de juegos.

3.2.2 Uso de los materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad

Una de las preguntas importantes que en este apartado fue: ¿Los materiales Didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? al consultar sobre los materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya, del total de catedráticos, el 75% manifestaron que los materiales didácticos propios de la comunidad son aplicables para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya; como granos de maíz y frijoles de diferentes colores, frutas, pepitas de ayote u otros. En la misma línea el 25% de catedráticos afirmaron que los materiales didácticos propios de la naturaleza son muy aplicables para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya como: piedrecitas de diferentes colores, conchas de ríos, hojas, palillos u otros.

Después de haber consultado sobre los materiales didácticos propios de las comunidades para facilitar el aprendizaje de la Aritmética vigesimal maya, del total de autoridades educativas, el 75% afirmaron que además de los materiales visuales, se inculca el uso de materiales didácticos propios de las comunidades que el estudiante conoce, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. En la misma línea el 25% de autoridades educativas manifestaron que son aplicables porque son de poca magnitud y facilita transportarlo de un lugar a otro.

Del total de estudiantes entrevistados el 100% afirmaron que los materiales manipulables propios de la naturaleza y comunidad son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya, porque se tuvieron al alcance la elaboración de un Tablero dividido por escalas para resolver Operaciones Aritméticas, que sobre ello se tiene ordenado el uso de palillos, piedritas, semillas de frutas y granos comestibles.

La población entrevistada coincide con sus respuestas que los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad son aplicables para facilitar el Aprendizaje de la Aritmética del Sistema Matemático Vigesimal Maya. El uso de los granos básicos, frutas y palillos, de ello se evita lo mecánico o lo tradicional que es la matemática. A través de la gráfica que aparece abajo se concibe a sectores entrevistados que manifestaron sobre el uso de los materiales didácticos paratextuales propios de la comunidad y naturaleza para hacer o fortalecer el Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

El estudiante apreciará nociones matemáticas de conversiones decimales, de obtener el volumen de conos. Volumen del cono igual, un tercio por área de la base por altura. $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$. El estudiante puede apreciar en la naturaleza conífera que tienen conos como los frutos de pino y diferentes clases de piña jugosa. El cono lo apreciamos en el helado y en un embudo de gasolina.

El 75% de catedráticos y autoridades educativas coinciden sus respuestas, indicaban que además de los materiales visuales, se inculcaba el uso de materiales didácticos manipulables paratextuales que se posee alrededor del estudiante, propios de las comunidades y naturaleza como: granos comestibles maíz y frijoles de diferentes colores, palillos, hojas, piedrecitas, semillas frutas, pepitas de ayote u otros; para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

El 25% de catedráticos y autoridades educativas manifestaban que los materiales didácticos propios de la naturaleza son muy aplicables para facilitar el aprendizaje de la Aritmética del Sistema Matemático Vigesimal Maya, porque son de poca magnitud y facilita transportarlo de un lugar a otro, tales como: piedrecitas de diferentes colores, conchas de ríos, hojas, palillos u otros.

Finalmente, tanto catedráticos como estudiantes indican que los materiales didácticos manipulables paratextuales propios de la comunidad/naturaleza son

aplicables para resolver y facilitar el aprendizaje de la Aritmética del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

3.2.3 La Enumeración Maya en el Idioma Materno

Otra de las preguntas que arrojó respuestas de interés en torno al idioma materno: ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? al consultar sobre la existencia de los materiales didácticos textuales de enumeración maya y su práctica, del total de catedráticos, el 75% indicaron que no existen materiales didácticos textuales propio de los idiomas mayas que se hablan en la comunidad y en la escuela. Además afirmaron que realizaron sus estudios en el Nivel Diversificado, aprendieron la enumeración maya en su idioma materno a través de sus catedráticos de uno a veinte. En tanto que el otro 25% de catedráticos manifestaron que en la Escuela Normal se posee materiales didácticos de enumeración maya en los idiomas (Mam, Q'anjob'al y Q'eqchi). Además manifestaron que para otros idiomas no se tiene al alcance en la biblioteca y esto se da a consecuencia que en los años de 1900 a 2000 se recibían clases de forma monolingüe, a los idiomas mayas los llamaban dialectos y así perdía su importancia.

La comunidad de Xalbal y sus estudiantes posee una riqueza cultural, porque es multiétnica y multilingüe que dificulta el dominio de varios idiomas mayas para facilitar la enumeración propia de un idioma maya. Lo académico del Nivel primario y secundario fue recibido en el país vecino México durante el Conflicto Armado Interno, el Ministerio de Educación autoriza la Profesionalización a Catedráticos Retornados; la mayoría de Catedráticos fueron acogidos por el programa, donde se les facilitó el aprendizaje de la enumeración maya en su idioma materno desde el Nivel Medio Ciclo Diversificado.

Después de consultar la práctica de enumeración maya en el idioma materno, del total de autoridades educativas, el 75% de ellos afirmaron que en la mayoría de las escuelas no se tienen materiales textuales de enumeración maya en los

idiomas maternos porque no se poseen profesionales que puedan editar textos de esta naturaleza. Además manifestaron que durante sus estudios académicos correspondientes del Nivel primario, básico y diversificado desde la década de los 80, no se recibía el aprendizaje de enumeración maya en el idioma materno, porque el aprendizaje se facilitaba en el idioma castellano, esto se dio por la escasez de libros con contenidos relacionados a la enumeración maya en el idioma materno y textos bibliográficos relacionados al Sistema Matemático Vigesimal Maya. En tanto que el otro 25% de autoridades educativas indicó que la enumeración maya en su idioma materno Q'eqchi' lo adquirió a través de juegos didácticos durante sus estudios académicos en el Nivel Superior del año 2010.

Después de consultar la práctica de enumeración maya en el idioma materno y el uso de los materiales didácticos textuales, del total de estudiantes, el 80% de ellos indicaron que en la biblioteca de la Escuela Normal no se cuenta con materiales textuales de enumeración en los idiomas mayas. Además manifestaron que catedráticos del Nivel primario y básico les enseñaron la enumeración maya en el idioma maya Q'anjob'al y Mam a través de juegos didácticos. En tanto que el otro 20% de estudiantes afirmaron, que durante los estudios académicos en el Nivel primario y básico; los catedráticos evitaban el aprendizaje sobre la enumeración maya en el idioma materno, porque la mayoría de catedráticos eran castellanohablantes. Los estudiantes son provenientes de comunidades multiétnicos y multilingüismos que para ello no se poseen catedráticos con capacidad pedagógica de enseñar a sus estudiantes la enumeración en varios idioma mayas. Los estudiantes de la Escuela Normal reciben el aprendizaje de enumeración maya en su idioma materno a través de talleres de aprendizaje organizado por el director y catedráticos.

De la existencia de los materiales didácticos textuales propios de cada idioma, el 75% de Catedráticos manifestó que no existen materiales didácticos textuales propios de cada idioma maya que se hablan en la comunidad/escuela. Además afirmaron que se recibió el aprendizaje de enumeración maya en su idioma

materno cuando cursaban los grados del nivel diversificado a través de juegos didácticos. En tanto que el 25 % de los catedráticos manifestaron que después de haber hecho un inventario de libros en la biblioteca de la Escuela Normal se detectó que existen materiales didácticos de enumeración maya únicamente en los idiomas (Mam, Q'anjob'al y Q'eqchi). Además afirmaron, de otros idiomas no se posee en la biblioteca y esto se dio a consecuencia que en los años de 1900 a 2000 se recibían las clases de forma monolingüe. En las misma línea exteriorizaron que durante los estudios académicos en el nivel primario y básico desde la década de los ochenta no se facilitaba el aprendizaje de la enumeración maya en el idioma materno para hacer matemática vigesimal maya, se manifestó una educación monolingüe que por ignorancia los idioma mayas eran reconocidos como dialectos y por la falta de políticas educativas del Ministerio de Educación de implementar en el Pensum de estudios como un curso complementario o base.

Por otro lado, el 75% de autoridades educativas afirmaron que en la mayoría de los centros educativos no se tienen materiales didácticos textuales de enumeración maya en los idiomas maternos porque no se poseen profesionales que editan textos de esta naturaleza. Además manifestaron que durante los estudios académicos correspondientes del Nivel primario, básico y diversificado desde la década de los 80, no se recibía el aprendizaje de enumeración maya en el idioma materno, porque el aprendizaje se facilitaba en el idioma castellano. Y el 25% de autoridades educativas indicó que la enumeración maya en su idioma materno Q'eqchi' lo adquirió a través de juegos didácticos durante sus estudios académicos en el Nivel Superior del año 2010.

El 80% de estudiantes manifestaron que en la biblioteca de la Escuela Normal no se cuenta con materiales didácticos textuales de enumeración en los idiomas mayas. También afirmaron que recibieron el aprendizaje de la enumeración maya en su idioma materno Q'anjob'al y Mam desde el Nivel Primario y Básico. Y el 20% de los estudiantes, manifestaron que durante los

estudios académicos en el Nivel primario y básico, los docentes evitaban el aprendizaje sobre la enumeración maya en el idioma materno; porque la mayoría de docentes eran castellanohablantes.

En el pensum de estudios del nivel primario y básico del ciclo escolar 2013, se manifiesta el desarrollo de la enumeración maya en el idioma materno propio del estudiante en los cursos de matemáticas y lenguaje. Estudiantes que ingresan a carreras diversificadas poseen nociones de aprendizaje sobre el tema. La matemática vigesimal maya, la enumeración en el idioma materno del estudiante a través de juegos didácticos; en el pensum de estudios Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación no viene plasmado, se desarrolla a través de talleres educativos organizados por catedráticos y administración de la Escuela Normal. La escuela como Institución, es el lugar donde se posee el apogeo de desarrollar el aprendizaje del estudiante sobre cualquier tema de interés.

3.2.4 Los materiales Didácticos se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal

Una de las preguntas directas que se plantearon fue: ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? al consultar sobre los materiales didácticos que se manifiestan en la anatomía animal y vegetal, del total de padres de familia entrevistados, el 50% manifestaron que materiales didácticos paratextuales como símbolos del Sistema Matemático Vigesimal Maya se manifiestan en las partes del cuerpo humano: las extremidades superiores e inferiores, dedos de la mano y pies como símbolo de barras; las yemas de los dedos pies y manos como puntos, los ojos y el ombligo que posee la forma de concha o cero. En tanto que el otro 25% de padres de familia manifestaba que los Símbolos del Sistema Matemático Vigesimal Maya es observable en las partes esenciales de una planta: las hojas poseen forma de concha o el cero, las ramas tienen forma de barras, los frutos de forma esférica o circular y comestibles representan el punto

y la concha. En la misma línea el 25% de padres de familia manifestaban que en los animales domésticos y salvajes se observa: las patas y la cola que representan las barras, los ojos y las orejas la concha y el punto lo podemos visualizar en las uñas.

Del total de autoridades comunitarias como líderes/as, el 52% manifestaron que en los utensilios que se utilizan en la cocina se percibe los elementos del Sistema Vigesimal Maya como: en la cuchara se observa la barra y la concha; los objetos de forma circular como la tapa de tinaja, ollas, vasos, platos entre otras representan el punto; en los alimentos a diario como la sagrada tortilla, granos de maíz y frijol representan el punto. En tanto que el otro 48% de autoridades comunitarias indicaban que en las herramientas de trabajo agrícola se percibe lo siguiente: en el machete, lima de afilar, brazos del azadón, garabato, sogas de amarre, mecapal entre otros representan la barra.

Líderes y lideresas comunitarias manifestaron que los instrumentos de cocina y granos básicos como alimento nutritivo son materiales didácticos que poseen características propias del Sistema Matemático Vigesimal Maya. Las herramientas de trabajo agrícola poseen similitud con los Símbolos del Sistema Matemático Vigesimal Maya. Esta sabiduría de líderes y lideresas, son bases o sostén de la cultura maya; de alguna manera se fortalecerá en las futuras generaciones. Padres de familia y autoridades comunitarias poseen conocimientos sobre símbolos mayas lo relacionan con elementos de la naturaleza, que a diario utiliza el hombre para satisfacer sus necesidades.

Durante la Observación Directa al catedrático con estudiantes se realizó diferentes actividades pedagógicas, se utilizó materiales didácticos paratextuales manipulables propios de la naturaleza/comunidad como medios y herramientas que facilitan el aprendizaje de la Aritmética Sistema Matemático Vigesimal Maya y sus contenidos. Como mencionan padres de familia y autoridades comunitarias que se manifiestan en las partes del cuerpo humano,

en los animales salvajes y domésticos, en los componentes de una planta, en las herramientas de trabajo agrícola y domésticos que se utilizan en las actividades cotidianas.

Durante la Conversación Directa con el Subdirector Departamental de Educación, se enfatizó sobre el uso de los Materiales Didácticos textuales y paratextuales para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, indicaba que catedráticos, directores, padres de familia y autoridades educativas del Ministerio de Educación ambos se tienen el compromiso de impulsar una educación desde la realidad, necesidades e intereses del estudiante; para que tenga las herramientas básicas e indispensables durante el proceso de formación profesional.

La elaboración e implementación de un material didáctico paratextual, para el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya es un profesional más en el área y un material didáctico en mano es un estudiante más para evitar la deserción escolar en los centros educativos. Si catedráticos son conscientes en su desempeño laboral, en el uso, elaboración e implementación de materiales Didácticos paratextuales en sus escuelas para facilitar el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya u otras Áreas Curriculares, habrá mayor rendimiento académico en los estudiantes, se enriquecen de conocimientos, nuevas experiencias, nociones propias y habilidades en la temática.

La Variable fue enfatizada sobre los Materiales Didácticos textuales y paratextuales que facilitan el aprendizaje de Conversiones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal maya. El uso de los materiales didácticos propios de la comunidad y naturaleza, la participación en talleres de aprendizaje, la forma de cómo se manifiestan los símbolos de la Matemática Vigesimal Maya en la anatomía animal y vegetal, es decir; en el cuerpo humano, animales, plantas, herramientas de trabajo agrícola, domésticos y la práctica de la enumeración maya en el idioma materno.

Los instrumentos de investigación: conversación directa con el Subdirector Departamental de Educación, cuestionario a padres de familia, autoridades comunitarias y la observación directa a docente con estudiantes. De 83 representa el 100% de la población que participó en el estudio, como población entrevistada representa el 72% entre catedráticos, padres de familia y autoridades comunitarias y educativas.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como propósito de exponer a discusión y análisis de resultados de la investigación, que giran en torno a las dos variables, objetivos específicos y hallazgos de este estudio. En este capítulo se citan autores que sustentan el problema de tesis: “La falta de Materiales Didácticos impide el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”.

Según investigaciones realizados por Salazar (2005), la cultura maya tiene un sistema matemático completo y complejo para su aprendizaje. El sistema vigesimal inventado por los mayas prehispánicos desde hace más de dos mil años, sigue presente en el pensamiento matemático de las poblaciones descendientes mayas, en este caso de la rama lingüística Q’eqchi’. La educación del pueblo maya está enmarcada desde el desarrollo integral de cada persona desde su cultura, la riqueza lingüística de su idioma materno, su traje y la práctica de los valores ancestrales de los abuelos; con ello se persigue el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

✓ El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

Puesto que Roncal & Cabrera (2000), manifestaban que para fortalecer el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, debe ser coherente con el desarrollo del pensamiento lógico del niño. Los autores testifican que el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, es necesario recurrir a lo concreto, lo que él conozca y pueda tocar, mover, sentir; porque su pensamiento se encuentra en una fase de desarrollo que requiere de ese tipo de actividades para su comprensión.

