



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Sistema de medición ancestral, para medir áreas de inmuebles de polígonos
planas en Santa María de Jesús Sacatepéquez

Mario Cuma Pérez

Asesor:
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo

Guatemala, septiembre de 2016.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Sistema de medición ancestral, para medir áreas de inmuebles de polígonos
planas en Santa María de Jesús Sacatepéquez

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

Mario Cuma Pérez

Previo a conferírsele el grado académico de:
Licenciado en la Enseñanza de la Matemática y la Física

Guatemala, septiembre de 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

Lic. Saúl Duarte Beza	Presidente
Dra. Amalia Geraldine Grajeda Bradna	Secretaria
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo	Vocal



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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 *“Sistema de medición ancestral, para medir áreas de inmuebles de polígonos planas en Santa María de Jesús Sacatepéquez”*. Presentado por el (la) estudiante **Mario Cuma Pérez**, carné No. **200615545**, de la Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y la Física.

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 **diecinueve** días del mes de **septiembre** del año dos mil **dieciséis**.

“TD YENSEÑAD A TODOS”


Lic. Mario David Valdés López
Secretario Académico
EFPEM-USAC



Ref. SAOIT054-2016
C.c. Archivo
MDVL/mglc



Guatemala, 9 de mayo de 2016.

Licenciado
Mario David Valdés López
Secretario Académico
EFPEM - USAC

Atentamente tengo a bien informarle lo siguiente:

En mi calidad de Asesor del trabajo de graduación denominado: **"Sistema de medición ancestral, para medir áreas de inmuebles de polígonos planas en Santa María de Jesús Sacatepéquez"**, correspondiente al estudiante: Mario Cuma Pérez carné: 200615545 de la carrera: Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y la Física, manifiesto que he acompañado el proceso de elaboración de dicho trabajo y la revisión realizada al informe final evidencia que el trabajo cumple con los requerimientos establecidos por la EFPEM para este tipo de trabajos, por lo que considero aprobado el trabajo y solicito sea aceptado para continuar con el proceso para su graduación.

Atentamente,



Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo
Asesor nombrado

c.c. Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE PROFESORES DE FÍSICA Y MATEMÁTICA
- Unidad de Investigación -

RECIBIDO
16 MAYO 2016
A LAS 16:18 H

DEDICATORIA

A DIOS: Corazón del Cielo, Corazón de la Tierra, quien me dio la libertad y responsabilidad de escoger lo que más quiero en la vida.

A MI MADRE

Dulce Amor, ternura incomparable, mi primera profesora en la vida, aunque no sepa leer ni escribir, sus sabias enseñanzas hizo de mí, el profesional que tanto anhelaba.

A MI PADRE

Forjador de mi futuro, habiendo cursado tercero de primaria, hizo de mi un hombre perseverante, me enseñó el camino para llegar a la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde el más allá me está viendo cumplir mi deseo, y el triunfo se lo comparto con Él.

A MIS HIJOS

Silvia, Marvin, Claudia y Ericka, es un honor para mí, ser su padre, fueron el sentido de mi lucha y existencia, los amo a todos.

A MI HERMANO Y HERMANA

Hermelinda, Alfredo, gracias por ayudarme incondicionalmente en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A MIS CATEDRÁTICOS Y CATEDRÁTICAS

Lic. Saúl Duarte Beza, Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo, Dr. Oscar Hugo López Rivas, Lic. Danilo López, Licda. Verónica Paz de Brenes y otros que en su momento me brindaron sus conocimientos sin mezquindad.

A LA LICDA. VERIS GÓMEZ

Por ser una persona muy atenta en su labor, y brindarnos el apoyo necesario.

A LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA EFPEM.

Casa de estudios que abre sus puertas para todo aquel sediento de la preparación académica.

AL PUEBLO DE GUATEMALA

Por su aporte en la educación superior, y contribuir en mi formación profesional.

RESUMEN

El fortalecimiento de la cultura maya relacionada con el sistema de medición ancestral, un sistema que se desconoce porque de tal forma no se ha dado a conocer, es un legado valioso para el pueblo de Guatemala y sus intereses en pro de la Educación.

La valorización de los conocimientos ancestrales es una de las vías que se debe fortalecer en las comunidades rurales, para que la educación y la vida no estén divorciadas, debemos integrar los conocimientos de los pueblos mayas, a la realidad nacional, de acuerdo a la cultura, a sus vivencias, etc. Para que las cosas se comprenden, muchas personas de origen maya, nos dan un legado, pero no los comprendemos, porque la práctica y las vivencias técnicas son muy diferentes, en donde las ideas principales no encajan por esas diferencias que existen, si todo lo que se enseña tiene armonía entre sí, se entrelaza uno con otro entonces los conocimiento crecerá y dará frutos de bienestar y paz en las comunidades.

Tenemos herramientas para lo que se espera, desde nuestra perspectiva de país, hacemos nuestras las grandes orientaciones de nuestros ancestros, al considerar que el sistema educativo debe responder a la diversidad cultural y lingüística de nuestro país. Esto fortalece la identidad cultural y por tanto su reconocimiento con la incorporación de sus valores en el sistema educativo nacional y con la inclusión dentro de los programas educativos de las diferentes concepciones en educación.

ABSTRACT.

Strengthening the culture related to the ancestral measurement system, a system that is unknown because so far has not been released, is a valuable resource for the people of Guatemala and their interests in favor of Education legacy.

The recovery of ancestral knowledge is one of the ways that must be strengthened in rural communities to education and life are not divorced, we must integrate the knowledge of the Mayan peoples, to the national reality, according to culture , their experiences, etc. For things are understood, many people of Mayan origin, give us a legacy, but we do not understand, because practice and technical experiences are very different, where the main ideas do not fit for such differences, if all has taught harmony with each other, it is intertwined with one another then the knowledge grow and bear fruits of prosperity and peace in communities.

We have tools to what is expected from our country perspective, we endorse the broad outlines of our ancestors, considering that the education system must respond to cultural and linguistic diversity of our country. This strengthens cultural identity and therefore its recognition with the inclusion of their values in the national educational system and inclusion within the educational programs of the different conceptions in education.

Ch'utirisanik

Ri naya' ruch'oq'a' ri qa b'anob'al mayab' ntoq nacholijij qa choch ri nanuk' ri roch ri Ulew, ri achalojin re' man qata'n ta ruwach, xa xe man qak'utun ta, wa xa jun utzulaj nojib'al, richin ri qa tinamit Ixim Ulew choch ri nojib'al tijonik.

Ri naya' riq'ij ri taq nojib'al kichin kan ri qati't qamama', xa xe jun qa b'ey ri naya' ruchoq'a' nrajo', chupan ri taq tinamit mayab', richin chi ri tijonik xa xe ri k'aslemal man tijijach ki' taqanuk'u' ruchi' nojel ri nojib'al mayab' chupan ri k'aslemal choch ri Ixim Ulew, nojel ri ki k'aslemal xa jun utzulaj nojib'al. Richin chi ni'qa pakiwe' nojel ri winaqi' mayab' nikiya' chaqa utzulaj taq no'j, xa roj man ni'qa ta paqawe', roma ri k'aslemal, ri n ib'anatäj choch ri ulew xa man junan ta, xa ja' k'a ri nojib'al nab'ayal man nunuk' ta ri' roma ri qa jachon qi', xa nojel ri naqak'ut utz nub'an qa, xa jun nimalaj nojib'al nalax qa, nik'ey xa xe nuya' roch, richin chi manaq chik ayowal pa taq tinamit.