Según DIGEBI et al. (2007), exteriorizan que la maestra y maestro que facilita el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, deben ser especialistas en el arte de plantear situaciones que desafíen a los estudiantes a conceptualizar, armar sus propios códigos y signos. Para la cultura maya una maestra o maestro es alguien que adquiere conocimientos a través de la experiencia y el servicio a los demás. Como lo explican los autores, que la maestra o maestro, es una persona capaz y honorable que se gana la confianza de sus estudiantes, quienes al confiar les dan autoridad.

✓ **Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya**

Los **materiales didácticos** son medios que facilitan la utilización de técnicas de aprendizaje como: la observación, la comprensión, la manipulación, la comunicación de conocimientos y experiencias. Los materiales didácticos son de **importancia** porque juegan un papel en el campo educativo para facilitar aprendizaje del estudiante durante su formación académica en el centro educativo.

Los Materiales y Juegos Didácticos fortalecen el proceso de aprendizaje como medios apropiados que respondan a los intereses naturales de la niña y el niño de la edad estudiantil durante la estancia en el centro educativo. Los Juegos Didácticos estimulan el aprendizaje de los estudiantes que despiertan el interés por su manipuleo y el ejercicio que se da por llevar a la práctica en los salones de clases.

Según DIGEBI et al. (2007), manifiesta que para el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya, la maestra o el maestro pueden auxiliarse de los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza o comunidad como ilustraciones. El autor relata que el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya, se facilita a través del uso de los materiales didácticos paratextuales propios de la comunidad y naturaleza.

Según lo concerniente sobre materiales didácticos paratextuales y textuales DIGEBI et al. (2007), son materiales didácticos paratextuales los propios de la comunidad, naturaleza y el cuerpo humano. El uso de ellos propicia no solo el aprendizaje, sino la contextualización de la educación. En la misma línea se hace mención de materiales didácticos textuales como libros de matemática e infantiles relacionados con el tema, enciclopedias, revistas, folletos, periódicos u otros. Lo citado por autores que materiales didácticos paratextuales/textuales, propicia el aprendizaje y la contextualización de los contenidos a través de su uso en la labor del docente ante sus estudiantes.

De la misma línea Harold & Duque (2013), manifestaron que los números en la cultura maya son símbolos que representan la cosmovisión, que con ellos se empezó a contar y a realizar las operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

4.1 El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

Para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se auxilia en el uso de los materiales didácticos propios de la comunidad y naturaleza, insumos necesarios para el facilitador para enriquecer sus conocimientos y habilidades, para emprenderlo a la práctica con los estudiantes. El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se adquiere a través de la práctica con papel y lápiz en mano. El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya a través de sus materiales didácticos, son necesarios para el estudiante, se incentivará a investigar nuevas temas de su interés académico, apoyar a sus compañeros de clase o para compartir sus experiencias adquiridas a tercer persona de su agrado.

Para conocer a profundidad del tema Mucía (1996), manifestaba que para alcanzar la cúspide de la numeración, los mayas tuvieron que pasar por una ardua evolución durante un largo periodo de tiempo. La disciplina y tenacidad son características fundamentales para el aprendizaje de la Matemática

Vigesimal Maya, para su consistencia y alturas elevadas. Al respecto lo citado por el autor que el pueblo maya alcanzó con mayor realce su matemática Vigesimal, que tuvieron que pasar a una evolución durante varios tiempos para que la matemática tenga sus bases fundamentales para su aprendizaje.

Según DIGEBI et al. (2007), manifiestan que dentro de los actores directos del proceso de aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se toman en cuenta: a niñas y niños mayas, maestras y maestros, padres y madres de familia, lideresas y líderes comunitarios y autoridades educativas. Al respecto de lo citado por autores que en el proceso de aprendizaje se toma en cuenta como actores directos a la comunidad educativa.

4.1.1 Aplicación de Juegos Didácticos para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

La participación activa en talleres educativa en la elaboración y aplicación de juegos didácticos para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya en Instituciones Estatales y no gubernamental ayuda a fortalecer una educación propia de la cultura y la distribución de materiales de guía a docentes y estudiantes. La aplicación e implementación de juegos educativos en el aula con los estudiantes facilitará el aprendizaje, evitará las místicas de memorización de los contenidos de la Matemática Vigesimal Maya.

Al respecto Roncal & Cabrera (2000), enuncian que tradicionalmente el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se entendía como el aprendizaje de la memorización de los números. La naturaleza de la matemática consiste por lo menos: los objetivos, las tendencias, las metodologías y los materiales didácticos necesarios para el aprendizaje de esta disciplina. Su estudio de la matemática es parte de la ciencia y su aprendizaje es facilitado a través del conocimiento de la cultura. Como explican los autores, el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya no debe ser memorístico, el aprendizaje debe ser

adquirido a través de la aplicación de juegos y materiales didácticos para el reconocimiento de la herencia cultural.

Roncal & Cabrera (2000), manifestaban que el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya debe partir de lo más sencillo a lo más complejo, se facilita a través de la práctica y luego a la teoría, es decir; se manipulan los objetos con juegos didácticos, se estudian los símbolos y por último se pasa a representar las operaciones con símbolos. Lo citado por autores que la matemática debe partir de lo más fácil o lo más complejo a través de la manipulación de materiales y la aplicación de juegos didácticos educativos. En el mismo sentido DIGEBI et al. (2007), atestiguaron que las ideas matemáticas son ideas y crea más ideas, por lo tanto debe ser un ejercicio activo e interactivo, de la realidad a la abstracción, de los objetos a las ideas, de los sujetos a la interacción y comunicación. Los prosistas citan que las matemáticas lucen a través de ideas y la práctica de los ejercicios de forma dinámica con el uso de objetos manipulables.

Según Flórez (1999), manifestaba que el tipo de aprendizaje que desarrolla el estudiante a partir del papel que desempeña el docente, corresponden a los Modelos Pedagógicos como: pedagogía tradicional, conductista, constructivista y social. Lo aludido por el autor que existen aprendizajes de tipo vertical que consiste en la transmisión de un aprendizaje pasivo y receptivo que provoca un aprendizaje mecánico de poca creatividad; pero a la par de ello se manifiesta el constructivismo que origina un aprendizaje basado en la experiencia y en el descubrimiento que permite el dialógico colectivo y crítico que provoca un aprendizaje social, de discusión, dialogado y más integral.

Por tanto según McCarthy (1990), exteriorizaba que los estilos de Aprendizaje pueden variar básicamente por dos aspectos importantes en el estudiante: “la **Percepción** que consiste en la sensación y sentimiento contra el pensamiento y el **Procesamiento** que consiste en la observación de las actividades que realiza

el estudiante mediante a un tiempo determinado. Lo referido por el autor que el aprendizaje se adquiere a través de ideas, que el estudiante construye su propio aprendizaje.

4.1.2 Talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya

Los talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya fortalece la práctica de las Operaciones Aritméticas básicas en los aprendices. DIGEBI et al. (2007), enuncian que los principios prácticos del Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya es continua su utilización a través del tiempo, lo cual se evidencia en los diseños de cerámica, tejidos, pinturas y arquitectura. Los conocimientos sobre geometría se evidencian en las figuras que se plasman en los tejidos. Lo aludido por autores que los principios de la Matemática Vigesimal Maya se fortalecen en diferentes diseños de cerámica, en los tejidos que la mujer maya los bordea para vestirse o para su venta en los mercados. Para fortalecer este aprendizaje riqueza del pueblo maya, se debe impulsar talleres con la juventud, en los centros educativos o en la comunidad donde vive el estudiante.

En tanto Calderón (1969), manifestó que las técnicas de cálculo mayas son tan lejos para alcanzar a ver el brillo de las sabidurías de la cultura primitiva, inepto en utilizar los procedimientos y difíciles numéricos, que aún está cerca para lograrlo. Lo citado por el autor que hace falta ver el brillo de la sabiduría del pueblo maya, que se posee la incapacidad en utilizar los numéricos con sus procedimientos, que a través de su práctica se llegará a lograr su aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. Para su fortalecimiento de la sabiduría de la cultura primitiva, es incentivar a la juventud para participar en talleres educativos donde se desarrolla el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido.

Según Mucía (1996), manifiesta que no es usual que un padre le enseñe a su hijo solo verbalmente los números, un padre enseña al hijo en acción, en la

cuenta de las matas de milpa, al contar los árboles frutales y la madre a la hija, al contar los pares de tortillas que se ha de llevar al campo de trabajo. Por lo tanto, la práctica de las matemáticas fue en la casa, en el campo y sobre el desnudo suelo sí había que ejercitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. Lo aludido por el autor, que el aprendizaje de las Matemática Vigesimal Maya es práctico y no sólo verbalmente, el aprendizaje se adquiere en el conteo de matas de milpa, árboles frutales o cítricos que existen en el campo de trabajo y la madre a la hija al contar las sagradas tortillas que se llevan al campo de trabajo agrícola.

Según Roncal & Cabrera (2000), manifestaban que la tecnología de la matemática vigesimal maya se desarrolla en base a tres signos diferentes, es fácil y útil para representar cualquier cantidad que pueda imaginar la mente humana.

El aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya está escrita en Estelas y Códices y el Cuadrulado de Cómputo que es auxiliado de palillos, frijoles y conchas, es un instrumento de cálculo que simplifica las operaciones como: la suma es lo más fácil que existe, la resta es sencilla, la multiplicación da risa y la división no preocupa a nadie. Lo citado por autores, el pop o el petate representa el tablero o cuadrulado de cómputo, auxiliado de frijoles, palillos y conchas, que facilitó el trabajo del cálculo en materia científica.

En tanto según Roncal & Cabrera (2000), enunciaban que el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se enseña primero a través de la práctica y luego en la teoría, es decir; primero se utilizan objetos para resolver las operaciones, luego se estudian los símbolos y por último se pasa a representar las operaciones con símbolos. Lo pertinente por escritores, relatan que para el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se debe principiarse la ubicación del niño en contacto con los objetos manipulables propios de la naturaleza y comunidad, como piedras, palos, frutas, hojas, lápices, granos de maíz, frijoles;

que con estos objetos se realizan las operaciones: contar, unir, separar, agregar, quitar y repartir.

Al respecto DIGEBI et al. (2007), exteriorizan sobre el desempeño laboral del docente, es proporcionar orientación y experiencias de aprendizaje a los estudiantes para que construyan sus propios conocimientos. Es considerado como un guía, desde el punto de vista maya, que modela procesos, promueve la observación y la reflexión, escucha las inquietudes de sus estudiantes, propicia actividades de aprendizaje y reorienta el proceso si fuese necesario. Lo acertado por autores, el desempeño del docente en sus labores es arduo porque es guiador, modelador de procesos y es protagonista a cambios constructivos ante el aprendizaje de sus estudiantes.

Según Morley (1972), manifestaba que los mayas antiguos y los que aún sobreviven, usan granos de maíz de colores, piedritas y varitas para representar los numerales del 1 al 5. Se colocan objetos en una cuadrícula dibujada en el suelo, en la tierra o en la arena, con el manipuleo que se les realiza facilita en poco tiempo las complejas Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya con sus algoritmos fundamentales. Lo antedicho por el autor que antiguos y los que aún sobreviven de la cultura maya, se utilizan los granos básicos propios de la comunidad y elementos de la naturaleza para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya, sobre una cuadrícula dibujada sobre la faz de la tierra o en arenas de río.

Según Calderón (1966), comentaba que el maya sólo precisaba recoger un puño de gravillas, cortar una vara, trazar con ella una cuadrícula en el suelo y después romperla en trozos convenientes. Lo citado por el autor, que el maya no le hace falta conseguir un puñado de piedrecitas, cortar varitas y trazar en el suelo una cuadrícula para resolver sus Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya, que después separarlos o destrozarlos para luego hacerlo uso.

4.1.3 Deficiencia ante la falta de contenidos de la Matemática Vigesimal Maya

La deficiencia se manifiesta si no se contextualizan los contenidos de los materiales didácticos textuales que se poseen, o los materiales que se utilizan para facilitar el aprendizaje de la matemática vigesimal maya.

Raxch'e & Guaján (1997), enunciaron que los testimonios anotados en las estelas son las ideas del pueblo maya que se desarrolló primitivamente que cualquier otra cultura su método de enumeración de valor referente a posicional y la utilización del Cero que fue calificado como la conquista más grande del intelecto humano. Lo aludido por los autores que todo lo relacionado a la cultura maya aparece anotado en las estelas, se indica que ellos desarrollaron antes el Sistema de numeración con base veintena, su valor relativo posicional y la utilización del cero en el área de la Matemática Vigesimal Maya y en la astronomía.

Al respecto Roncal & Cabrera (2000), argumentaban que a través de las medidas de longitud, se logró adquirir la construcción de templos y ciudades que es la evidencia más elocuente de la existencia del sistema de medidas Maya, como longitud, área y volumen. Lo aludido por los autores, que las medidas de longitud, área y volumen de cuerpos planos y sólidos, se debe profundizar a través de varias investigaciones en las comunidades mayas donde se hace uso del término K'an, la cuerda. Si estas experiencias no se sistematizan a través de investigaciones en las comunidades mayas bilingües, se llegará a caer a la decadencia de los contenidos a desarrollar con estudiantes sobre matemática vigesimal maya.

Según autores Roncal & Cabrera (2000), aludían que el sistema de numeración vigesimal facilita el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya como ciencia que estudia otras ciencias científicas, que estudiaron sobre el tiempo a través de sus calendario y el cálculo matemático en su aritmética. Lo señalado por

autores que el sistema de numeración es ciencia de la Matemática Vigesimal Maya, que proporcionó la automatización del tiempo, que permitió el estudio de las demás ciencias y es sondeado como un tema de interés para su estudio y aplicación.

Según Salazar (2005), manifestaba que los mayas ya contaban con un sistema de numeración perfecto, posicional y con el elemento cero, 300 años a.C., casi 1000 años antes de la invención del cero en la India. Algunos investigadores creen que no lo inventaron ellos lo tomaron de otra gran civilización la Olmeca. No se puede hacer por ahora, una afirmación categórica, por lo que se debe quizás esperar la luz de otros descubrimientos. Lo citado por el autor que el pueblo maya contaba con un Sistema de Enumeración perfecta, posicional y el uso del cero, antes de la aparición de la cultura India y Olmecas.

Al respecto Dayana & Escobar (2009), exteriorizan que en relación al sistema numérico la Cultura Maya descubrió dos ideas fundamentales en matemáticas: el valor posicional y el cero. Solo otra gran cultura de la antigüedad como fue la cultura Hindú llegó a encontrar cerca de trescientos años después que los mayas utilizaban estos conceptos. Lo argumentado por autores, los mayas fueron los primeros en desarrollar los aspectos matemáticos astronómicos en las culturas de América.