K'o jun qa samajib'al chikiwach ri kiyob'iyal, xa choch k'a ri nojib'al, naqab'an cha chi qachin roj nojel ri utzulaj taq no'j toq naqanojij chi ri tijonik nutz'am ri qab'ey chi nuya' qaq'ij. Wa xa nuya' qachoq'a' ri qab'anob'al mayab', xa toq naqab'an xajun cha, xa utz nub'an qa ri qa tijonik.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I

A. Plan de investigación

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento y definición del problema.....	16
1.3 Objetivos.....	18
1.4 Justificación.....	19
1.5 Variables.....	23
1.6 Metodología.....	25
1.7 Población.....	26

CAPÍTULO II

A. Fundamento teórico

2.1 La necesidad de medir la Tierra.....	27
2.2 Medición en la antigüedad.....	28
2.3 Los mayas y la Tierra.....	30
2.4 Figuras de cuadriláteros.....	30
2.5 Paralelogramo.....	30
2.6 Mediciones mayas.....	32
2.7 Matemática maya, (Sistema de medición maya kaqchikel.....)	33
2.8 Modo de utilizar la brazada (jaj).....	33
2.9 Q´ab´aj (una cuarta).....	35

2.10 Mediciones ancestrales, para medir áreas de polígonos de Cuadriláteros.....	35
2.11 Cálculo del área de un inmueble según los ancestros.....	35
2.12 Inmueble cuadrado.....	36
2.13 Inmueble rectangular.....	37
2.14 Inmueble tipo rombo.....	37
2.15 Inmueble, trapecio y trapezoide.....	38
2.16 Ecuaciones técnicas para medir el área de un cuadrilátero.....	39
2.17 Cuadrado.....	40
2.18 Rectángulo.....	40
2.19 Rombo.....	40
2.20 Trapecio.....	40
2.21 Trapezoide.....	41

CAPÍTULO III

A. Presentación de resultados.....	42
3.1 Sistema de medición ancestral.....	42
3.2 Herramienta del sistema de medición ancestral.....	43
3.3 Patrón de rutina del sistema de medición ancestral.....	43
3.4 Patrón de rutina para la siembra de maíz y frijol.....	44
3.5 Mediciones mayas aplicadas a los inmuebles.....	45
3.6 Patrón de rutina para la medición del inmueble.....	46
3.7 Observaciones específicas.....	46
3.8 Midiendo un inmueble cuadrado.....	47
3.9 Midiendo un inmueble rectangular.....	47
3.10 Midiendo un inmueble, trapecio.....	48
3.11 Midiendo un inmueble, trapezoide.....	49
3.12 Midiendo un inmueble tipo rombo.....	50
3.13 Ecuaciones mayas para obtener el área de un inmueble.....	51

CAPÍTULO IV

4	Discusión y análisis de resultados.....	53
4.1	Sistema ancestral de medición para medir polígonos	
	Planas de inmuebles.....	54
4.2	Acercas de la medición ancestral para hallar el área de	
	Polígonos planas de inmuebles.....	55
	Conclusiones.....	61
	Recomendaciones.....	62
	Referencia.....	63
	Anexos.....	66
	Índice de tablas de especificaciones.	
	Tabla No 1. Sistema de medición ancestral.....	42
	Tabla No 2. Herramientas del sistema de medición.....	43
	Tabla No 3. Patrón de rutina del sistema de medición.....	44
	Tabla No 4. Patrón de rutina para la siembra de maíz y frijol.....	44
	Tabla No 5. Mediciones mayas aplicadas a los inmuebles.....	45
	Tabla No 6. Patrón de rutina para la medición de inmuebles.....	46
	Tabla No 7. Observaciones específicas.....	46
	Tabla No 8. Ecuaciones mayas.....	51

INTRODUCCIÓN

Esta investigación realizada en Santa María de Jesús Sacatepéquez, quien se localiza a 14°29'36" latitud norte y 90°42'36" longitud oeste, con una altitud de 2,070 msnm. Pertenece al departamento de Sacatepéquez y se ubica a 10 Km. de la cabecera departamental con dirección hacia el sur y a 55 Km. de la ciudad capital, con una extensión de 34 km² de territorio.

El municipio está dividido en cuatro cantones identificados únicamente con número ordinal (primero, segundo, tercero y cuarto). El 95% de la población, de descendencia maya-kaqchikel. El aporte contiene descripciones del sistema ancestral para medir áreas de polígonos planas de inmuebles, la cual personas sin preparación académica lo utilizan y dejan como un legado valioso, transmitido oralmente, para las futuras generaciones.

La identificación y descripción generalizada del sistema son los conocimientos empíricos de nuestros ancestros, pero que con ello se establecen patrones que conllevan a la exactitud de las cosas, como en las ceremonias mayas, en las mediciones que se realizan, se utilizan los puntos cardinales, Según Calderón (2006) "A pesar del avance científico de los mayas, muchas de sus actividades artísticas y científicas eran influidas de alguna manera por su espiritualidad y por el esoterismo característico de su cultura. También concibieron los cuatro puntos cardinales y le denominaron *La Cruz Maya* que representa el equilibrio de la tierra en el universo y que se le asigna un color determinado a cada punto"

Con esta investigación enriquece los conocimientos que por años han quedado en el olvido y se promueve su importancia para que se conozca no solo a nivel local, sino en todo el país, incluso en el mundo entero.

Su enfoque es cualitativo, se fundamentó en la naturalidad de las cosas, mas no en la estadística, si no en las experiencias de los entes entrevistados. El tipo de investigación es descriptivo se utilizó muestras al azar por la complejidad de los casos, también no todos los entes medidores poseen la habilidad de hacer medición de esta índole.

Se estructura con el primer capítulo con sus partes: antecedentes, planteamiento y definición del problema, objetivos, justificación, metodología, tipo de investigación, variables y sujetos de la investigación.

En el capítulo II se constituye los fundamentos teóricos de la investigación.

En el capítulo III se plasma los resultados obtenidos en la investigación, se describe como ecuación los conocimientos empíricos de los medidores de áreas de inmuebles de polígonos planas, utilizando como instrumento la hoja de observación directa, la guía de entrevista a las personas que tienen un dominio de estos conocimientos para medir áreas de inmuebles para luego concretarlo con la práctica de medición para hallarle el área de inmuebles de polígonos planas.

En el capítulo IV se presenta los resultados obtenidos, por la observación directa, realizando un análisis riguroso de la entrevista de cada uno de los medidores de áreas de inmuebles, para dejar una conclusión concreta de todo lo acontecido.

Al final se denotan las conclusiones y recomendaciones para el Ministerio de Educación como una propuesta a que en un futuro se accionen fases para recopilar la matemática maya que en los pueblos se utilizan con tal de valorarlos y tomarlos en cuenta en el pensum de estudios para el ciclo básico, solo así se difundirá la ciencia maya en la comunidad y en el país entero.

CAPÍTULO I

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1.- Antecedentes

Esta investigación surge, del estudio del Curriculum Nacional Base, la cual se centra en la persona humana como ente promotor de desarrollo personal, del desarrollo social, de las características culturales y de los procesos participativos que favorecen la convivencia armónica. Hace énfasis en la valoración de la identidad cultural, en la interculturalidad y en las estructuras organizativas para el intercambio social en los centros y ámbitos educativos, de manera que las interacciones entre los sujetos no solamente constituyen un ejercicio de democracia participativa, sino fortalecen la interculturalidad. Ministerio de Educación, (2010).

Las circunstancias se han dado, para que empiece a dar frutos, de acuerdo a USAID, Reforma Educativa en el Aula, Herramientas de evaluación en el aula, según el enfoque de la evaluación en un currículo organizado en competencia debe tener en cuenta los estilos de aprendizaje, las capacidades lingüísticas, las experiencias culturales y educativas de los estudiantes.

Debe existir un nuevo enfoque de evaluación que logre desarrollar en los estudiantes la habilidad para resolver problemas en diferentes circunstancias y contextos de la vida diaria o en condiciones preestablecidas con cierta intencionalidad por el docente. Reforma Educativa en el Aula USAID, (2011)

Debemos de darle un enfoque maya, en casos que así lo ameriten, para este apartado considerando las circunstancias de la realidad, tomamos una parte de la matemática que en su haber es amplia en la cultura maya, en el caso de áreas

de cuadriláteros para las comunidades mayas se observan situaciones que a su vez uno se pregunta: ¿por qué ellos miden de esa manera?, si en el Establecimiento Educativo en donde ellos estudian no les enseñan de esa forma, incluso algunos solo cursaron sexto de primaria.

Tales motivos se investigó para promover y fortalecer el uso de la ciencia maya con relación a la matemática maya, analizar los casos cuando se visualiza a una persona que lleva una vara de madera midiendo su terreno, cuando elabora su (tikb'al) o sea un pedazo de palo de 50 cm, que servirá para sembrar el frijol, o cuando está arreglando el cabo de azadón, que mide por lo general 1.20 m, y esto a su vez le sirve la distancia de separación entre surcos, cuando vemos a una mujer con un hilo de una brazada y un cuarto, esto le servirá para medir el güipil o faja, etc. Son situaciones que muestra la matemática ancestral que no está escrito en algún texto que ampara si son mediciones exactas o no, por tales circunstancias se da a conocer para tener una idea concreta y valorar el uso de la misma.

En la actualidad, la definición de las matemáticas va más allá de las ciencias de los números (aritmética) y el análisis de formas (geometría). El uso de símbolos (álgebra y teoría de conjuntos), el estudio del cambio (cálculo) y de la incertidumbre (estadística y probabilidad), el análisis de las formas de razonamiento (lógica matemática) y las consideraciones acerca de los enfoques matemáticos en diferentes grupos culturales (etnomatemática), son objeto de estudio de las Matemáticas contemporáneas. Ministerio de Educación (2010).

Si la etnomatemática es un estudio contemporáneo que en su momento floreció y sigue floreciendo, por lo tanto no debemos de olvidarnos de ella, además tanto como las ciencias modernas como la actual se implementan.

Si es contemporáneo, no quiere decir que sea obsoleto, analizarlo y darle buen uso, es el objetivo de hoy en día, rescatar lo que es bueno. Algunas

implementaciones de otros países, han contribuido para que el guatemalteco tenga ideas de lo que está pasando, o como debería de ser la educación en Guatemala, tal es el caso de USAID, ha contribuido con ideas para que tomemos conciencia de lo que deberíamos de hacer, así como está escrito en Reforma Educativa en el Aula, "En primer lugar, exige una mayor integración de los contenidos, organiza estos en función de lo que se espera que el o la estudiante sea capaz de hacer. También requiere integrar los aprendizajes formales, los informales y no formales, pues todos ellos contribuyen al desarrollo de las competencias". Reforma Educativa en el Aula USAID (2011).

Se debe de integrar los conocimientos de los pueblos mayas, a la realidad nacional, de acuerdo a la cultura, a sus vivencias, etc. Para que las cosas se comprenden, muchas personas de origen maya, nos dan un legado, pero no los comprendemos, porque la práctica y las vivencias técnicas son muy diferentes, en donde las ideas principales no encajan por esas diferencias que existen, si todo lo que se enseña tiene armonía entre sí, se entrelaza uno con otro entonces los conocimiento crecerá y dará frutos de bienestar y paz en las comunidades.

Tzul Zacarias (2014) en su tesis denominada "Metodología para el aprendizaje de la matemática maya en cuarto magisterio bilingüe intercultural" la cual se realizó en Santa Cruz del Quiché, Guatemala, traza como objetivo general Determinar la metodología que utiliza el docente en el aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural. Identificar los métodos que utiliza el docente en el aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural. Identificar la organización que el docente propone en las actividades del aula para el aprendizaje de Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural. Identificar actividades que utiliza el docente para el aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural. Identificar los materiales didácticos que utiliza el docente en el aprendizaje de la Matemática Maya en Cuarto Magisterio Bilingüe Intercultural.

Concluye que los procesos metodológicos en el aprendizaje de Matemática Maya, que detallaron los docentes, fue a través de técnicas y procedimientos basados en los métodos que son: Activa, participativa, constructiva, simbólica, en activa e icónica que dentro del área de aprendizaje refleja su aplicación, el cual son funcionales éstos métodos como base para iniciar el proceso y fortalecimiento de la preparación de los estudiantes en Matemática Maya. Zacarías (2014).

Realmente la metodología, no funciona cuando se desconoce la realidad cultural, medios de como el ente se desenvuelve en el campo de aplicación de todas las circunstancias. La matemática es uno de ellos, les enseñamos cosas, pero la realidad es otra, de repente causamos confusión en el dicente. En el caso de medición de áreas y perímetros de figuras geométricas planas, le enseñamos con ecuaciones técnicas, pero ellos lo hacen de una forma práctica y sencillo, tomando en consideración los puntos cardinales, como el norte, sur, este y oeste, si nos diéramos cuenta de este caso y les enseñamos con estos símbolos entonces nuestro método empieza a tomar auge porque debemos de mejorar, además debemos de construir nuevos métodos de enseñanza de acuerdo al contexto cultural del área en donde estemos.

Orozco Pérez, (2014) en su tesis llamada "Didáctica de la Matemática Maya y Aprendizaje Significativo" traza como objetivo general Coadyuvar a la implementación de una Didáctica de la Matemática Maya que permita la enseñanza de la Matemática Maya y de un aprendizaje significativo.

Analizar cuáles son los factores que limitan la didáctica de la Matemática Maya y lograr su implementación e Identificar que elementos de la Didáctica de la Matemática Maya utiliza el docente en la enseñanza de la Matemática Maya para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje también determinar que estrategias se pueden utilizar para promover la Didáctica de la Matemática Maya y lograr la construcción de un aprendizaje significativo. La presente investigación

abarcó a los estudiantes de primero, segundo y tercero básico inscritos en los seis establecimientos mixtos de educación básica por el sistema de Telesecundaria del Municipio de San Lorenzo, del Departamento de San Marcos, específicamente en el distrito 1229.1, para establecer la influencia del aprendizaje significativo en la formación Matemática de los estudiantes; a la vez, para corroborar el nivel de calidad de la didáctica de la Matemática Maya aplicado por los catedráticos del nivel medio.

Concluye que los docentes no utilizan los elementos de la Didáctica de la Matemática Maya como: la simbología, reglas de escritura de cantidades, significado de los símbolos, entre otros debido a que en todos los Institutos de Telesecundaria no se practica la Matemática Maya. Los docentes desconocen o no aplican nuevas técnicas que los ayuden a mejorar el proceso de aprendizaje en sus alumnos; tales como dinámicas, juegos, cuadros conceptuales, sobre constructivismo entre otras. Las técnicas más utilizadas en el proceso de enseñanza de acuerdo a la investigación son: exposiciones, lluvia de ideas, resúmenes y dictados. Matemáticas es un curso que utiliza el análisis y la comprensión para ser significativo, pero la investigación indica que el alumno aplica con mayor frecuencia la repetición sin mayor grado de comprensión en el estudio de este curso, lo que limita el aprendizaje significativo. Pérez (2014).