4.1.4 El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya a través de sus Operaciones Aritméticas

Durante el desarrollo se llegará a conocer las operaciones aritméticas que el pueblo maya utilizó para realizar sus cálculos y el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Patal (2010), afirma que: durante la época de colonización e invasión, las ideas de grandes matemáticos europeos se impusieron sobre las ideas de

matemáticos en los pueblos indígenas que fueron dominados. De esa manera la matemática occidental revistió un ropaje de superioridad y mientras que la matemática de los pueblos indígenas no se reconoce. Las prácticas matemáticas de los pueblos indígenas son válidas y tienen relación con los valores positivos de la vida. La etnomatemática como el estudio de las diversas técnicas de explicar, entender, luchar y convivir en los diferentes contextos naturales, toman gran importancia. Lo citado por el autor que las ideas occidentales matemáticas se impusieron sobre las ideas matemáticas de los pueblos indígenas, es decir que fueron dominados. Por tanto los descendientes de la cultura maya se toman conciencia de fortalecer el aprendizaje de la sabiduría de los abuelos mayas y la sobrevivencia de su aritmética en las niñas y niños de la edad escolar.

En tanto según Tzeltal (2008), manifiestan que a través de una tabla trazada con líneas paralelas se resuelve la multiplicación maya. Lo aludido por el autor que a través de una tabla se colocan palillos de forma horizontal y paralelas entre sí para facilita el aprendizaje de la multiplicación.

Según Roncal & Cabrera (2000), testifican que: los estudiantes deben saber con claridad qué significan las cuatro Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya además de unir e intersectar y no sólo resolverlas de forma tradicional o de forma mecánica. Resolver mecánicamente es sólo aplicar recetas y la matemática es razonamiento. Lo aludido por autores que las operaciones básicas de matemáticas son fundamentalmente para la vida futura y cotidiana para los estudiantes que practican las operaciones, que por su exageración de vuelve mecanizado.

Por tanto según Calderón (1966), manifiesta que las cuatro Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya sus procedimientos son didácticas, además comparte sus experiencias de resolver la raíz cuadrada y la raíz cúbica, el único inconveniente es que no indica las fuentes que utilizó, que

propone al lector consultar el libro y hacer sus propias conclusiones. Lo citado por el autor que el aprendizaje de las operaciones aritméticas es didáctica, además se tiene la raíz cuadrada y cúbica para que lector investigue y haga sus propias conclusiones.

Según Cabrera (1997), manifestaba que al representar el cero y asumirlo como concha de molusco o caracol, se expresa que se ha completado la unidad matemática y el ciclo de 20 unidades, por lo tanto es necesario pasar a una categoría superior. Lo mencionado por el autor, el cero como concha expresa que la unidad matemática está completa o llena que indica que se debe pasar a la categoría superior sin destruir lo anterior, el numeral cero sufre cierta característica de cambios a través de la cultura occidental, se indica que es vacío o nulo que no existe.

Según Calderón (1966), manifiesta que las Operaciones Aritméticas del Sistema Vigesimal Maya, que a través de ellas se facilitan las sumas y multiplicaciones, se usan semillas de maíz o frijol, pedacitos de varitas de madera que tomaban del bosque y trazaban una cuadrícula en el suelo. Lo citado por el autor que las operaciones aritméticas se efectuaban con el uso granos básicos propios de la comunidad y recursos de la madre naturaleza.

Al respecto DIGEBI et al. (2007), ostentan que la matemática maya no solo se refiere a operaciones aritméticas, es la ciencia de los números que facilita conocer las medidas, los procesos y resolver esquemas mentales de distintas situaciones de la vida y entender el mundo desde su concepción propia. Lo aludido por autores que la Matemática Vigesimal Maya no solo se refiere a la solución de operaciones aritméticas, es reconocido como ciencia que estudia los números para facilitar el aprendizaje sobre medidas y para resolver problemas de esquemas mentales de situaciones de la vida y entender su propia cosmovisión.

Según Patal (2010), manifestaba que no se poseen documentos ni constancias de los procedimientos aritméticos que empleaban los antiguos mayas, solamente se tienen los resultados de enormes cálculos matemáticos registrados en estelas de piedra y en los códices. Los mayas no utilizaban fracciones vigesimales para el registro de fechas, sabían que las fracciones vigesimales son finitas e infinitas que lo utilizaban en otras situaciones. Lo aludido por el autor, que no se poseen evidencias escritas de los procedimientos aritméticos que empleaban los antiguos mayas, se tienen resultados registrados en estelas de piedra y en los códices. Los quebrados vigesimales, en las comunidades rurales donde existen descendientes de la cultura existen términos que denotan las fracciones vigesimales como rulaj, ruk'al, ruq'o, ruchuy y se cree que los mayas lo utilizaron en otras circunstancias.

El aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se propaga a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas y su contenido en los estudiantes como futuras generaciones y las experiencias deben multiplicarse porque son sabidurías propias de la Cultura Maya.

4.2 Los Materiales Didácticos del Sistema Matemático Vigesimal Maya

Los materiales **didácticos**, también denominados auxiliares didácticos o medios didácticos, pueden ser cualquier tipo de dispositivo diseñado y elaborado con la intención de facilitar un proceso de Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya o de cualquier otra ciencia.

También se consideran materiales **didácticos** a aquellos materiales y equipos que ayudan a presentar y desarrollar los contenidos o para que los alumnos trabajen con ellos para la construcción de los aprendizajes significativos. Se podría afirmar que no existe un término unívoco acerca de lo que es un recurso didáctico, en resumen: material didáctico es cualquier elemento en un contexto

educativo determinado, es utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas.

Los materiales didácticos textuales y paratextuales son los elementos que emplean los docentes para facilitar y conducir el aprendizaje de los alumnos como: libros, carteles, mapas, fotos, láminas, videos, software, elementos de la naturaleza y comunidad u otros

El uso de los materiales didácticos paratextuales facilita el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya que se necesita de su aprendizaje con los estudiantes sobre el que hacer Aritmética con el Sistema Vigesimal Maya.

En relación al término de materiales didácticos DIGEBI et al. (2007), hacen mención que son medios que facilitan la visualización y la comprensión del aprendizaje, así como la comunicación de conocimientos y vivencias. Los materiales y juegos didácticos hacen que el proceso de aprendizaje tenga los medios apropiados que respondan a los intereses naturales de los estudiantes. Así como medios que sirvan de gran ayuda para comprender conceptos. Como explican los autores que a través de los materiales didácticos, a estudiantes se les facilita la observación y la intuición del aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

Según Cabero (2001), manifestó que existe una variedad de cláusulas para precisar el concepto de materiales didácticos, tales como: medio, medios auxiliares, materiales didácticos, medio audiovisual y materiales. Esta pluralidad de términos conduce a un problema de indefinición del concepto, así como también la amplitud con que éstos son considerados.

Por tanto Néreci (1969), realizó una clasificación de los materiales didácticos que conviene indistintamente a cualquier disciplina.

4.2.1 Los Juegos Didácticos de Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya disponibles en la comunidad

A través de la práctica de los juegos didácticos facilita el aprendizaje de conversiones Aritméticas del Sistema Decimal a Sistema Matemático Vigesimal Maya en la adición, sustracción, multiplicación y división. El docente se convierte en un verdadero facilitador, guía y orientador de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje, debe ensayar los juegos didácticos para poseer los conocimientos sobre el formato de un juego didáctico.

Redfield & Villa Rojas (1990), manifestaban que los niños y niñas de la edad escolar todos juegan infinitamente, donde reproducen las acciones que realizan los mayores, sin embargo también conciben cualesquiera de los juegos que realizan entre los mayas de Chankom Yucatán México. Lo citado por autores que niñas y niños imitan los juegos y actividades que realizan los adultos o de sus padres e inventan algunos juegos a su creatividad.

En la misma línea Gossen (1989), señalaba que entre la población de Chamulas se da escasa categoría que los mayores facilitan al juego pueril, reflexionan que no poseen formalidad de diligencias de los ascendentes. Lo citado por autor manifiesta la práctica de juegos que realizaban las niñas y niños en sus ejidos en los Estados de Quintana Roo, Campeche y Chiapas México, que comúnmente algunos de esos juegos se practican en las comunidades de áreas rurales del territorio guatemalteco.

En tanto según Maas (1983), describe que la recreación es parte de la enculturación, es decir que expresa la causa de unificación de una cultura a otra, en Chemax Yucatán los hombres en común se suben entre los árboles, matan animales chicos, juegan cincos, trompos, el salta burro y el barrilete. El autor cita juegos, actividades que realizan las niñas y niños en la edad infantil y adolescencia.

Gaskins (1996:) manifestaba que los padres de familia el juego lo ven como una actividad propia de los niños y niñas que de alguna manera se sienten felices de sus juegos que realizan y los padres no le dan importancia porque son juegos propios de niños de la edad escolar.

Al respecto Mucía (1996), aludía etimologías que se utilizaba en los juegos propios de la cultura maya, que la palabra KAMINÄQ, su etimología: kamik = morir y kaminäq = muerto. Lo citado por autores que en las áreas Maya hablantes bilingües se practica la etimología kamik y kaminäq en los diferentes juegos culturales propio de la Cultura Maya

En la misma línea DIGEBI et al. (2007) describe que se debe contextualizar los conocimientos matemáticos a través de juegos y el uso de materiales propios de las comunidades. Lo citado por autores que los conocimientos del Pueblo Maya sobre su enumeración o cálculos matemáticos deben contextualizarse con juegos lúdicos y el uso de los materiales didácticos propios de la comunidad y naturaleza.

4.2.2 Uso de los materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad

Como didáctica de enseñanza-aprendizaje-evaluación, manifiesta el uso de los materiales didácticos propios de la comunidad que ayudan a facilitar el aprendizaje de los estudiantes en la aritmética vigesimal maya. La aplicación de diferentes materiales didácticos de aprendizaje, el estudiante se incentivará en resolver sus propias operaciones de forma voluntaria sin la insistencia del docente.

Según Guiteras (1986), manifiesta que la población maya hablante Tzotziles, los iniciales muñecos de los chiquillos son de su contorno como: florecitas, vainas secanos, hojas de panojas, hilos, piezas de palo y lodo. Lo plasmado por

el autor, que niños y niñas utilizan juguetes de su medio ambiente, imitan a sus mayores; desde pequeños se les encomiendan pequeñas tareas propias de su sexo, las niñas hacen muñecas de trapo y de ellas se enamoran.

Según Garcés (1995), manifestó que lo considerado significación y funcionamiento del Cero Maya está determinado por dos elementos: carácter vigesimal de la computación maya y el valor posicional de los números escritos por cantidades en las estelas. Lo citado por el autor que el cero maya posee un carácter astronómico y posicional para escribir cantidades numéricas de cualquier dimensión.

En relación al tema de materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad Mucía (1996), afirmó que la palabra Bu'ul los frijoles se introdujo como el símbolo en los cálculos matemáticos. Estos sabios abuelos se basaron en la lectura del Libro Sagrado Pop Wuj, donde se hace mención que los abuelos hicieron uso de los frijoles de tz'ite, para la creación del hombre. Lo citado por el autor que los frijoles como símbolo matemático tenía aceptación desde el principio, porque los frijoles eran pequeños y pesaban menos que las piedras y lo que se había hecho era cambiar piedras por frijoles.

En la misma línea de bu'ul los frijoles Mucía (1996), atestiguó que para agilizar el conteo, se debía utilizar la simbología de cinco unidades mediante la utilización de la envoltura de los frijoles o sea la vaina. Se argumentó que el promedio de frijoles en cada vaina era de cinco, por lo que era conveniente su utilización. Lo citado por el autor, que durante un tiempo determinado fue utilizado granitos y vainas de frijoles el bu'ul, como recurso didáctico para resolver las operaciones aritméticas, pero en escases de alimento se utilizó palitos en vez de vainas de frijoles, es decir; que en esa época de los antiguos mayas se vino a utilizar los frijoles de diferentes colores y la elaboración de palitos para el ejercicio de las matemáticas.

Para la practicidad de las matemáticas Mucía (1996), manifiesta que antes de utilizar corteza, cuero de animales para el ejercicio matemático; el hombre utilizó los elementos de la naturaleza para satisfacer la necesidad de contabilizar, se creó los instrumentos necesarios. Los abuelos todo lo hicieron práctico, visible y manuable, por tal razón fueron muy concretos para contar. Lo aludido por el autor, que antes de utilizar los cueros de animales y corteza de árboles para el adiestramiento de las matemáticas, se utilizaron los elementos de la naturaleza para registrar su contabilidad de datos.

En la misma línea del ejercicio de la matemática Mucía (1996), afirmaba que los símbolos de Ajaw en las matemáticas se manifiestan como: el rostro, la flor Nik, el caracol de mar y la semilla, que son sus sinónimos como elementos de la naturaleza y comunidad. Fueron designados para cumplir con las mismas funciones de principio y fin, centro, madre, principal y ausencia de cantidades. Lo mencionado por el autor que la flor al igual que el rostro se utilizaba para el conteo del tiempo, la semilla y el caracol para actividades contables de cualquier tipo. Que en el ejercicio de la matemática se utilizó elementos de la naturaleza y comunidad para facilitar el aprendizaje de la matemática vigesimal maya.

Al respecto Cabrera (1997), manifestaba que los mayas observaron que la semilla de maíz sí se siembra tarda cinco días para germinar y empieza a brotar una nueva planta. De este hecho de cinco es representado por el perfil de la tierra con una barra horizontal, que representa el mundo donde habitan los mayas y el cero representa el nivel espiritual. El autor puntualiza sus estudios sobre la importancia de la semilla de maíz que brota a los cinco días en la faz de la tierra donde habitan los mayas.

Sobre las investigaciones de Calderón (1966), exterioriza que cualquier individuo del pueblo maya, en cualquier lugar que estuviese, tenía a su disposición su propia “calculadora”, bastaba con desgranar una mazorca o

recoger del suelo un puñado de piedritas y partir una esterilla en varios pedacitos para sumar, restar, multiplicar o dividir, de cualquier cifra, no importa lo grande que fuese. Como lo explica el autor el pueblo maya posee su propia calculadora, solo se desgranaba mazorcas o recoger piedritas en el suelo y palillos por pedacitos a resolver aritméticas de lo más grande que fuese.

Según Salazar (2005), manifestó que los mayas como recurso didáctico elaboraron sus propios tableros para realizar sus cálculos matemáticos para cualquier cantidad numérica. Lo citado por el autor, que los mayas elaboraron sus propios materiales didácticos para facilitar sus cálculos matemáticos.

Al respecto Patal (2010), exterioriza que para resolver sus cálculos matemáticos el pueblo maya se auxilió del tablero para realizar sus operaciones numéricas. Lo aludido por el autor que el tablero como recurso didáctico ayuda a facilitar los cálculos matemáticos de cualquier dimensión.

En la misma línea DIGEBI et al. (2007) exhibe que el pueblo maya utilizó el tablero como materiales didáctico para realizar sus cuentas matemáticas, donde Fray Diego de Landa acentuó su obra literaria a nombre de Mérida Yucatán. Lo mencionado por el autor que el tablero es un material didáctico que salió a luz viva desde la obra literaria de Diego de Landa por su importancia en el uso del cálculo matemático propio del pueblo maya.

4.2.3 La Enumeración Maya en el Idioma Materno

El maestro como instructor debe ser bilingüe y el monolingüe tiene la obligación de aprender el idioma materno propio de sus estudiantes para facilitar el aprendizaje de la matemática vigesimal maya. La práctica de la enumeración en el idioma materno del estudiante posee una resonancia fonética atractiva, su aprendizaje es adquirido desde el seno familiar y su fortalecimiento en los centros educativos; tal como lo manifiesta. El maestro como instructor incentiva a sus estudiantes a practicar la enumeración maya en el idioma materno. El

aprendizaje del estudiante en la matemática vigesimal maya es satisfactorio porque aplica el conteo numérico en su idioma materno desde su casa y su reforzamiento en la escuela.