El aprendizaje significativo necesita tomar en cuenta los saberes del individuo que en ella se desenvuelve, saber que la persona tiene conocimientos solo que los tiene desordenados, él se los ha aprendido por la necesidad de su entorno, nos toca a nosotros ordenar esos conocimientos, adecuándolo a su realidad las teorías conceptuales serán de gran beneficio para el estudiantado.

Hernández García (2014) en su tesis denominada "Metodología activa como herramienta para el aprendizaje de las operaciones básicas en matemática maya" traza como objetivo general el "Determinar los resultados que se alcanzan en los dicentes, al utilizar la metodología activa como herramienta para el

aprendizaje de las operaciones básicas en la matemática maya" y en lo específico: Aplicar la metodología activa para el aprendizaje de las operaciones básicas en la matemática maya, en su investigación tomó en cuenta a estudiantes del Primero Básico Sección "A"; del Instituto Nacional Mixto Nocturno de Educación Básica, de la cabecera departamental de Totonicapán; comprendidos entre las edades de 12 a 20 años, de ambos géneros, entre ellos 20 de género masculino y 11 de género femenino; en su mayoría maya hablantes, originarios de las comunidades rurales de la cabecera departamental de Totonicapán y algunos del área urbana; estudian en la jornada nocturna.

Concluye que la aplicación de la metodología activa para el aprendizaje de las operaciones básicas en la matemática maya, fomenta la participación activa, el trabajo en equipo y la interactividad en los estudiantes, según lo que se pudo determinar por medio de los instrumentos utilizados. García (2014).

Pérez Gómez, (2013) en su tesis llamada "La Educación Bilingüe intercultural fortalece los valores de la cultura maya" realizada en Guatemala, en donde el capítulo I, contempla los principales componentes del plan de investigación, y se planteó el siguiente problema de investigación: la educación bilingüe intercultural fortalece los valores de la cultura maya en los estudiantes del nivel primario de la Escuela Oficial Rural Mixta de Santa María Tzejá. En este estudio, se aplicó el método inductivo y etnográfico. La investigación es descriptiva, porque se enfocó a describir el fenómeno objeto de investigación. Se aplicaron técnicas de observación y entrevista, para recabar la información con los sujetos a nivel de campo, a través de instrumentos técnicamente diseñados.

Tomando como objetivo la de contribuir con estrategias metodológicas de educación bilingüe intercultural, para fortalecer los valores de la cultura maya en los estudiantes del nivel primario de la Escuela Oficial Rural Mixta de Santa María Tzejá. Estableciendo la metodología que utiliza el maestro para desarrollar la educación bilingüe intercultural en los estudiantes de la escuela de Santa

María Tzejá e identificando los valores de la cultura maya que requieren los alumnos para enfrentar con éxito la vida en comunidad y determinando cómo motivar a los estudiantes en la búsqueda de los valores de la cultura maya para fortalecer su identidad.

Concluye que el estudio refleja que la metodología debe mejorarse, es necesario emplear suficiente material educativo. Los materiales deben estar vinculados con la cultura e intereses de los alumnos. La existencia de material elaborado en kiche' y castellano aunque por separado, la clase es desarrollado en forma bilingüe. Los juegos educativos y el trabajo grupal se comprobaron, que es eficaz en facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje. La enseñanza bilingüe, vinculada con la metodología propia, favorece un aprendizaje significativo para las generaciones del centro educativo de la comunidad. Gómez (2013).

Si la enseñanza bilingüe, favorece el aprendizaje significativo, entonces las circunstancias reales en la matemática maya, si se implementara en las aulas sería más significativa toda la enseñanza, porque se enriquecería los elementos de la educación, además es más comprensible las situaciones que uno presenta frente al estudiante, toma vida porque lo que usted le enseña, lo visualiza en la práctica de la vida cotidiana.

Según García Solís (2013) en su tesis denominada "Juegos Educativos para el Aprendizaje de la Matemática", nos presenta como objetivo: Determinar el progreso en el nivel de conocimientos de los estudiantes al utilizar juegos educativos como estrategia de aprendizaje de la matemática y en lo específico, comparar los resultados del rendimiento escolar entre el grupo control y el experimental para determinar el impacto de los juegos educativos en el desarrollo del aprendizaje de la matemática, La presente investigación tomó en cuenta a los estudiantes del tercer grado básico secciones A y B inscritos en el Instituto Nacional Mixto Nocturno de Educación Básica INMNEB del municipio y departamento de Totonicapán.

Concluye la determinación de la influencia de la metodología activa, en contraposición con la tradicional, demuestra un progreso en el aprendizaje de los alumnos, pues los juegos educativos cumplen un fin didáctico que desarrolla las habilidades del pensamiento y los juegos educativos indican el logro concreto de las competencias, pues permiten que la mente de los alumnos sea más receptiva. Solís (2013).

Aguilón Crisóstomo, (2013) en su tesis denominada “Estrategias Didácticas de la Lengua Materna y el estudio de la Matemática Maya” realizada en Guatemala, según su investigación denominada “estrategias didácticas de la lengua materna y el estudio de la Matemática Maya” se realizó para contribuir, establecer y proponer estrategias didácticas de la lengua materna, que propicien el estudio, la identificación y la organización de los contenidos de la Matemática Maya a través de la lengua materna Mam en el grado de quinto magisterio de las escuelas normales de formación inicial docente bilingüe intercultural del municipio de Comitancillo, San Marcos, tomando como objetivo la de 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. Donde podrá establecer las estrategias didácticas de la lengua materna que propician el estudio de la Matemática Maya en lengua materna en el grado de quinto magisterio en las escuelas normales de formación inicial docente bilingüe intercultural del Municipio de Comitancillo, San Marcos e identificar los contenidos que se imparten de la Matemática Maya en lengua materna en el grado de quinto magisterio en las escuelas normales de formación inicial docente bilingüe intercultural del Municipio de Comitancillo, San Marcos. Proponiendo estrategias didácticas de la lengua materna para el estudio de la Matemática Maya en lengua materna en el grado de quinto magisterio en las escuelas normales de formación inicial docente bilingüe intercultural del Municipio de Comitancillo, San Marcos.

Concluye que por desconocimiento no hay aplicación de las estrategias didácticas de la lengua materna que limitan el estudio de los contenidos de la Matemática Maya en lengua materna mam, pues son escasos los contenidos que se estudian de manera aislada por consciencia del docente trayendo como consecuencia la imposición de esquemas y elementos de la cultura dominante del país como contenidos de Matemática Maya. Crisóstomo (2013).

La Matemática Maya es una de las ciencias de la cultura maya y se ha considerado como una de las áreas fundamentales de estudio en la formación 116 Inicial Docente por tales razones, debe desarrollarse en lengua materna con enfoque constructivista, holística e integral para la formación de los estudiantes participativos, críticos y conscientes de la realidad cotidiana.

El abordaje de la Matemática Maya en las Escuelas Normales de Formación Inicial Docente debe ser a través de estrategias didácticas de la lengua materna, para que se estudie esta ciencia desde sus distintos componentes, sus principios, características, elementos, con las nuevas estrategias, métodos y técnicas para el aprendizaje de manera significativa, con enfoque maya, socio constructivista e integral y con la aplicación de recursos propios de la localidad y las nuevas formas de evaluación tomando como base el CNB de Formación Inicial Docente.

Una de las didáctica importantes sería, el uso de lenguaje común en los problemas de matemática, como por ejemplo: decir, cual es el área de un terreno cuyas colindancias son: el norte 20 metros, el sur 25 metros, el este 12 metros y el oeste, 17 metros, si nos damos cuenta, con este problema el alumno se recordará, que en su terreno se conocen estas frases, ellos dicen allá arriba, allá abajo con relación al norte o sur, pero que si se comprende mejor porque le estamos dando el sentido general de toda figura plana que la naturaleza nos

enseña, por lo tanto es sin duda una enseñanza adecuada para estas áreas es enseñarles con las situaciones que ellos viven a diario.

Sabemos que existe la ciencia de la matemática en las comunidades mayas, el problema es que se desconoce, y no se ha planteado un orden para utilizarlo, los que la conocen solo lo transmiten por vía oral, sin darlo a conocer por escrito, en el güipil de las mujeres encontramos un sin número de figuras planas, en los inmuebles, en las casa, se construyen con figuras de la matemática, solo basta ver los surcos, con qué agilidad la elaboran, formando figuras que embellecen el campo.

Es hora de conocer la riqueza de la matemática maya, que no es solo el sistema vigesimal, esta ciencia nos llevará nuevamente en el camino del descubrimiento de muchas cosas que si bien es cierto, se desconoce pero se utilizan en la actualidad como herramientas para enfrentar las circunstancias de la realidad.

Morales Montoya (2013) en su tesis llamada " Descontextualización de recursos didácticos textuales en el proceso enseñanza-aprendizaje del sistema de numeración vigesimal" traza en su objetivo general la de 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, multiétnica, del INEBCOOP, del Parcelamiento Xalbal, Municipio de Ixcán, Departamento de Quiché. Y en lo específico Determinar la descontextualización de los recursos didácticos textuales que se usan en la enseñanza-aprendizaje del sistema de numeración vigesimal, con los estudiantes del INEBCOOP del Parcelamiento Xalbal, Municipio de Ixcán, Departamento de Quiché. Tomando como base a 112 personas. Del universo de 100 estudiantes, 51 fueron hombres y 49 mujeres. Distribuyendo la población en etnias 68 de la etnia Mam, 8 de la etnia Q'anjob'al, 8 de la etnia Poptí', 5 de la etnia Chuj, 3 de la etnia K'iche' y 8 castellanos; por lo que son 92 de la cultura maya y 8 de la cultura ladina.

Los informantes fueron 10 docentes de ellos 3 mujeres y 7 hombres; 2 con un nivel académico de cierre de Licenciatura en educación maya, 2 con un nivel académico de profesorado de educación maya, 5 maestros de educación primaria y 1 secretaria; de ellos 8 de la cultura maya y 3 de la cultura ladina. Las autoridades educativas objeto de estudio fueron 2 personas, el Coordinador Técnico Administrativo -CTA- a cargo del distrito 14-20-36 y el Subdirector departamental de educación con sede el Ixcán.

De lo anterior se presenta el siguiente cuadro. Esto toma en cuenta que el universo de la población planeada fue de 112 personas, para tal estudio no aplicó muestra, la investigación se realizó con la población total.

Concluye que los recursos didácticos textuales como libros, textos, folletos, cartillas, que se utilizan en la enseñanza aprendizaje del sistema de numeración vigesimal con estudiantes del INEBCOOP se encuentran descontextualizados en el sentido que solo tienen contenidos en idioma español y no en los idiomas mayas que dominan los estudiantes, por lo que los recursos textuales no responden al multilingüismo de la comunidad educativa donde están presentes los idiomas mayas Mam, Popti', Q'anjob'al, Chuj y K'iche'.

La enseñanza aprendizaje de numeración vigesimal no contempla los cálculos numéricos que se usan en las actividades del diario vivir de las personas, como: labores agrícolas, elaboración de comidas, preparación de medicamentos naturales, compra-venta de productos en el mercado, elaboración de tejidos, confección de manualidades, cálculo del tiempo según fases lunares; actividades donde la comunicación se da en los idiomas mayas. Montóya (2013).

Álvarez Velázquez (2012) en su tesis llamada "Procesos metodológicos que se aplican en la enseñanza-aprendizaje de la lecto-escritura K'iche' " traza como objetivo la de identificar procesos metodológicos que utiliza el docente en la enseñanza aprendizaje de la lectoescritura del idioma K'iche'. Y como objetivo

específico describir procesos metodológicos aplicables para la enseñanza aprendizaje de la lectoescritura del idioma K'iche' en el nivel diversificado en la Escuela Normal Bilingüe Intercultural, la presente investigación nos muestra a la población bilingüe de Santa Cruz del Quiché en donde concluye que Los catedráticos necesitan fortalecer su metodología apoyado de actividades interactivas, material didáctico, rincones de aprendizaje, referencias bibliográficas actualizadas, investigación y autoformación en relación a la enseñanza aprendizaje de la lectoescritura del idioma K'iche'. Velásquez (2012).

Según Villagrez López (2012) en su tesis denominada "Formación Docente y Pertinencia cultural de los aprendizajes, desde los Nawales" toma como objetivo la de Contribuir al mejoramiento de la formación inicial docente de los estudiantes de la Escuela Normal Bilingüe, en la aplicación de aprendizajes pertinente a la cultura, desde los nawales.

Dicho estudio se realizó con profesores y profesoras egresados y egresadas de la Escuela Normal Bilingüe Intercultural, ubicada en el Municipio de San Juan Ostuncalco; son los que aplican y laboran en escuelas de los diferentes municipios pertenecientes al grupo sociolingüístico mam del departamento de Quetzaltenango, entre jóvenes y señoritas, que en su mayoría son provenientes de familias numerosas, de escasos recursos económicos; ubicados geográficamente en las áreas rurales del departamento.

Los y las estudiantes al egresar se convierten en profesores y profesoras. Son en un 95% indígena que pertenecen a la comunidad sociolingüística Mam. El muestreo fue no probabilístico, intencionado; se realizó con la participación de personas idóneas, que reúnen las condiciones y que fueron accesibles por motivos de localización y apertura, para fines de la presente investigación.

El estudio se realizó con 14 profesoras y 15 profesores que atienden de 1º. a 6to. grados de Educación Primaria, egresados de distintas promociones de la Escuela Normal Bilingüe de San Juan Ostuncalco.

Concluye que los niños en las escuelas de educación primaria, desconocen su nawal en cuanto a representación gráfica e información sobre aspectos propios de la personalidad. Por lo tanto, no se consideran los nawales, en ningún momento, ni bajo ningún motivo o circunstancia, como medio para potenciar el aprendizaje de los estudiantes, en cualquiera de los grados que cursan. López (2012).

Arenas Avella (2012) en su tesis llamada "Propuesta didáctica para la enseñanza de áreas y perímetros en figuras planas" traza como objetivo Diseñar e implementar una estrategia didáctica en los estudiantes del grado sexto aplicado en la enseñanza de la geometría en la temática de área y perímetro en figuras planas, con el uso de herramientas TIC (moodle) y material concreto tangram, y en lo específico: Aplicar la estrategia didáctica en el grado sexto de la Institución Educativa Barrio Santander Sección Estado de Israel. Evaluar la estrategia didáctica a través del aprendizaje significativo, alcanzado por los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Barrio Santander Sección Estado de Israel.