Al respecto Roncal & Cabrera (2000), exteriorizaban que la terminología lingüística de la ciencia matemática se deriva de los cinco dedos de las manos de cada brazo y de los cinco dedos de los pies de las piernas. Cuatro extremidades hacen un Winäq -la persona- y dos personas de distinto sexo se complementan ka'i' Winäq. De ellos surge un infante como tercera persona, OXK'al. Lo mencionado por autores que existen terminología lingüísticas propios de los idiomas mayas para desarrollar el sistema matemático que se deriva de los diez dedos de las manos y pies para formar el hombre Winaq que es observable desde las extremidades superiores e inferiores.

Según los literatos Roncal & Cabrera (2000), expresaban que las posiciones de los números del sistema decimal arábigo son leídas de derecha a izquierda, como las unidades, decenas, centenas, millares, unidad de millar, etc.; por su base vigesimal en el sistema de numeración maya, las distintas posiciones se leen de abajo hacia arriba, permiten leer las unidades, veintenas, cuatrocientas, ochomilenas, y así sucesivamente, cada posición es múltiplo de veinte. Lo dicho por autores con respecto a las posiciones de números del sistema decimal arábigo es leído de derecha a izquierda y mientras que la vigesimal maya se realiza de abajo hacia arriba.

Al respecto el escritor Mucía (1996), exterioriza que existe la sucesión de los días en forma matemática en los idiomas Mayas, en los días del tiempo pasado o de los días futuros se hace matemáticamente, a diferencia de la forma occidental. Como lo relata el autor que a través de los idiomas mayas de los días pasado y futuro se realizan de forma matemática a diferencia de los occidentales.

Según prosista Mucía (1996), expresó que la palabra Nik la flor numérica o el cero maya, como punto central se percibe con toda claridad, al mencionar los días pasados, el día de hoy y los días futuros en cualquier idioma maya tienen raíz numérica. Lo citado por el autor que en todos los idiomas mayas, las expresiones anteriores mantienen sus raíces numéricas inconfundiblemente, a excepción los días ayer, hoy y mañana, donde es muy difícil encontrar la raíz numérica.

Según DIGEBI et al. (2007), afirmaban que los números de cero a diecinueve se conoce, el número veinte se denomina en la mayoría de los idiomas mayas jun winäq que significa una persona humana. Al número veinte también se le conoce como k'al, el número cuarenta kawinaq o kak'al, en los procedimientos para cálculos y conteos grandes se adopta el término k'al en los sistemas clásico y sistema simple. Lo desarrollado por el autor que el número veinte en los idiomas mayas por su mayoría dice jun winäq-k'al que significan una persona humana y en los conteos grandiosos y cálculos se adopta el término k'al en los sistemas clásico y simple.

En tanto Patal (2010), aclaró que en los idiomas mayas existen partículas numéricas del sistema oral que se derivan de los numerales que aceptan prefijos y palabras que se derivan como: Nab'ey, rukan, rox, rukaj, ruwo', ruwaq, ruwuq, ruwaqxaq y en el idioma castellano se lee primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo... Lo citado por el escritor que en los idiomas mayas de forma oral se manifiestan prefijos y derivaciones, especialmente en los números ordinales.

En la escritura maya según lo que expresa Cabrera (1995), es pictográfica, ideográfica y fonética, presentándose una tendencia histórica hacia lo fonético. En los últimos 40 años, fue escrito por los mayas en las estelas, vasijas, dinteles e imágenes que han sido descifrados, que permitió conocer sobre la cultura. Al respecto de lo citado por el autor, que la escritura maya es de color

viva, figurada y escrita en las estelas, vasijas, que es de mayor resonancia al ser pronunciada en los idiomas mayas.

4.2.4 Los materiales didácticos se manifiestan en la anatomía animal y vegetal

En la Cosmovisión del pueblo maya, el Sistema Matemático Vigesimal Maya se manifiesta como símbolo de flor, no es dar frutos; sino números para la medición del tiempo y espacio. El Cero y las Semillas de una planta representan la flor numérica, que significa principio y final; la semilla genera la vida de una planta o algo parecido y dará números.

La matemática maya dio auge desde el tejido cósmico del Universo al que pertenece la humanidad. El conteo numérico matemático se manifiesta desde las extremidades superiores e inferiores de una persona que forma Winäq, animales y plantas se manifiestan Símbolos del Sistema Matemático Vigesimal Maya, así como indican.

Según Matul & Cabrera (1997), manifestó que la pareja mujer y hombre se unen en un veinte entrelazado y amoroso del cual surge un nuevo ser humano, que representa un nuevo veinte, una nueva categoría matemática, llena de esperanza que le aportará el bien a la humanidad y para la gloria de las energías cósmicas. Lo mencionado por publicistas que en una pareja hombre y mujer se unen en un veinte entrelazado y de forma amoroso entre la pareja nace otro nuevo ser humano que representa una veintena más.

En la misma línea Matul & Cabrera (2007), exteriorizó que en América Central, más exactamente en la región de Mesoamérica, mil años antes de Cristo, en el seno de la cultura Maya nace el cero tanto conceptual, como simbólicamente. Lo citado por autores que en la región de Mesoamérica entre los Estados de Quintana Roo, Tabasco, Chiapas, en todo Guatemala, Salvador y Honduras,

que antes de Cristo en el seno de la Cultura Maya nace el cero Nik o Flor de los números.

Al respecto Matul & Cabrera (2007), exhibió que para las representaciones numéricas se usaron, conchas de caracol de ríos, puntos, rayas o trazos, que constituyen las formas básicas de representación. También se utilizaron figuras en forma de cabezas humanas o cuerpos humanos completos. Lo plasmado por el autor que además de las conchas de ríos, puntos y rallas, también se utilizó figuras de forma humana para representar la enumeración maya.

En tanto Mucía (1996), manifiesta que los árboles dan flores antes de llegar a fruta, es la etapa inicial de una fruta para darle vida a otra planta y en los números sucede lo mismo. En la cosmovisión de los abuelos mayas en las matemáticas, el símbolo de flor no dará frutas, sino números para la medición del tiempo y espacio, que posee su valor relativo y absoluto. Lo citado por el autor, de una flor se llega a una fruta, que es la etapa inicial de la vida de una planta y en la cosmovisión del pueblo maya en las matemáticas la flor no dará frutas sino que dará números para la medición del tiempo y el espacio.

Al respecto Mucía (1996), relató que la práctica de la matemática se da a través del uso de las manos y de los pies como símbolos para cantidades mayores que la unidad, pero había un problema grande antes de poder utilizarlo, había que esculpir o modelar pequeños pies y pequeñas manos para luego manipularlos, a semejanza del uso de las piedras. Para escribir la cantidad veinte, podría utilizarse el amarre de dos manos y dos pies. Sin embargo, en la práctica era difícil. El autor cita que la práctica de la matemática se da a través de las manos y pies, que después se mandaron a esculpir pequeños pies y manos para realizar el manipuleo matemático.

Calderón (1966), argumenta que los mayas, además de utilizar puntos y rayas; para una forma más estética de representar los números es mediante glifos en

forma de cabeza o cefalomorfos, utilizaron glifos en forma de cuerpo entero. Para el maya cada número es sagrado, cada glifo cefalomorfo tiene su significado expresado de alguna relación con la naturaleza. Lo plasmado por el autor que además de puntos y barras, de forma artística se representan los números en glifos en forma de cabeza o de cuerpo entero, que son sagrados y poseen su propio significado para el pueblo maya.

Según Salazar (2005), manifestó que el sistema de numeración maya vigesimal, está inspirado desde la persona que constituye sus extremidades superiores e inferiores, de cinco dedos de cada mano y cinco de cada pie. El autor puntualiza que el sistema de numeración maya se observa en cada una de las extremidades de la persona, desde los dedos de los pies y manos.

Además que el sistema de numeración del pueblo maya se utiliza el cero, lo cual al respeto Patal (2010), exteriorizaba que durante la historia de la humanidad; los mayas fueron los primeros que hicieron uso del concepto matemático “cero” en su sistema de numeración, por ser su sistema de numeración posicional hicieron uso del valor relativo de las cifras. Lo aludido por el autor que el cero como sistema de numeración, los mayas fueron los primeros en utilizar para realizar sus cálculos matemáticos y medidas astronómicas, que mil años después los utilizó la india y se justifica que el sistema de numeración no lo inventaron los mayas sino que fue heredado de la civilización Olmeca

En tanto Mucía (1996), exteriorizaba que Ajaw es el centro de las matemáticas, es el creador del inicio y final de todo, por lo tanto; los números tienen que empezar desde allí y finalizar allí. El autor puntualiza que el Ajaw en el centro de las matemáticas del inicio y final de todo, por lo tanto los números empiezan de un inicio y llegan a un final al despejar sus aritméticas.

Al respecto Cabrera (1995), descubrió que el concepto Cero en la Cultura Maya no implica inasistencia o nulo, es decir que no es negativa, sino que se asciende constantemente por escala numérica. El Cero involucra otras cantidades para ascender a mayor e integridad hacia una naturaleza crecida o llena. Lo citado por el autor que el cero no significa no hay sino que todo está. La categoría del cero representa que las cantidades están completas y que deben pasarse al siguiente escalafón o categoría matemática.

En la misma línea Calderón (1996), manifestó que el Cero es representado a través de una concha que significa muerte, terminación de la vida, cierre de un ciclo, medida que se completa, la integración final. El autor realizó una comparación con la concha del río con la vida final o muerte del ser humano. Esto sucede porque la concha es dejada del molusco si se muere, se advierte que su ciclo de vida llegó a su fin y que solo queda allí la huella geológica que comunica que existió y se completó.

Los materiales didácticos textuales que el pueblo Maya utilizó fueron los códices que se quedaron desde la invasión española y los paratextuales propios de la naturaleza y comunidad es utilizado como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya.

CONCLUSIONES

- El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica voluntaria entre compañeros de clase. El Aprendizaje de sus Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya es didáctico, fácil y pedagógico en su aplicación cuantitativa y cualitativa. Por tanto el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y sus contenidos, se fortalece a través de la práctica constante en los aprendices de forma eficiente. A través de la práctica continua se fortalece las experiencias en la aplicación de Juegos e implementación de talleres didácticos sobre el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. Pero quizá lo más importante del aprendizaje de la matemática es precisamente la utilidad que tiene en la vida diaria, en la vida común de todos
- Para facilitar el Aprendizaje del Sistema Matemático Vigesimal Maya, sus Operaciones Aritméticas y su contenido se utilizan los Materiales Didácticos manipulativos tomados directamente del entorno natural y de la vida cotidiana de los estudiantes que favorecen aprendizajes culturalmente pertinentes propios de la naturaleza y comunidad tales como: utensilios de cocina, instrumentos de tejido, la naturaleza, el cuerpo humano, maíz, frijol, flores, hojas de plantas u otros. El aprendizaje se adquiere a través de la práctica de Juegos Didácticos con el uso de perinolas, dados, tarjetas, rompecabezas, dominó, loterías, ábacos u otras; que son disponibles en la comunidad que permiten adquirir conocimientos acorde a la realidad y capacidad del estudiante, que de alguna manera facilita el aprendizaje de los contenidos como materiales didácticos textuales de libros impresos de matemática u otras publicaciones que se pueden utilizar en el aula de consulta o como centros de documentación para el uso colectivo y continuado de los estudiantes y docentes.

RECOMENDACIONES

- Para fortalecer el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya se debe practicar sus Operaciones Aritméticas desde el seno familiar de lo fácil a lo complejo. El aprendizaje de la Matemática debe partirse desde el idioma materno del estudiante, porque lo practica continuamente en el hogar con sus padres a través de ejemplos claros y precisos. Por tanto el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya es dinámica y lúdica por el uso que se le da a los materiales didácticos paratextuales existentes en la naturaleza y comunidad. Muchas veces se tiene la mejor intención para hacer el trabajo docente, pero simplemente no se cuenta con determinados lineamientos que sirvan de guía para el proceso. Es muy común cometer errores graves por desconocimiento de las formas de aprendizaje más adecuadas, esos errores se pagan muy caros y quien los paga es el alumno, por lo tanto el aprendizaje de la matemática debe ir de lo más sencillo a lo más complejo, se enseña primero en la práctica y luego en la teoría.
- Para facilitar el Aprendizaje de las Operaciones Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya, se debe hacer uso de los materiales didácticos propios de la naturaleza y comunidad, son manipulables, fáciles en obtención y su didáctica de aprendizaje es satisfactorio. El facilitador de Cátedra de Matemáticas debe apropiarse de los Juegos y materiales didácticos paratextuales para que el aprendizaje sea de forma dinámica y lúdica. Se debe inculcar en el estudiante la participación en talleres de aprendizaje sobre el uso de los materiales didácticos paratextuales y textuales como libros de guía de Matemática Vigesimal Maya, para que los problemas matemáticos no se resuelven con recetas, sino que los alumnos deben saber con claridad que significan las operaciones Aritméticas y no sólo resolverlas mecánicamente.

REFERENCIAS

A) Libros

Bartolo Manuel, Juana Melanie. (2008). Enseñando en el Idioma Maya. Módulo 3. Guatemala.

Cabrera, Francisco & Roncal, Federico. (2000). Didáctica de la Matemática, PRODESSA/USAID/URL/EDUMAYA, Módulo Educativo 5to Magisterio. (1ª. Ed.). Guatemala.

Caciá Daniel & Reyes Roselia. (2004). El sistema de numeración maya y sus operaciones aritméticas. (1ª. Ed.). Guatemala.

Consejo Nacional de Educación Maya. (2002). Conclusiones III. Congreso Nacional de Educación Maya. Resultados y Recomendaciones. (1ª. Ed.). Guatemala.

Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural. PROEIMCA/ PROEMBI. (2007). Manual de Metodología para Educación Bilingüe Intercultural. (1ª. Ed.). Guatemala.

Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural. Ministerio de Educación. Consultoría de Etnomatemáticas. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2000). Memoria de la Conferencia Nacional de Educación Bilingüe Intercultural en Guatemala. Guatemala.

Fernández Sánchez, Oscar & Duque Sánchez, Harold. (2014). Algunas consideraciones sobre los numerales mayas. Bogotá.

- Guorón Ajquijay, Pedro (2001). Ciencia y Tecnología Maya. Escuela Superior de Educación Integral Rural. -ESEDIR- Mayab' Saqarib'al. (1ª. Ed.). Guatemala.
- Guorón Ajquijay, Pedro & Roncal, Federico (2002). Culturas e Idiomas de Guatemala. Desarrollo Profesional del Recurso Humano. MINEDUC. (1ª. Ed.). Guatemala.
- Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular, Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel de Educación Preprimaria Etapa 3 a 6 años. (2012). (1ª. Ed). Guatemala.
- Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular, Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel Medio, Ciclo Básico. (2011). Tercer Grado, Área de Matemáticas. (1ª. Ed). Guatemala.
- Ministerio de Educación. Dirección General del Currículum -DIGECUR- Currículum Nacional Base. Nivel Medio, Ciclo Diversificado. Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación. (2010). (1ª. Ed.). Guatemala.
- Ministerio de Educación. Vice ministerio de EBI. Modelo Educativo Bilingüe Intercultural. (2009). Guatemala.
- Ministerio de Educación. Desarrollo Profesional del Recurso Humano. Psicopedagogía. Educadores preparados, líderes del cambio. (2002) (1ª. Ed.). Guatemala.
- Mucía Batz, José. (2005). AJLAB. Matemática Vigesimal Maya. (1ª. Ed.). Guatemala.

Municipalidad de Ixcán. (2005). Plan Comunitario de Desarrollo de la Aldea Xalbal, Periodo 2005-2012. Guatemala

Patal Mactzul, Juan (2010). Elaboración de Prototipo del texto Matemáticas Maya y Universal. Cuarto Magisterio Nivel Infantil (1ª. Ed). Guatemala.

Patal Mactzul, Juan. (1998). El Contador de los Granos de Maíz. (1ª. Ed.). Guatemala.

Programa de Formación de docentes Universitarios en Educación Bilingüe Intercultural de las Carreras en Educación Superior del Proyecto de Desarrollo Santiago -PRODESSA- Y Fundación Rigoberta Menchú Tum -FRMT- (1ª. Ed). Guatemala.

Roncal Martínez, Federico. (1999). Historia del Pueblo Maya. (2ª. Ed.). Guatemala.

B) Tesis de Licenciatura

Aguilón Crisóstomo, Luis Alfredo. (2013). Estrategias Didácticas de la Lengua Materna y el estudio de la Matemática Maya. Licenciado en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Coronado Crisóstomo, Imelda Leticia. (2014). Juegos Didácticos para la Enseñanza Aprendizaje de la Matemática Maya. Licenciada en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

García Solís, Petrona Alejandra. (2013). Juegos Educativos para el Aprendizaje de la Matemática. Licenciada en Pedagogía con Orientación en

Administración y Evaluación Educativa. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Morales Montoya, Oscar David. (2013). Descontextualización de recursos didácticos textuales en el proceso enseñanza-aprendizaje del sistema de numeración vigesimal. Licenciado en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Orózco Pérez, Teodoro Arnulfo. (2014). Didáctica de la Matemática Maya y Aprendizaje Significativo. Licenciado en Educación para Contextos Multiculturales con Énfasis en la Enseñanza de los Idiomas Mayas. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Salazar de León, Erwin Eduardo. (2005). Análisis Comparativo de los Conceptos Matemáticos Maya y Kaxlan. Licenciatura en Antropología, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Salazar Sandoval, Claudia Yineth & Vivas Saenz, Yuly Alejandra. (2013). Enseñanza del Sistema de Numeración decimal a través de la Planificación de Material Manipulativo. Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Matemática. Universidad del Valle Instituto de Educación y Pedagogía Área de Matemáticas. Santiago de Cali.

Tzul Zacarias, Silvia Ceferina. (2014). Metodología para el Aprendizaje de la Matemática Maya. Licenciada en Educación Bilingüe Intercultural. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

C) Tesis de Maestría y Doctorado

Duque Sánchez, Harold. (2013). El Sentido del Número en la Cultura Maya. Maestría en Enseñanza de la Matemática. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.

Flores Vera, Miguel Ángel. (2003). Los juegos y juguetes infantiles. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ecología Humana. Centro de Investigación y de Estudios Avanzado del Instituto Politécnico Nacional. México.

Gavarrete Villaverde, María Elena. (2012). Modelo de aplicación de Etnomatemáticas en la Formación de Profesores para Contextos Indígenas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada Departamento de Didáctica de la Matemática. Costa Rica.

Mamani Vargas, Macias Platón. (2010). Etnomatemática y el grado de razonamiento lógico matemático. Magister en Educación con Mención en Docencia en Educación Superior. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

Yojcom Rocché, Domingo. (2013). La Epistemología de la Matemática Maya: Una Construcción de Conocimientos y Saberes a través de Prácticas. Doctor en ciencias en Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzado del Instituto Politécnico Nacional. México.

D) E-gráficos

Bautista Vallejo, José Manuel & Raquel López, Norma. (2002). El juego didáctico como estrategia de atención a la diversidad. Paraguay. Recuperado el 25 de diciembre de 2015, de:

http://www.uhu.es/agora/version01/digital/numeros/04/04articulos/miscelanea/pdf_4/03.PDF

Botana Olañeta, Pablo. Las Matemáticas Mayas. 1º ESO I.E.S. Fraga do Eume Pontedeume.. Recuperado el 10 de diciembre de 2015, de:
http://www.enciqa.org/files/boletins/64/as_matematicas_mayas.pdf

Díaz Toro, Nancy Dayana & Mosquera López, Saulo. (2009). Actividades Didácticas apoyadas en algunos aspectos Históricos de la Cultura y Matemática Maya. Revista Latinoamericana de Etnomatemática. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de:
<http://www.etnomatematica.org/v2-n1-febrero2009/diaz.pdf>

Fernández Sánchez, Oscar & Duque Sánchez, Harold. (2014). Algunas consideraciones sobre los números mayas. Revista Científica/ISSN. Bogotá. Recuperado el 15 de abril de 2015, de:
<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/viewFile/7692/9482>

Fernández Sánchez, Oscar. (2010). Pensamiento Matemático de los Mayas, una Creación Metafórica. Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN. Universidad Católica Popular del Risaralda. Bogotá. Recuperado el 4 de diciembre de 2015, de:
<http://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/entrecei/article/viewFile/761/722>

Fernández Sánchez, Oscar. (2010). Capítulo 2. Propuesta para la Enseñanza de las Matemáticas. Número Embera-Número Maya, una experiencia de aula. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. Bogotá. Recuperado el 24 de enero de 2016, de:
<http://funes.uniandes.edu.co/4174/1/Fern%C3%A1ndezN%C3%BAmeroALME2012.pdf>

FTE. (2009). Energía 9 Matemáticas. (140) 12, de México. Recuperado el 04 de mayo del 2015, de: www.fte-energia.org/pdf/e140-12-18.pdf.

García, Granier, Moreno, Ochoa, Ramírez, Sequera & Zuvia. (2003). Formación de docentes en el uso de Recursos Didácticos para construir conceptos. Investigación Arbitrada ISSN. Recuperado el 25 noviembre de 2015, de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/19767/1/articulo13.pdf>

Muñiz Rodríguez, Laura, Alonzo Velásquez, Pedro & Rodríguez Muñiz, Luis José. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: estudio de una experiencia innovadora. Revista Iberoamericana de Educación Matemática. Recuperado el 25 de noviembre de 2015, de: www.fisem.org/web/union

Poveda Pilarte, Silvia María & Alemán Pérez, José David. (2006). Operaciones Fundamentales en la Aritmética Maya. Nicaragua. Recuperado el 10 de diciembre de 2015, de: www.alipso.com/monografias3/Matemática-maya-Operaciones_fundamentales/index.php.

Raxh'e Guajan, Demetrio Rodríguez & Son Chonay, Obdulio. (2007). Numeración Maya en Tz'utujil. Guatemala. Recuperado el 10 de diciembre de 2015, de: http://www.grupoalquerque.es/ferias/2012/archivos/pdf/numeros_mayas.pdf

Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media -EFPEM-
Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en la Cultura Maya



ANEXO

Propuesta educativa

Uso de los materiales didácticos paratextuales en la Matemática

Vigesimal Maya

Para Estudiantes de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab'
Tijob'al Oxlajuj Tz'i'; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán,
departamento El Quiché.

Virgilio Sebastián Andrés

Guatemala, Julio 2016

ÍNDICE

Contenidos	Páginas
Introducción.....	128
1. Justificación.....	129
2. Fundamentos.....	130
2.1 Fundamentos Filosóficos del pueblo Maya.	130
2.2 Fundamentos Teóricos del Modelo Educativo Bilingüe Intercultural-EBI-	133
2.3 Fundamentos Legales de la Educación.....	135
3. Objetivos.....	138
4. Cobertura Pedagógica.....	139
5. Dosificación de Contenidos.....	140
6. Fases de Implementación.....	141
7. Plan Didáctico de Ejecución.....	146
8. Evaluación.....	147
9. Referencias Bibliográficas.....	149

INTRODUCCIÓN

La propuesta educativa está basado en el “Uso de los materiales didácticos paratextuales para el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya”, se refiere a los conocimientos en el uso de los materiales Didácticos paratextuales en el área de la matemática vigesimal maya, que son saberes que se poseen desde la cultura a través de las personas mayores de edad residentes de la comunidad de Xalbal. La investigación fortalece los conocimientos cotidianos sobre el uso de los materiales Didácticos paratextuales aplicables en el área de la matemática vigesimal maya como sabiduría que poseen los abuelos-abuelas, padres-madres de familia, líderes-lideresas y autoridades comunitarias.

Los conocimientos investigados son tomados en cuenta en la Planificación Anual de contenidos, que posee con una cobertura pedagógica en las Subáreas de Aprendizaje de Matemáticas, Lengua y Literatura en L1 y L2, Física y Productividad y Desarrollo. Su aplicación de aprendizaje se desarrolla con estudiantes de las Carreras de Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación y Magisterio de Educación Infantil de la Escuela Normal a través de Talleres educativas en la Jornada Vespertina. La presente propuesta educativa contempla las siguientes fases de implementación: organización de los sujetos que integran en el Proyecto Educativo, recopilación de información, implementación de conocimientos en la Planificación Anual de Contenidos y aplicación de los conocimientos investigados. En cada fase se indica el lugar donde se ejecutará, los responsables directos en ejecución, los recursos materiales-humanos y el tiempo dado por semanas. El plan didáctico de ejecución contempla por cada Área de aprendizaje, las competencias, contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales, recursos y técnicas.

1. Justificación

Según Castro (2005:23), cita que: “los materiales paratextuales son aquellos que se usan para desarrollar aprendizajes mediante la manipulación sensoria motriz y que no responden a textos escritos”. Los materiales didácticos paratextuales ofrecen que los estudiantes eligen actividades que les ayuden a su desarrollo intelectual para el proceso de aprendizaje significativo. El desarrollo de la Matemática Maya se fundamenta desde lo filosófico, es decir que la lógica del Sistema Vigesimal se basa en el concepto del ser humano como obra completa de la creación. Por tanto el sistema de numeración maya es vigesimal o sea de base 20, puede representarse en el cuerpo humano, pues la base lo constituyen sus extremidades inferiores y superiores.

Matul & Cabrera (2007:205), cita que: “la matemática maya es altamente expresiva, para hacer las representaciones numéricas se usaron, conchas de caracol, puntos, rayas, que constituyen las formas básicas de representación.” El más significativo de los tres es el óvalo que representa el cero, que es uno de los descubrimientos más significativos en el campo de la matemática maya y cabe decir que una de las mayores abstracciones que aporta el intelecto maya a la humanidad.

La propuesta surge en respuesta que en la Escuela se utilicen materiales Didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y su contenido.

Los abuelos y abuelas mayas poseen una diversidad de conocimientos empíricos relacionados a la matemática en el idioma materno, de los cuales deben ser sistematizados en contenidos científicos del Sistema Matemático Vigesimal Maya para facilitar y fortalecer la sabiduría con estudiantes.

2. Fundamentos

2.1 Fundamentos Filosóficos del pueblo Maya.

Según el Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel Medio, Ciclo Básico, Tercer Grado, Área de Matemática Maya (2011:22), manifiestan que se considera al ser humano como el centro del proceso educativo. Se le concibe como un ser social, con características e identidad propias y con capacidad para transformar el mundo que le rodea, poseedor de un profundo sentido de solidaridad, de comprensión y de respeto por sí mismo y de los demás.

Al respecto Según Villalever (1997:2), manifiesta que el fundamento filosófico posee una personalidad que se concreta en su identidad personal, familiar, comunitaria, étnica y nacional que es capaz de interactuar con sus semejantes con miras al bien común para trascender el aquí, ahora y proyectarse al futuro

- **Cosmovisión del Pueblo Maya:** la cosmovisión maya permite apreciar la relación armónica que existe entre todos los elementos del universo, comprender que el ser humano es otro elemento de la naturaleza, microcosmos dentro del macrocosmos, que la tierra es la madre que da la vida y que el maíz es un signo sagrado de la cultura maya. La educación maya se centra en la formación integral de la persona, Jun Winäq el Ser Maya en su dimensión colectiva y en interrelación con los otros elementos del cosmos.
- **Paradigma de la vida desde la cosmovisión del Pueblo Maya:** el Ser Maya se comprende y se define como parte de la naturaleza, un ser social de sentimiento colectivo con sentido de pertenencia, que orienta su existencia como persona humana. En el pensamiento filosófico maya todo tiene vida, movimiento, orden, función y dignidad.

- **Principios básicos del pensamiento filosófico Maya:** estos principios son algunos de los que deben tener aplicabilidad en el ámbito escolar porque fundamentan, facilitan, hacen pertinente y significativo el proceso educativo:
 - **Materia-energía-tiempo-espacio-movimiento:** existe en la naturaleza y en el cosmos diversas manifestaciones reflejadas en los niveles energéticos de plantas, mineral, animales, personas y otros.
 - **Complementariedad:** el ser de las personas se complementa con el ser de las plantas, los animales, los minerales, el aire, el calor, el agua, el cosmos y con todo lo que existe. Es decir que todos son hermanos.
 - **Armonía-equilibrio:** el ser humano busca equilibrio y armonía consigo mismo, con los demás, con la naturaleza y con las energías del cosmos.
 - **Sistema y funciones:** el sistema implica posiciones dinámicas y funciones propias en correspondencia con la naturaleza y características de cada elemento. En consecuencia, todos los elementos de la naturaleza no existen por simple casualidad; más bien, debido a las funciones que le son inherentes en sí y por sí.

- **Fundamento Antropológico**

El ser humano es creador y heredero de su cultura, lo cual le permite construir su identidad a través de la comunicación y del lenguaje en sus diversas expresiones.

- **Fundamento Sociológico**

La convivencia humana se realiza en la interdependencia, la cooperación, la competencia y el espíritu de responsabilidad y de solidaridad en un marco de respeto a sí mismo y hacia los demás mediante el reconocimiento de los Derechos Humanos.

- **Fundamento Psicobiológico**

Plantea la necesidad de responder a la naturaleza de los procesos de crecimiento y desarrollo físico, mental y emocional de los estudiantes y a la necesidad de configurar una personalidad integrada, equilibrada y armónica.

- **Fundamento Pedagógico**

La educación es un proceso social, transformador y funcional que contribuye al desarrollo integral de la persona; la hace competente y le permite transformar su realidad para mejorar su calidad de vida. En el proceso los estudiantes desarrollan valores, refuerzan comportamientos, modifican actitudes, potencian habilidades y destrezas que permiten a los estudiantes identificar y resolver problemas. El papel del docente es mediar, facilitar, orientar, comunicar y administrar los procesos educativos.

- **Fundamentos cosmo-psicológicos**

Cada ser que habita esta tierra tiene un protector específico, los seres humanos, las plantas y los animales, es una energía cósmica que imprime la vida a cada ser, que lo cuida y lo protege, es lo que dentro de la cosmovisión maya se define como Ruwach Q'ij / Nawal, la energía de los seres. La cultura maya considera que cada quien nace bajo la relación estrecha protección de uno de los 20 energías del Cholq'ij. El Cholq'ij es ciencia desarrollado por el Pueblo Maya para guiar y ordenar la vida de los seres humanos dentro de un universo complejo pero equilibrado.