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia la cual concluye que el desarrollo de esta estrategia, permitió identificar las concepciones iniciales de los estudiantes frente a las temáticas de áreas y perímetros en figuras planas en la geometría básica, sus dificultades para interpretación del mundo desde la geometría, y a partir de esta crear un espacio basado en el respeto, la participación activa que fomente el auto aprendizaje y el aprendizaje colaborativo desde diversas situaciones problema.

Al implementar en la enseñanza de la geometría, diferentes herramientas que le permitan al estudiante visualizar, manipular y sobre todo participar activamente

de su proceso de enseñanza aprendizaje, se potencia no sólo un aprendizaje significativo, sino la construcción de valores, la comunicación, la aceptación por la diferencia y la autonomía. Avella (2012).

En Guatemala no tiene bibliografía en donde se encuentra escrito las ecuaciones mayas que se utilizan para medir áreas de terrenos de cuadriláteros, no existe investigación alguna que denote el uso de dichas ecuaciones, incluso para que se patente como un valioso aporte a la matemática.

El uso de las ecuaciones mayas, ha fortalecido a las familias, con tal de no costear el pago de un profesional en el área, utilizan personas que tienen estas habilidades.

En Santa María de Jesús Sacatepéquez, desde tiempos remotos hasta la actualidad se sigue utilizando dichas ecuaciones mayas, incluso, los notarios exigen que tenga la firma de un ingeniero colegiado activo, pero solo envían las colindancias con ellos y estos últimos los envían con el ingeniero, la cual solo dibuja un plano y concretiza los datos que se le envía de la finca.

1.2.- PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La ciencia nace por las necesidades que se tienen, primero se practica luego se anota lo sucedido, así se ha mantenido durante años. En la historia ha existido la práctica informal como los antiguos egipcios para medir el área del espacio que dejaba el río Nilo al inundarse, ellos utilizaban el nudo para medir, para evitar conflictos entre de ellos. En las comunidades rurales (mayas), han existido tales mediciones, las cuales se desconocen, pero se utiliza por las necesidades que tiene la población, así como los aztecas, según un estudio realizado por Barbara

Williams y María del Carmen Jorge, utilizaban su propio sistema para medir sus parcelas de tierra a través de dibujos de corazones, manos y flechas que representaban fracciones de unidad lineal, estos están escritos en dos

manuscritos: el códice de Santa María Asunción y el códice de Vergara, entre ambos aportan más de 2000 dibujos de propiedades agrícolas de 16 comunidades de los aztecas Acolhua. Los códices contienen además datos, por unidad de vivienda, sobre la edad, el sexo, el parentesco, el estatus socioeconómico y la posesión de tierras de sus ocupantes. El estudio realizado muestra evidencias del uso de principios matemáticos congruentes, basados en proporciones entre la medida lineal estándar de los acolhua y otras unidades menores, como el corazón, la mano o la flecha. Después de usar diferentes algoritmos, investigadores del caso determinaron que dos flechas eran el equivalente a una unidad, que cinco manos equivalen a tres unidades o que cinco corazones representan dos unidades.

De acuerdo con este estudio, se descubrió que para medir un terreno, los aztecas medían lados de las parcelas cuando eran cuadriláteros, pero en otras superficies con formas más complicadas, medían dos lados opuestos, los promediaban y luego multiplicaban el resultante por alguno de los otros lados. También descomponían los cuadriláteros en triángulos, calculando la superficie de esos triángulos. Williams y Jorge (2008).

Todo estos se hacen para enfrentar a los usurpadores y para mantener el orden y la paz en la comunidad, la cual el usurpar inmueble, se ha convertido en foco de discordia entre hermanos, familiares, amigos o simplemente vecinos del inmueble, para evitar a que se roben una parte de su parcela, se creó un mecanismo de defensa con tal de que no se pierda propiedad en manos de abusadores de inmuebles, tanto en la antigüedad como en la vivencia de hoy en día, se ve claro en donde personas invaden las tierras, es una de las razones que tienen nuestros ancestros para colindar el inmueble, dejando por escrito las medidas y colindancias para que esto sea un seguro de no perder la misma.

Así como los aztecas utilizaban como herramienta el tlalquahuitl, que es una barra para medir terreno que mide 2.5 metros, los medidores de Santa María de

Jesús Sacatepéquez, utilizan varas de madera, medidas en: cuartas o brazadas, también se utilizan cuerdas y en la actualidad se utiliza la cinta métrica, (así como lo hacían las sociedades antiguas) utilizaban el cuerpo de la persona humana para simular una unidad de medida, por esas situaciones aparecen la pulgada, (yema del dedo pulgar), el pie (planta del pie), todas estas formas de medición se sigue dando, en algunos casos; ¿existirá errores en tales mediciones?, como en todo caso cuando se manejan números, siempre existe algún excedente o disminución de las medidas, si analizamos las mediciones técnicas también es así, solo que se le dio un seguimiento y se mejoró para luego anotarlos en donde otras personas aportaron para el caso, ahora los conocemos como tal. Williams y Jorge (2008).

Tales circunstancias, lleva la investigación a dejar un precedente de que se sigue utilizando las formas de medición al estilo de los ancestros mayas, además demostrar la riqueza cultural de la etnomatemática. La diversidad de culturas existentes en Guatemala, nos dejan un legado, que existen formas o métodos para manejar la matemática ancestral, la cual se ha heredado oralmente, dado el caso de la investigación, según sus objetivos; se promueve, identifica y describe dichas mediciones.

Por lo anterior, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es el sistema ancestral, para medir áreas de polígonos planas de inmuebles en Santa María de Jesús Sacatepéquez, que ha contrarrestado las usurpaciones de propiedades?

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1- General.

- Promover la importancia del sistema ancestral para medir áreas de polígonos planas de inmuebles en Santa María de Jesús Sacatepéquez.

1.3.2- Específicos.

- Identificar el sistema de medición ancestral para medir áreas de polígonos planas de inmuebles que utilizan los pobladores de Santa María de Jesús Sacatepéquez, que a contrarrestado la usurpación de propiedades.
- Describir el procedimiento de medición ancestral, para medir áreas de polígonos planas de inmuebles en Santa María de Jesús Sacatepéquez

1.4.- JUSTIFICACIÓN

Los procesos matemáticos utilizados para la producción de conocimientos de los pueblos indígenas han sido poco explicados e evidenciados, por lo que pretendemos hacer un análisis de estos procesos y ofrecer reflexiones teóricas para futuras investigaciones, porque consideramos que el aporte de la Cultura Maya al desarrollo de la matemática es inmenso. Yojcom (2013).

En la actualidad existen lugares de nuestro país Guatemala, donde no tienen acceso a la educación, otros por estar lejos de la cabecera departamental y algunos porque no quieren asistir a un establecimiento educativo, porque piensan que la educación es para personas que no quieren labrar la Tierra o que la educación se imparte en otro idioma. Si hoy en día existen estos problemas, entonces en décadas anteriores, como fue su preparación académica, y si fuese del área rural maya, teniendo en su haber un idioma materno que para muchos docentes, es absurdo u obsoleto. "Sin pertinencia cultural, las dificultades serán mayores, máxime en un país multilingüe, multiétnico y multicultural" España (2011 p. 117).