2.2 Fundamentos Teóricos del Modelo Educativo Bilingüe Intercultural-EBI-

El MINEDUC, Viceministro de EBI (2009:34), da a conocer los siguientes fundamentos:

- **Fundamentos filosóficos**

La formación humana se sustenta en la visión holística de la vida y la interdependencia armónica con los demás seres vivos, la naturaleza y el cosmos.

- **Fundamentos científicos:**

Los conocimientos de los pueblos guatemaltecos, junto al conocimiento universal se complementan para transformar una nueva visión de ciencia para la vida, una dimensión espiritual y afectiva que posibilite oportunidades de identificar y comprender los hechos, los fenómenos y las prácticas de manera más integral.

- **Fundamentos pedagógicos**

Los pueblos cuentan con formas propias de construcción y transmisión de los conocimientos de generación en generación, de forma colectiva e interacción con el medio social y natural. Cuyos conceptos principales son el equilibrio, la armonía, el ejemplo, la paciencia, la observación, la experimentación y la perfección. Estas acciones se realizan dentro de una dinámica participativa, en donde padres y madres de familia y ancianos de la comunidad apoyan al docente y al estudiante en la construcción de nuevos conocimientos, principalmente en actividades, como de investigación y discusión de contenidos sobre su cultura y contexto.

- **Fundamentos metodológicos**

El aspecto lúdico también constituye una herramienta pedagógica que conlleva al desarrollo de habilidades y destrezas del pensamiento en el marco de la construcción del conocimiento autónomo y colectivo. La participación de padres y madres de familia, así como líderes de la comunidad en los procesos pedagógicos, no solo garantizan la pertinencia y relevancia de la formación de los estudiantes sino también contribuye a mejorar el nivel de vida de las personas.

- **Fundamentos psicológicos**

Los pueblos guatemaltecos, particularmente el Pueblo Maya concibe que al ser humano como un ser completo tiene la capacidad de desarrollar múltiples capacidades y potencialidades de acuerdo con sus energías cósmicas desde su concepción, nacimiento, porvenir y trascendencia

- **Fundamentos lingüísticos**

El idioma es uno de los pilares fundamentales sobre los cuales se sostiene la cultura, es el vehículo para la adquisición y transmisión de la cosmovisión indígena, sus conocimientos y valores culturales. En el ámbito personal y familiar todo el mundo tiene derecho a usar su propia lengua. Toda comunidad lingüística tiene derecho a codificar, estandarizar, preservar, desarrollar y promover su sistema lingüístico, sin interferencias inducidas o forzadas. El fortalecimiento de los idiomas maternos en el proceso educativo, no solo contribuyen a la internalización y apropiación de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes hablantes de dichas lenguas, sino también son indispensables en el mejoramiento de la calidad educativa.

- **Fundamentos antropológicos**

La formación que se propicia busca la autovaloración y auto realización humana, el desarrollo de la autoestima étnica, el liderazgo y la participación activa en los procesos políticos y sociales orientados hacia la equidad y la justicia social.

- **Fundamentos Antropológicos del ser Humano según el Pensamiento Maya:** según el Popol Wuj el ser humano es una criatura hecha por los Creadores y Formadores con la ayuda de Ixpiyakok e Ixmukane. Es la gloria y grandeza de la creación y formación; vino al mundo después que pensaron, meditaron y consensuaron el Corazón del cielo Tz'aqol, B'itol, Alom, K'ajolom.

- **Fundamentos sociológicos**

La educación intercultural se propicia para mejorar el dialogo de saberes y conocimientos; mediar los conflictos y mejorar relaciones de equidad social; la erradicación de la pobreza, la exclusión y la marginación social; la promoción de la participación entre hombres y mujeres, el goce de los derechos humanos fundamentales y la libre determinación de los pueblos.

2.3 Fundamentos Legales de la Educación

El Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel Medio, Ciclo Básico, Tercer Grado, Área de Matemática Maya (2011:10), describen la legislación existente en Guatemala como bases legales de la Educación que se relacionan con la propuesta educativa:

- **Constitución Política de la República de Guatemala.**
 - **Artículo 72. Fines de la Educación.** La educación tiene como fin primordial el desarrollo integral de la persona humana, el conocimiento de la realidad y cultura nacional y universal.
 - **Artículo 76. Sistema Educativo y Enseñanza Bilingüe.** En las escuelas establecidas en zonas de predominante población indígena deberá impartirse preferentemente en forma bilingüe.

- **Decretos**

- **Decreto Número 42-2000 Ley de Desarrollo Social** Sección III Política de Desarrollo Social y Población en materia de educación.
- El Artículo 27 indica que la educación es un proceso de formación integral del ser humano para que pueda desarrollar en amor y en su propia cosmovisión las relaciones dinámicas con su ambiente, su vida social, política y económica dentro de una ética que le permita llevar a cabo libre,

consciente, responsable y satisfactoriamente, su vida personal familiar y comunitaria.

- **Decreto número 19-2003** Ley de idiomas Nacionales que oficializan el uso de idiomas indígenas en Guatemala.

- **Artículo 8. Utilización.** En el territorio guatemalteco los idiomas Mayas, Garífuna y Xinka podrán utilizarse en las comunidades lingüísticas que correspondan, en todas sus formas, sin restricciones en el ámbito público y privado, en actividades educativas, académicas, sociales, económicas, políticas y culturales.

- **Artículo 13. Educación.** El Sistema Educativo Nacional, en los ámbitos público y privado, deberá aplicar en todos los procesos, modalidades y niveles, el respeto, promoción, desarrollo y utilización de los idiomas Mayas, Garífuna y Xinka, conforme a las particularidades de cada comunidad lingüística.

- **Acuerdos**

- **Acuerdos Acuerdo Gubernativo 726-95 Creación de DIGEBI**

- **Artículo 1.** Crear la Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural (DIGEBI), como dependencia Técnico Administrativa del nivel de Alta Coordinación y Ejecución del Ministerio de Educación.

- **Artículo 2** La Dirección General de Educación Bilingüe, es la entidad rectora del proceso de la Educación Bilingüe Intercultural en las comunidades lingüísticas Xinka, Mayas, y Garífuna.

- **Acuerdo Gubernativo No. 526-2003. Creación del Viceministerio de Educación Bilingüe e Intercultural.**

➤ **Artículo 1.** Se crea un tercer Viceministerio en el Ministerio de Educación como Viceministerio de Educación Bilingüe e Intercultural, encargado de los temas de la lengua, la cultura y multiethnicidad del país. Impulsar la enseñanza Bilingüe, Multicultural e Intercultural, promover y fortalecer una política educativa para el desarrollo de los pueblos indígenas, con base en su idioma y cultura propios.

- **Acuerdo Gubernativo número 22-2004.**

➤ **Artículo 1. Generalización del Bilingüismo.** Se establece la obligatoriedad del bilingüismo en idiomas nacionales como política lingüística nacional, la cual tendrá aplicación para todos los estudiantes de los sectores públicos y privados.

➤ **Artículo 7. Descentralización Curricular.** El currículum del Sistema Educativo se descentraliza en tres niveles de concreción: nacional, regional y local.

- **Convenio**

- **Convenio 169 sobre los Pueblos Indígenas y Tribales (1989) Ginebra, Suiza, ratificado en 1994**

El convenio 169 de la OIT establece la obligación de los Estados de organizar sus políticas educativas de acuerdo con los intereses y necesidades de los Pueblos Indígenas y tomarlos en cuenta en la toma de decisiones en esta materia.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Fortalecer el uso de los conocimientos de los abuelos y abuelas en el uso de los materiales didácticos paratextuales propios de la comunidad y naturaleza, para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya y sus contenidos.

3.2. Objetivos específicos

- Recopilar los conocimientos empíricos de los abuelos y abuelas mayas del Sistema Vigesimal Maya relacionados con las Subáreas Curriculares de Matemáticas, Lengua y Literatura en L1 y L2, Física y Productividad y Desarrollo, para luego incluirlos en la Planificación Anual de contenidos, con estudiantes Normalistas de la comunidad de Xalbal.

- Llevar a la práctica el uso de materiales didácticos educativos paratextuales que respondan a las necesidades y paradigmas del estudiante.

- Fortalecer en el proceso de aprendizaje de los estudiantes que una de las Áreas fundamentales de la civilización maya es su Matemática Vigesimal.

4. Cobertura pedagógica

Los conocimientos se adquieren a diario, desde las experiencias de los abuelos y abuelas mayas en el Sistema Matemático Vigesimal, por tanto posee su cobertura pedagógica desde las siguientes Subáreas de Aprendizaje del Currículum Nacional Base -CNB- de Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación.

- **Subárea de Matemáticas**

Todo lo relacionado a la numeración y el aprendizaje de la matemática vigesimal maya y sus símbolos.

- **Subárea de Lengua y Literatura en L1 y L2**

Que involucra el aprendizaje de la lectoescritura de enumeración maya y su matemática en los idiomas mayas como: Mam, Q'anjob'al, Chuj, Popti' y Akateko con su traducción en el idioma español.

- **Subárea de Física**

Todo lo relacionado con las conversiones de medidas de longitud, masa, tiempo, superficie y volumen.

- **Subárea de Productividad y Desarrollo**

Todo lo que relaciona a la actividad agrícola, carpintería, artesanía o manualidades de Artes Industriales y lo relacionado a la elaboración de tejidos y preparación de alimentos e instrumentos de cocina para el aprendizaje de los estudiantes en el Área de Educación para el Hogar.

5. Dosificación de contenidos

Nivel Medio, Ciclo Diversificado

Subáreas Curriculares de Aprendizaje	Contenidos Declarativos o Conceptuales
Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Símbolos de la numeración - El elemento Cero - Sistema de Numeración Maya - Tablas de potencias de base 20 - Cambio de base - Reglas de Escritura de números enteros y números racionales - Operaciones Aritméticas con Numerales Mayas - El Tablero de Cálculo Maya
Lengua y Literatura L1 Idioma Maya L2 Idioma Español	<ul style="list-style-type: none"> - Pronunciación, lectura y escritura de enumeración en el Idioma Maya Mam, Q'anjob'al, Chuj, Popti' y Akateko - Descripción de cada número - Sistema de Numeración Oral - Escritura de los números - La terminología de la Ciencia Matemática - Traducción de términos Matemáticos del Sistema Vigesimal Maya en los idiomas mayas al español y por su viceversa.
Física	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de tiempo - Unidades de medida - Sistema de medias de longitud y masa - Conversiones de Superficie y Volumen
Productividad y Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> - Geometría y unidades de medida. - Medidas e instrumentos que se utilizan en la elaboración de tejidos como güipiles mayas. - Medidas agrícolas, en la siembra de granos básicos como maíz y frijol - Medidas e instrumentos de cocina que se utiliza en la preparación de los sagrados alimentos propios de la cultura maya - Medidas en la elaboración de muebles, donde se utilizan herramientas de carpintería, madera, cinta métrica, pita de cáñamo

6. Fase de implementación

Fases	Lugar	Responsables directos	Recursos materiales	Recursos humanos	Tiempo
<p>Organización</p> <p>Presentación de planteamiento y aprobación de propuesta educativa ante el personal Administrativo, docentes y consejo de padres de familia de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural.</p>	Escuela Normal de Xalbal	-Persona encargada de la propuesta	Computadora y Cañonera	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Director, subdirector y secretaria</p> <p>-Docentes y consejo de padres de familia</p>	Una Semana
<p>Recopilación de conocimientos</p> <p>-Acercamiento hacia los abuelos-abuelas mayas, padres-madres de familia, líderes-lideresas y autoridades comunitarias.</p> <p>-Elaboración de guías de entrevista y conversación.</p> <p>-Tratamiento de la información recopilada por docentes bilingües (idioma maya-idioma español) y encargado del Subárea de Aprendizaje.</p>	<p>-Acercamiento directo hacia los domicilios</p> <p>-Uso de salones de clase de la Escuela Normal</p>	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Docentes de las Subáreas de Matemáticas, Lengua y Literatura L1 Idioma Maya y L2 Idioma Español, Física y Productividad y Desarrollo.</p>	<p>-Computadora</p> <p>-Impresora</p> <p>-Guías de entrevista</p> <p>-Guías de conversación</p> <p>-Uso de cuadernos de apunte, bolígrafos, papel bond y manila</p>	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Abuelos-abuelas</p> <p>-Padres-madres de familia</p> <p>-Líderes-lideresas</p> <p>-Autoridades comunitarias</p> <p>-Estudiantes y docentes</p> <p>-Intérpretes donde el caso lo amerite.</p>	Cinco semanas

Fases	Lugar	Responsables directos	Recursos materiales	Recursos humanos	Tiempo
<p>Implementación de Conocimientos</p> <p>Para su ejecución se integra en la Planificación Anual de Contenidos que se desarrollará a través de talleres educativos</p>	-Salones de Clase de la Escuela Normal de Xalbal	-Persona encargada de la propuesta -Docentes involucradas en las Subáreas de aprendizaje	-Computadora -Cañonera. -Impresora -Plan anual por Subáreas -Materiales permanente de trabajo -Librillos elaborados -Bolígrafos -Hojas bond y manila	-Persona encargada de la propuesta -Director, subdirector y secretaria -Docentes y consejo de padres de familia -Comisión de planificación de ejecución de talleres educativos	Cuatro semanas
<p>Aplicación de Conocimientos</p> <p>En esta fase se desarrolla los conocimientos plasmados en la Planificación Anual de Subáreas de Aprendizaje con estudiantes de la Escuela Normal, de parte del docente titular a través de talleres educativos. Para facilitar el aprendizaje se desarrolla los talleres en la jornada vespertina, dos a tres veces a la semana.</p>	-Uso de salones de clase de la Escuela Normal	-Persona encargada de la propuesta -Docentes de las Subáreas de Matemáticas -Lengua y Literatura L1 Idioma Maya y L2 Idioma Español -Física -Productividad y Desarrollo.	-Cañonera -Computadora -Impresora -Librillos elaborados -Recursos Didácticos paratextuales propios de la comunidad y naturaleza. -Uso de cuadernos de apunte, bolígrafos, papel bond y manila	-Persona encargada de la propuesta -Comisión de planificación de ejecución de talleres educativos -Docentes -Estudiantes de las Carreras: Magisterio de Educación Infantil y Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación de la Escuela Normal de Xalbal.	Seis semanas

7. Plan Didáctico de Ejecución

Área y Subárea: Matemáticas

Competencia	Contenidos			Recursos	Técnicas
<p>-Aplicar en el aula los tres momentos del aprendizaje en la cultura maya.</p> <p>-Identificar los recursos didácticos educativos que están presentes en la comunidad y naturaleza.</p> <p>-Explicar fundamentos teóricos relacionados con la matemática maya.</p> <p>-Valora la importancia de la matemática maya frente a la matemática universal para el desarrollo del pensamiento lógico del niño y la niña.</p>	Declarativos	Procedimentales	Actitudinales	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Sujetos involucrados en el del proceso educativo:</p> <p>-Estudiantes</p> <p>-Docentes</p> <p>-Padres-madres de familia</p> <p>-Líderes y lideresas</p> <p>-Autoridades comunitarias y Educativas.</p> <p>-Computadora</p> <p>-Cañonera</p> <p>-Impresora</p> <p>-Material permanente de trabajo</p> <p>-Librillos elaborados</p> <p>-Bolígrafos</p> <p>-Hojas bond y manila</p> <p>-Materiales Didácticos paratextuales</p>	<p>-El aprendizaje desde la Cultura Maya</p> <p>-Observo, pregunto, lmito y escucho consejos</p> <p>-Practico y corrijo</p> <p>-Aplico.</p> <p>-Utilización de Materiales paratextuales</p>
	-Símbolos de la numeración	-Aplicación del cero en el sistema de numeración maya	-Valoración de los conocimientos matemáticos del pueblo maya.		
	-El elemento Cero	-Cambio de un sistema de numeración a otro.	-Seguridad en la manipulación de recursos didácticos paratextuales.		
	-Sistema de Numeración Maya	-Aplicación del cero por su posición numérica en el tablero.	-Relacionar los procedimientos de conversiones de ambos sistemas.		
-Tablas de potencias de base 20	-Asociación de los signos y posición numérica.	-Manifestación de energía cósmica de enumeración en el cuerpo humano.			
-Cambio de base	-Resolución de operaciones básicas	-Resolver operaciones Aritméticas			
-Reglas de Escritura de números enteros y números racionales.					
-Operaciones Aritméticas con Numerales Mayas					
-El Tablero de Cálculo Maya					