Desde tiempos ancestrales, algunos tenían la opción de asistir a una escuela, otros por lo general buscaban medios para trabajos técnicos, en algunos casos se analiza la realidad de la matemática, otros les educaron escolarmente en otro

idioma, oralmente con nuestros ancestros, reunidos alrededor del fuego nos comunicaban sus sabias enseñanzas, los que supieron escuchar, obtuvieron conocimientos de los números, salud, astronomía, arquitectura, etcetera. prueba de ello nos dejaron los calendarios, que se utilizan para la siembra y otro para estudiar fenómenos de la astronomía.

Conocedores de la realidad, los que estamos en el campo de la educación manejamos muchos conceptos: de lenguaje, estudios sociales, ciencias naturales, matemática, etcetera. La cual ha enriquecido la ciencia maya, tomando uno de los casos peculiares de la realidad de la matemática maya, se enseñan los números reales, la geometría, los casos de trigonometría, el álgebra, y también el uso de ecuaciones para darle solución a ciertas circunstancias pero en otro idioma, en contexto diferente no.

La alfabetización en matemática no sólo contribuye a la formación de un pensamiento lógico, sino a la solución de problemas prácticos de la vida cotidiana; de ahí que, para hacerla efectiva, sea necesario partir de la etnomatemática, o aquella matemática ubicada en el contexto sociocultural de cada región. España (2011 p. 117).

¿Qué ecuación matemática utilizará aquel que no sabe del uso de la ecuación técnica para hallar el área de su inmueble?, si la misma fuese un cuadrado, rectángulo, trapecio o trapecoide, ¿cómo satisface su propia necesidad cuando él, necesita hacer tales mediciones?, ¿qué métodos utilizará para que tenga colindancias reales?, se sabe que a lo largo de la historia, existen personas invasoras de terrenos, ya sea unos cuantos metros pero es una usurpación, la cual ha generado problemas entre vecinos, incluso se invaden pueblos enteros, tal es el caso, Belice de Guatemala, la línea limítrofe que se ha colocado sirve para que ambas partes no usurpe tierras del vecino.

En Santa María de Jesús, no es la excepción porque en años remotos se dice que: Amatitlán Guatemala, Palín Escuintla, San Juan del Obispo Antigua

Guatemala, y otros, invadían parte de las tierras de este pueblo, por esas circunstancias, se vieron en la necesidad de medir los terrenos con esos pueblos, la cual se construyeron zanjas y monumento en cada espacio que requería de la misma, con tal de salvaguardar el deslinde del terreno perteneciente a Santa María de Jesús Sacatepéquez, como lo dice el Código Civil en el Artículo 475.- (Deslinde y amojonamiento).

Todo propietario tiene derecho de obligar a los vecinos propietarios o poseedores, al deslinde y al amojonamiento; y según la costumbre del lugar y la clase de propiedad, a construir y a mantener a prorrata las obras que los separan.

En ese momento personas sin saber de matemática, utilizaron modelos para medir los deslindes y amojonamiento de los terrenos, esto dio resultados positivos, porque durante el tiempo hasta hoy en día, ya no invadieron nuestros vecinos, las operaciones utilizadas son desconocidas para muchos, pero que con ello han logrado satisfacer las necesidades de la comunidad y personas individuales.

Cuando se emplean estas ecuaciones según los datos, casi todos coinciden en las mediciones: los cuadrados, rectángulos y trapecios, algunos casos especiales como el trapezoide existe una incerteza de error que a su vez es mínima. Wesley (1998, pag 408), el perímetro (p) de un polígono es la suma de las longitudes de los lados del polígono.

Los medidores de inmuebles, utilizan su metodología en el idioma materno (kaqchikel), siempre buscan el norte, ellos dicen (paró' el), al lado sur, (parachaq qa), cuando empiezan a deslindar dejan varas o izotes, en los puntos principales, esto indica una medida, ya sea una cuerda, o media cuerda, luego suman los lados, Norte, sur, este y oeste, ellos no se dan cuenta que es el perímetro de la figura, (cuadrada, rectángulo, trapecio o trapezoide).

Según el postulado de área como lo narra, Wesley (1998, p. 394), a cada región poligonal se le puede asignar un número positivo único denominado área. El área de la región R se representa por A(R).

En la matemática ancestral también es notorio tales mediciones de áreas de cuadriláteros, como la de una parcela según la ciencia maya, se utiliza los puntos cardinales: A = Norte x el Este. Si fuese un trapecio, según la ecuación maya utilizando los puntos cardinales obtienen: $M = \frac{N + S}{2}$, $C = \frac{E + O}{2}$, en donde M, es la medida del norte y S. C es la medida del este y el oeste, estos se suman y se dividen en dos, después de la igualación de datos se multiplican y la ecuación maya queda así, $A = MC$, en si las ecuaciones mayas siempre están presentes la naturaleza de la vida, cada caso es resuelto con naturalidad.

Según Yojcom (2013), indica que conviene aclarar que las medidas de cuerdas no son las mismas para las comunidades mayas, algunas como los Kaqchikel utilizan la cuerda de 20 brazadas (40x40 varas), los q'eqchi' utilizan la cuerda de 13 brazadas (25x25 varas). De acuerdo a la cultura kaqchikel las mediciones con sus unidades nos muestran que: una cuerda equivale a 33 m x 33 m, la ciencia maya lo mide por brazadas, y consta de 20 brazadas, que en general da un aproximado de 33 m.

El estudio será un aporte a la matemática maya y a la comunidad en general, para que ellos se sientan satisfechos de lo que están haciendo, fortaleciendo tales casos para que sea una herramienta útil sin que esto cause problemas entre vecinos incluso en las familias en la cual han sucedido, por una mala medición conllevan a peleas la cual genera inestabilidad en algunos casos.

Estas ecuaciones podría ser enseñado en los establecimientos educativos, sabiendo muy bien que ellos en su materia de matemática existe una cláusula para determinar áreas de figuras cuadriláteros.

1.5.- VARIABLES:

Variables	Definición Conceptual	Definición Operativa	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Sistema ancestral de medición, para medir polígonos planas de inmuebles.	Sistema: Es un conjunto de medidas y cantidades elegidas para comparar con ellas las demás cantidades de su misma magnitud. (Baldor)	Conjunto de medidas de los linderos de un inmueble, que una persona medidora recolecta.	<p>Jun ruwi` q`ab`aj = Una cuarta.</p> <p>Jun jaj = Una brazada.</p> <p>Nik`aj jaj = Media brazada.</p> <p>Jun k`an = Una cuerda.</p> <p>K`a`i` k`an = Dos cuerdas.</p> <p>Nik`aj k`an = Media cuerda.</p> <p>Jun k`an rik`in nik`aj = Una cuerda y un cuarto.</p>	<p>Observación directa de los medidores de inmuebles.</p> <p>Entrevista estructurada a los medidores.</p>	<p>Hoja de observación directa.</p> <p>Guía de entrevista.</p>

Variables	Definición Conceptual	Definición Operativa	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Medición ancestral para hallar el área de polígonos planas de inmuebles.	<p>Medir: es comparar la unidad con la cantidad. Es decir, que medir es comparar una magnitud (por ejemplo el largo de un terreno) con otra de su misma especie que arbitrariamente se toma como unidad de comparación (por ejemplo: metro, yarda, pie, etc)</p> <p>Fernández R. (2004)</p>	Es la forma de como el medidor logra saber las colindancias del norte, sur, este y oeste de un inmueble.	<p>Medidas de los deslindes y áreas de un inmueble de forma:</p> <p>a) Cuadrada. b) Rectángulo. c) Rombo. d) Trapecio. e) Trapezoide.</p>	<p>Observación del inmueble.</p> <p>Análisis de los deslindes del inmueble.</p> <p>Análisis de la medida del área del inmueble.</p>	<p>Guía de observación del inmueble.</p> <p>Hoja de trabajo en donde demuestran la forma de como miden el área de un inmueble.</p>

Fuente: Propia.