Área y Subárea: Lengua y Literatura L1 Idioma Maya y L2 Idioma Español

Competencia	Contenidos			Recursos	Técnicas
<p>-Utiliza su idioma maya materno en su contexto escolar y público</p> <p>-Práctica del idioma materno en la enumeración matemática maya y en el idioma español.</p> <p>-Produce folletos de números mayas, escritos en idioma maya e idioma español</p> <p>-Escribir numerales utilizando el sistema de numeración base veinte o Winäq.</p> <p>-Traduce información que obtiene de su entorno o lenguaje lógico simbólico.</p>	Declarativos	Procedimentales	Actitudinales	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Estudiantes</p> <p>-Docentes</p> <p>-Padres-madres de familia</p> <p>-Líderes y Lideresas</p> <p>-Autoridades comunitarias y Educativas.</p> <p>-Computadora</p> <p>-Cañonera</p> <p>-Impresora</p> <p>-Material permanente de trabajo</p> <p>-Librillos elaborados</p> <p>-Bolígrafos</p> <p>-Hojas bond y manila</p> <p>-Materiales Didácticos paratextuales</p>	<p>-Entrevista y conversación con personas de la comunidad.</p> <p>-Utilización de traductores donde amerite.</p> <p>-Observo, pregunto, lmito y escucho consejos</p>
	<p>-Pronunciación, lectura y escritura de enumeración en el Idioma Maya Mam, Q'anjob'al, Chuj, Popti' y Akateko</p> <p>-Descripción de cada número</p> <p>-Sistema de Numeración Oral</p> <p>-Escritura de los números</p> <p>-La terminología de la Ciencia Matemática</p> <p>-Traducción de términos Matemáticos del Sistema Vigesimal Maya en los idiomas mayas al español y por su viceversa.</p>	<p>-Utilización de técnicas de investigación de campo para la recopilación de conocimientos sobre enumeración y matemática maya en el idioma materno.</p> <p>-Investigación de sucesos cotidianos de la vida comunitaria como fuente para la creación de folletos.</p> <p>-Uso de términos lingüísticos en su Lenguaje cotidiano y escolar.</p> <p>Lectura y escritura de cantidades con numeración maya.</p>	<p>-Entusiasmo en desarrollar actividades pedagógicas a través de la práctica del idioma materno de forma oral.</p> <p>-Respecto mutuo ante el uso de los idiomas mayas.</p> <p>-Manifestación del grado de autoestima por la producción de folletos en Idiomas Mayas.</p> <p>-Promueve habilidades de lectoescritura en el uso de los idiomas mayas sobre términos relacionados a la matemática maya.</p>		

Área y Subárea: Física

Competencia	Contenidos			Recursos	Técnicas
<p>-Utiliza términos relacionados a conceptos matemáticos.</p> <p>-Manejar vocabulario relacionado con la geometría y las unidades de medida propias del pueblo maya.</p> <p>-Aplica la aritmética maya en forma oral y escrita en la resolución de situaciones del entorno sociocultural.</p>	<p>Declarativos</p> <p>-Medidas de tiempo</p> <p>-Unidades de medida</p> <p>-Sistema de medias de longitud y masa</p> <p>-Conversiones de Superficie y Volumen</p>	<p>Procedimentales</p> <p>-Enumerar los días de la semana, mes y años en el idioma materno</p> <p>-Enlistar las unidades de medidas propios de los idiomas mayas</p> <p>-Caracterice las unidades de medidas de longitud y masa en los idiomas mayas-español.</p> <p>-Realice conversiones de unidades de medida</p> <p>-Enliste objetos paratextuales que poseen las características de unidades de medida</p> <p>-Describe las unidades de tiempo que se utilizan en la comunidad.</p>	<p>Actitudinales</p> <p>-Relacione las unidades de medida en el idioma maya materno</p> <p>-Promueve el uso de medidas propios del idioma maya materno con las medidas del Sistema Internacional</p> <p>-Toma conciencia en aplicar el Sistema de medidas en áreas de superficie planos</p>	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Estudiantes</p> <p>-Docentes</p> <p>-Padres-madres de familia</p> <p>-Líderes y Lideresas</p> <p>-Autoridades comunitarias y Educativas.</p> <p>-Computadora</p> <p>-Cañonera</p> <p>-Impresora</p> <p>-Material permanente de trabajo</p> <p>-Librillos elaborados</p> <p>-Bolígrafos</p> <p>-Hojas bond y manila</p> <p>-Materiales Didácticos paratextuales</p> <p>-Encerado</p>	<p>--El aprendizaje desde la Cultura Maya</p> <p>-Observación</p> <p>-Entrevista</p> <p>-Conversación con personas de la comunidad</p> <p>-Lluvia de ideas</p> <p>-Participación mutua</p> <p>-Practico y corrijo</p> <p>-Aplico.</p>

Área y Subárea: Productividad y Desarrollo.

Competencia	Contenidos			Recursos	Técnicas
<p>Analiza la naturaleza de la representación de los números y los utiliza en situaciones del contexto sociocultural.</p> <p>Diseña procesos y procedimientos prácticos basados en la lógica de matemática en actividades de la vida cotidiana.</p> <p>Aplica otros sistemas de cálculos en la resolución de situaciones del entorno sociocultural.</p> <p>Valora la organización y desarrollo de procesos de los mayas y los aplica para la solución de diversos problemas de su vida cotidiana.</p>	Declarativos	Procedimentales	Actitudinales	<p>-Persona encargada de la propuesta</p> <p>-Estudiantes</p> <p>-Docentes</p> <p>-Padres-madres de familia</p> <p>-Líderes y lideresas</p> <p>-Autoridades comunitarias y Educativas.</p> <p>-Computadora</p> <p>-Cañonera</p> <p>-Impresora</p> <p>-Material permanente de trabajo</p> <p>-Librillos elaborados</p> <p>-Bolígrafos</p> <p>-Hojas bond y manila</p> <p>-Materiales Didácticos paratextuales</p>	<p>-El aprendizaje desde la Cultura Maya</p> <p>-Observo, pregunto, imito, escucho consejos</p> <p>-Practico y corrijo</p> <p>-Aplico.</p> <p>-Entrevista</p> <p>-Conversación directa a personas de la comunidad.</p>
	<p>-Geometría y unidades de medida.</p> <p>-Medidas e instrumentos que se utilizan en la elaboración de tejidos como güipiles mayas.</p> <p>-Medidas agrícolas, en la siembra de granos básicos como maíz y frijol</p> <p>-Medidas e instrumentos de cocina que se utiliza en la preparación de los sagrados alimentos propios de la cultura maya</p> <p>-Medidas en la elaboración de muebles, donde se utilizan herramientas de carpintería, madera, cinta métrica, pita de cáñamo y cordel</p>	<p>-Identificación a personas con especialidad en el campo laboral de la comunidad</p> <p>-Aplica los cálculos matemáticos en la construcción de objetos, estructuras y en los tejidos y artesanías propias de la comunidad para enriquecer su aprendizaje.</p> <p>-Aplicación de mediciones técnicas del sistema matemático vigesimal en diferentes etapas del proceso productivo</p>	<p>Valoración del trabajo colectivo e individual que se practica en la comunidad</p> <p>Práctica de normas de conservación del ambiente y de seguridad desde los principios y valores mayas.</p> <p>Enlistar otras unidades de medida que aún se utilizan en las comunidades</p> <p>Satisfacción laboral colectivo e individual que prestigia a la comunidad de forma positiva.</p>		

8. Evaluación

La evaluación por tanto, debe propiciar que el docente reconozca el tipo de actuación del estudiante para determinar el grado en el que ha desarrollado determinado competencia. La evaluación continua permite la toma de decisiones a favor de los estudiantes, determina acciones tales como reorientar el aprendizaje para los estudiantes que no han desarrollado las competencias propuestas, realizar actividades de mejoramiento para los estudiantes de bajo rendimiento o continuar con el desarrollo de los programas en el caso de los estudiantes que alcanzaron las competencias.

La evaluación de los aprendizajes se caracteriza por ser holística, participativa, flexible, sistemática, interpretativa, técnica y científica. Entre sus funciones principales está la:

- **Evaluación Inicial o diagnóstica**

Dándose consecuentemente al inicio, es decir; se realiza antes del desarrollo del proceso educativo, se efectúa al principio de cada Área o Subárea de aprendizaje para diagnosticar los conocimientos previos que poseen los estudiantes en relación a la Ciencia de la Matemática Vigesimal Maya en su Idioma materno que practica en familia.

- **Evaluación de proceso o Formativa**

Este tipo de evaluación se realiza durante el proceso, es decir; al mismo tiempo de la enseñanza-aprendizaje mediante el uso de la técnica de observación a través de la lista de cotejo. Este proceso de evaluación se caracteriza mediante la participación, donde se involucran los sujetos del hecho educativo.

- **Evaluación de resultados o sumativa**

Este tipo de evaluación se realiza al final del mismo, es decir; al terminar un proceso o ciclo lectivo. Los estudiantes participan en la evaluación de su

proceso de aprendizaje a través de la Autoevaluación, realizan actividades de Coevaluación en las que evalúan el desempeño de sus compañeros y su propio rendimiento en actividades grupales; la Heteroevaluación la realizan los docentes y en algunas oportunidades otros miembros de la comunidad educativa, por ejemplo, padres y madres de familia o encargados, administradores educativos, comités de evaluación, entre otros; para determinar las competencias alcanzadas.

REFERENCIAS

- Cabrera, Francisco y Roncal, Federico. (2000). Didáctica de la Matemática, PRODESSA/USAID/URL/EDUMAYA, Módulo Educativo 5to Magisterio. (1ª. Ed). Guatemala.
- Castro Ajcot, Álvaro Israel. (2005). Diseño de Materiales paratextuales basados en la Matemática Maya. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Arquitectura y Diseño. Guatemala.
- Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural, PROEIMCA/PROEMBI, (2007). Manual de Metodología para Educación Bilingüe Intercultural. (1ª. Ed.). Guatemala.
- Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural. Ministerio de Educación. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2000). Memoria de la Conferencia Nacional de Educación Bilingüe Intercultural. Consultoría de Etnomatemática. (1ª. Ed.). Guatemala.
- Fernández Samuel, Mario. (1994). Física General. Bachillerato-Magisterio. (1ª. Ed). Guatemala.
- Fernández Sánchez, Oscar. (2012). Propuestas para la enseñanza de las matemáticas. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia
- Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular, Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel Medio, Ciclo Básico. (2011). Tercer Grado, Área de Matemáticas. (1ª. Ed). Guatemala.

Ministerio de Educación, Concreción de la Planificación Curricular, Nivel Regional del Pueblo Maya, Nivel Medio, Ciclo Básico. (2011). Tercer Grado, Área de Productividad y Desarrollo. (1ª. Ed). Guatemala.

Ministerio de Educación. Vice ministerio de EBI. Modelo Educativo Bilingüe Intercultural. (2009). (1ª. Ed.). Guatemala.

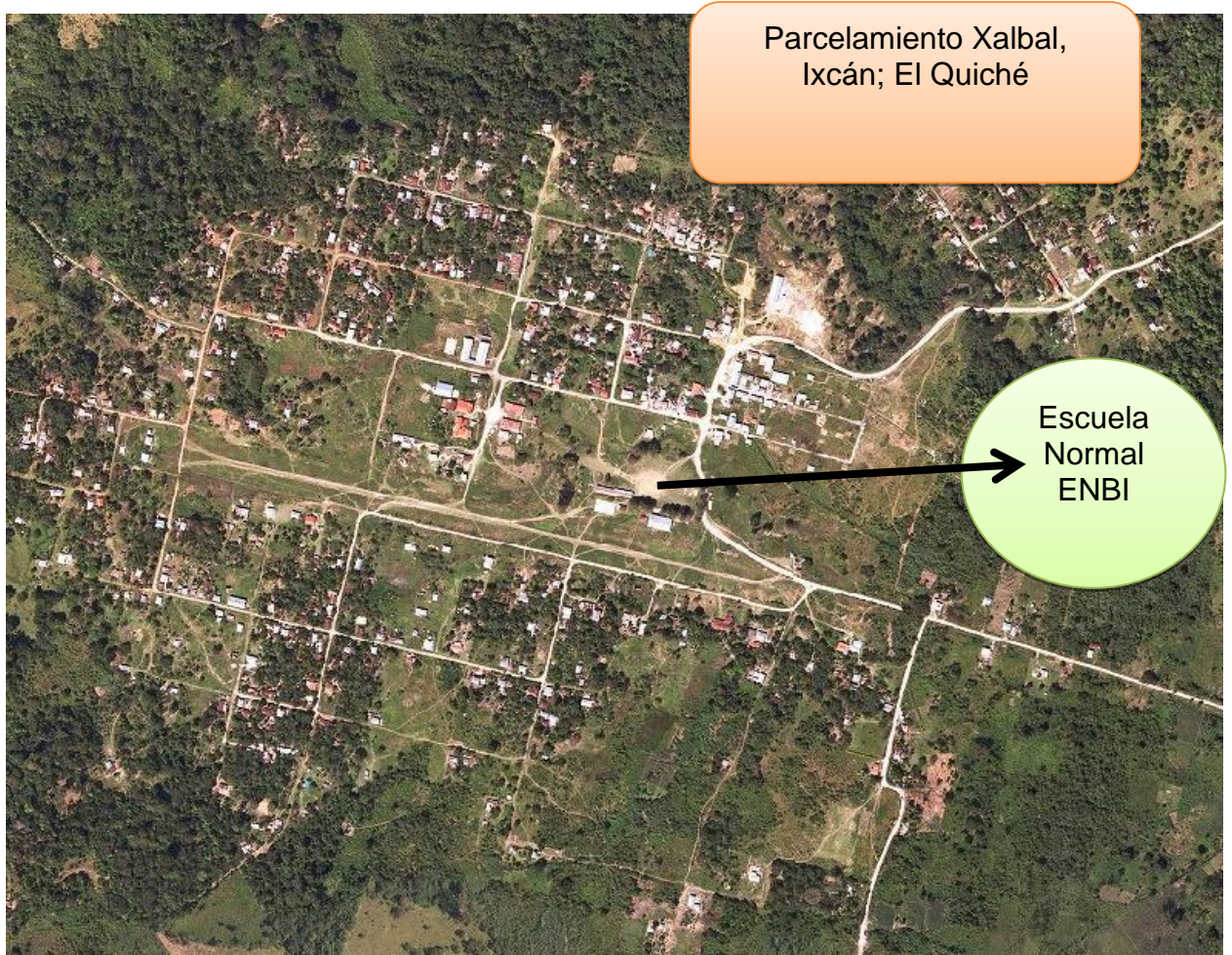
Mucía Batz, José. (2005). Ajlab Matemática Vigesimal Maya. (1ª. Ed.). Guatemala

Patal Mactzul, Juan (2010). Elaboración de Prototipo del texto Matemáticas Maya y Universal. Cuarto Magisterio Nivel Infantil (1ª. Ed). Guatemala.

Patal Mactzul, Juan. (1998). El Contador de los Granos de Maíz. (1ª. Ed). Guatemala.

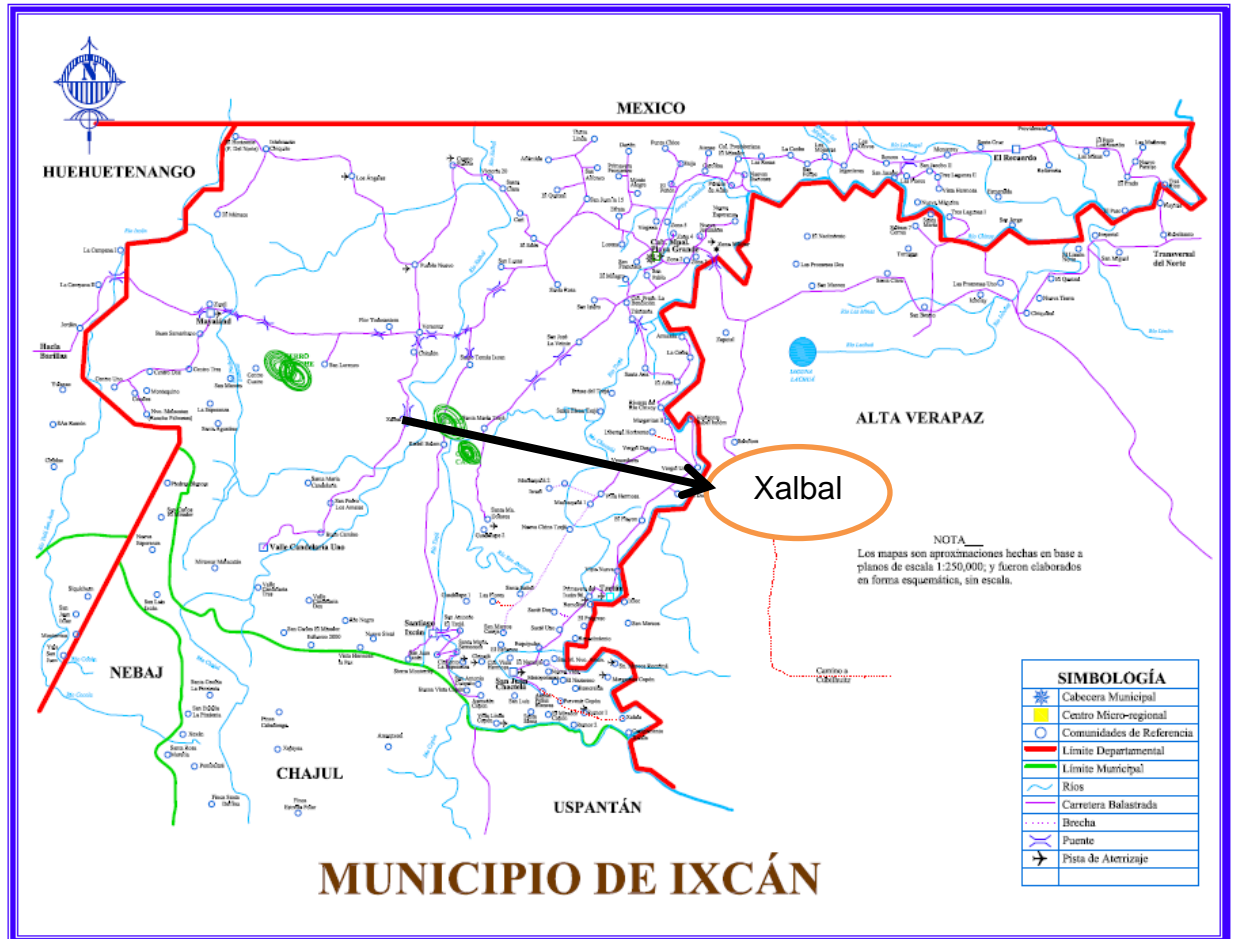
Fotografías y Mapas

Fotografía del Parcelamiento Xalbal



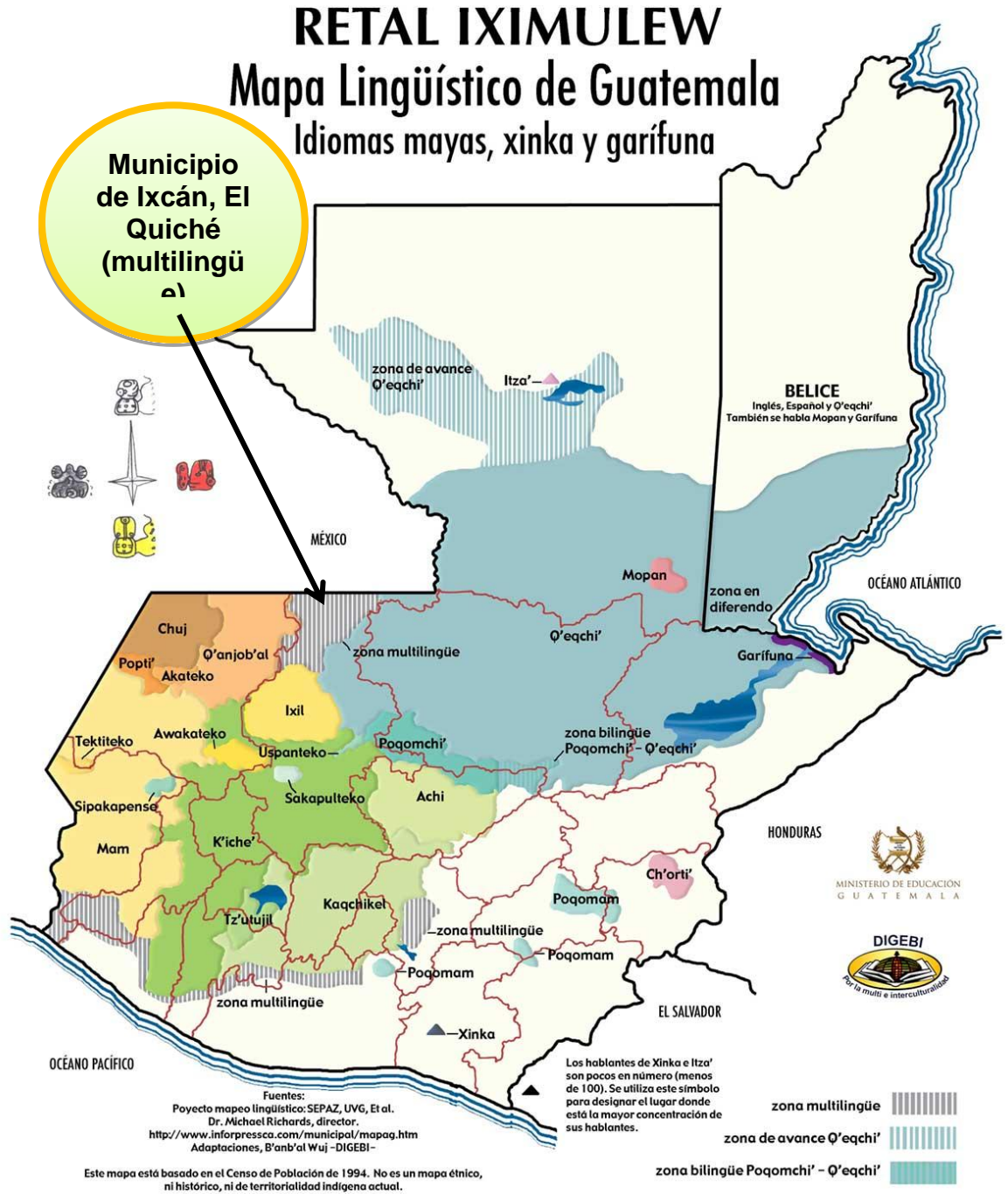
Fuente: Municipalidad de Ixcán, Plan Comunitario de Desarrollo, (2005).

Mapa del municipio de Ixcán



Fuente: Municipalidad de Ixcán, Plan Comunitario de Desarrollo, (2005).

Mapa lingüístico de Guatemala



Fuente: <http://www.oei.org.gt/educacionbilingue/mapa/mapalinguisticodeguate.jpg>

Instrumentos de Investigación

Entrevista a docentes

A través de la entrevista se obtendrá información sobre el tema de Investigación de Tesis: “La falta de materiales didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”. Tesis de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en Cultura Maya, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Agradezco su gentileza para el relleno de este instrumento de investigación. Para identificar al informante es necesario que llene lo siguiente: Sexo: _____ Edad: _____

Etnia. _____ Cursos que imparte: _____

Título que posee para ejercer la docencia: _____

Fecha: _____ Residencia: _____

INSTRUCCIÓN: Contesta detenidamente las siguientes preguntas, agregue su opinión en las líneas respectivas; que serán de mucha importancia para este estudio.

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? _____
4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____ ¿Cuáles? _____
6. ¿Los Recursos Didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____ ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los Recursos Didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? _____

**Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.
Gracias.**

Entrevista a estudiantes

A través de la entrevista se obtendrá información sobre el tema de Investigación de Tesis: “La falta de materiales didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”. Tesis de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en Cultura Maya, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Agradezco su gentileza para el relleno de este instrumento de investigación. Para identificar al informante es necesario que llene lo siguiente: Sexo: _____ Edad: _____

Etnia: _____ Grado: _____ Carrera: _____

Fecha: _____ Residencia: _____

INSTRUCCIÓN: Contesta detenidamente las siguientes preguntas, agregue su opinión en las líneas respectivas; que serán de mucha importancia para este estudio.

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? _____
4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____ ¿Cuáles? _____
6. ¿Los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____ ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? _____

Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Gracias.

Entrevista a Autoridades Educativas

A través de la entrevista se obtendrá información sobre el tema de Investigación de Tesis: “La falta de materiales Didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”. Tesis de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en Cultura Maya, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Agradezco su gentileza para el relleno de este instrumento de investigación. Para identificar al informante es necesario que llene lo siguiente: Sexo: _____ Edad: _____ Etnia: _____ Cargo: _____ Fecha: _____ Residencia: _____

INSTRUCCIÓN: Contesta detenidamente las siguientes preguntas, agregue su opinión en las líneas respectivas; que serán de mucha importancia para este estudio.

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? _____
4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____ ¿Cuáles? _____
6. ¿Los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____ ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? _____

Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.

Gracias.

Entrevista a padres-madres de familia

A través de la entrevista se obtendrá información sobre el tema de Investigación de Tesis: “La falta de materiales Didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”. Tesis de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en Cultura Maya, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Agradezco su gentileza para el relleno de este instrumento de investigación. Para identificar al informante es necesario que llene lo siguiente: Sexo: _____ Edad: _____ Etnia. _____ Fecha: _____ Residencia: _____

INSTRUCCIÓN: Contesta detenidamente las siguientes preguntas, agregue su opinión en las líneas respectivas; que serán de mucha importancia para este estudio.

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? _____
4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____ ¿Cuáles? _____
6. ¿Los Recursos Didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____ ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los Recursos Didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? _____

**Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.
Gracias.**

Entrevista a Autoridades comunitarias líderes-lideresas

A través de la entrevista se obtendrá información sobre el tema de Investigación de Tesis: “La falta de materiales Didácticos impide el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya con estudiantes de Cuarto Bachillerato en Ciencias y Letras con Orientación en Educación, de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural Mayab’ Tijob’al Oxlajuj Tz’i’; del Parcelamiento Xalbal, municipio de Ixcán, departamento El Quiché”. Tesis de Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con Énfasis en Cultura Maya, de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Agradezco su gentileza para el relleno de este instrumento de investigación. Para identificar al informante es necesario que llene lo siguiente: Sexo: _____ Edad: _____ Cargo: _____ Etnia: _____ Fecha: _____ Residencia: _____

INSTRUCCIÓN: Contesta detenidamente las siguientes preguntas, agregue su opinión en las líneas respectivas; que serán de mucha importancia para este estudio.

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? _____
4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____ ¿Cuáles? _____
6. ¿Los materiales Didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____ ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal? _____

**Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.
Gracias.**

Guía de Observación Directa al Docente de Matemáticas

DATOS:

Sexo: ____ Edad: ____ Etnia. _____ Fecha:
 _____ Curso: _____

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya?

4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____
 ¿Cuáles? _____
6. ¿Los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
 ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal?

**Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya.
 Gracias.**

Guía de Conversación Formal a Autoridad Educativa

DATOS:

Sexo: ____ Edad: ____ Etnia. _____ Fecha:
 _____ Cargo: _____

1. ¿La práctica de Juegos Didácticos con estudiantes, facilita el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
2. ¿La participación en talleres de Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, ayuda a mantener el mayor porcentaje de promoción de estudiantes? Sí _____ No. _____
3. ¿Qué estrategias Pedagógicas se utiliza ante la falta de contenidos, para facilitar el Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya?

4. ¿El Aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya, se adquiere a través de la práctica de sus Operaciones Aritméticas? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
5. ¿Existen Juegos Didácticos disponibles en la comunidad para facilitar el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya? Sí _____ No. _____
 ¿Cuáles? _____
6. ¿Los materiales didácticos paratextuales propios de la naturaleza y comunidad, son aplicables para resolver problemas Aritméticas del Sistema Matemático Vigesimal Maya? Sí _____ No _____
 ¿Cuáles? _____
7. ¿Existen Materiales Didácticos textuales de enumeración maya en su idioma materno? Sí _____ No _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Enuncie los materiales didácticos paratextuales que se manifiestan en la Anatomía animal y vegetal?

Tu respuesta ayudará a fortalecer el aprendizaje de la Matemática Vigesimal Maya. Gracias

1. LISTADO DE SIGLAS

- ACEM = Asociación de Centros Educativos Mayas.
- ALMG = Academia de Lenguas Mayas de Guatemala.
- APA = American Psychological Association.
- CNEM = Consejo Nacional de Educación Maya.
- CONALFA = Comité Nacional de Alfabetización.
- CPRG = Constitución Política de la República de Guatemala.
- DIGEBI = Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural.
- DIGECUR = Dirección General del Currículum.
- DIGEDUCA = Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa.
- EDESSA = Ediciones Escolares Sociedad Anónima.
- EFPEM = Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media.
- EIB = Educación Intercultural Bilingüe.
- ENBI = Escuela Normal Bilingüe Intercultural.
- ESEDIR = Escuela Superior de Educación Integral Rural.
- IGER = Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica.
- INEBCOOP = Instituto de Educación Básica por Cooperativa.
- MINEDUC = Ministerio de Educación.
- PES= Programa de Escuelas Solidarias.
- PRODESSA = Proyecto de Desarrollo Santiago.
- USAC = Universidad de San Carlos de Guatemala.
- USAID = Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- UVG = Universidad del Valle de Guatemala