1.6.- METODOLOGÍA.

La metodología que se utilizó en la siguiente investigación es la inductiva, tomando en cuenta la experiencia de cada persona que mide el inmueble, la forma de como realiza la medición y el uso de ecuaciones mayas para obtener el área del inmueble, sabiendo que estas personas no tienen un grado académico, de conocimientos que necesita dichas situaciones.

Según Hernández Sampieri, (2010) la investigación cualitativa "se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto.

Se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones de seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones (busca interpretar lo que va captando activamente) ".

Con esto se describe el comportamiento que tiene la ciencia maya para medir áreas de polígonos de inmuebles, utilizado efectivamente en la población de Santa María de Jesús Sacatepéquez, la cual por la necesidad de tener los deslindes de sus parcelas para evitar invasión de los vecinos, se creó un sistema para medir la misma, tomando la sabiduría de nuestros ancestros, y haciendo valer el conocimiento empírico, demuestran la riqueza de la matemática ancestral.

Según Yojcom (2013) "Gran parte de los conocimientos y saberes del pueblo maya, se basan en principios que garantizan no sólo su sobrevivencia sino su transcendencia en este mundo diverso, aquí describiremos de manera breve algunos de los principios que dan sustento al pensamiento maya".

Realmente, la sabiduría nace de la necesidad, la cual muestra relación estrecha con lo que nos enseñan en las aulas.

Intencionalmente se seleccionó a siete personas que tienen esa capacidad de medir inmuebles de polígonos planas para que nos muestren la experiencia que ellos tienen con relación a la matemática maya.

1.7.- Población

En una población, no todas las personas tienen la misma vocación para realizar algún acto, trabajo, etc. Tales razones en la investigación se analizaron los casos de siete personas, que miden inmuebles, viven en los cuatro cantones de la población de Santa María de Jesús, dos de ellos en el primer cantón, dos en el segundo cantón, dos en el tercer cantón y uno en el cuarto cantón.

1.7.1.- Muestra:

De acuerdo a la realidad, se conversó con ellos, se les comunicó del motivo de la investigación, se les entrevistó y se les preguntó si conocen a alguien que también tiene las mismas cualidades de medir inmuebles, ellos cooperaron y dijeron nombres de otros que también trabajan en los mismo.

Según Sampieri (2010) esto es "*Muestras en cadena o por redes* ("bola de nieve"): se identifican participantes clave y se agregan a la muestra, se les pregunta si conocen a otras personas que puedan proporcionar datos más amplios, y una vez contactados, los incluimos también".

1.7.2.- Delimitación geográfica:

Municipio de Santa María de Jesús Sacatepéquez.

1.7.3.- Institucional:

Vecinos que viven en los cuatro cantones de Santa María de Jesús Sacatepéquez y miden inmuebles en la población.

1.7.4.- Personal:

Personas particulares, líderes de la comunidad, de Santa María de Jesús Sac.

1.7.5.- Límite temporal: El presente estudio se realizó, del 1 Enero al 31 de Mayo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.- La necesidad de medir la Tierra

El hombre hizo matemática por una necesidad práctica. La vida comercial de las ciudades primitivas determinó la creación de un sistema de operaciones aritméticas elementales.

La necesidad de medir, y muy probablemente la de construir tumbas y viviendas, edificar templos o abrir canales, dio origen a la geometría. En la antigüedad, la Matemática aparece asociada con culturas como: China, India, Babilonia, Egipto y otras. Como ciencia comienza con los griegos, pero antes, el hombre necesitó de ella para poseer conocimientos sobre el número y la forma. Los griegos fueron quienes estructuraron esos conocimientos en un sistema científico. (Echeverría, 2010).

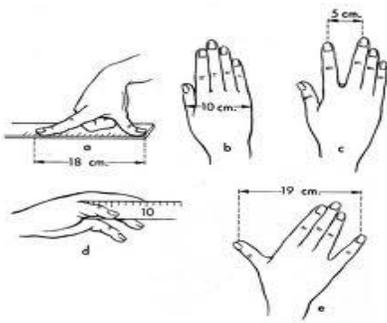
La historia del origen de la geometría está asociada a la solución de problemas concretos, es decir, los conceptos de geometría son consecuencia de las actividades prácticas que realizaba el hombre. Una de estas actividades era la medición de la Tierra, de allí el origen etimológico de la palabra geometría: geo, tierra y metrón, medida. Ballén (2004).

¿Por qué se mide la Tierra?, se practica la medición para no tener problemas de usurpaciones, lamentablemente la persona humana, demuestra ambición de obtener más de lo que tiene e invaden partes de un terreno. Según lo investigado, muchas personas arrancan los izotes, y se encaminan metros dentro del terreno y los siembran, luego alegan que es de ellos. La medición ha mediado entre estos problemas que se han suscitado desde tiempos antiguos hasta hoy en día, se mide, y se anota ante un notario público según el Código

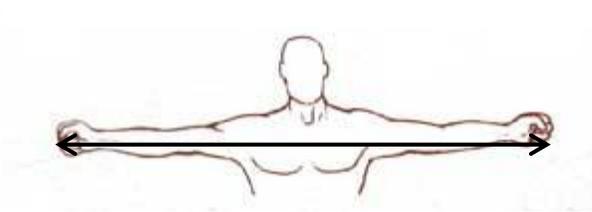
Civil Artículo 1127.- (Reformado por artículo 2 Dto. 124 – 85).- La inscripción en el registro puede pedirse por cualquier persona que tenga interés en asegurar el derecho que se deba inscribir. Los registradores harán toda inscripción, anotación o cancelación, dentro del término de ocho días, contado desde la fecha de recepción del documento. Si éste diere lugar a varias de las operaciones antes indicadas, el término se ampliará en seis días más.

2.2.- Medición en la antigüedad

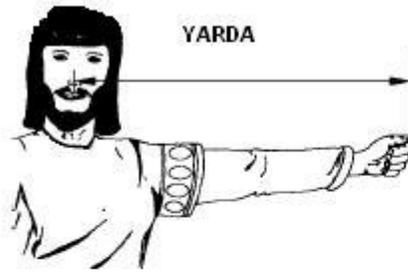
En la antigüedad se utilizaban las partes del cuerpo como unidades de medida. Algunas de estas unidades aún se emplean. Por ejemplo, la mano (el palmo), que son 10 cm., se usa para medir la altura de los caballos. Una persona mide a pasos una alfombra, una habitación o un campo cuando quiere saber su anchura o longitud aproximada. En estos casos, un paso equivale a 3 pies de largo. La braza, que equivale a cerca de dos metros, se emplea para medir cables y la profundidad del agua. Esto el Rey Enrique estableció que la longitud de una yarda debía ser igual a la distancia comprendida entre su nariz y el extremo de su brazo. (Pingry, 1964)



La mano (el palmo) equivale a 20 cm, en el sistema de medición maya.



La brazada, equivale, aproximadamente a 1.65 m para una persona indígena de 1.65 m de altura.



El Rey Enrique estableció que la longitud de una yarda debía ser igual a la distancia comprendida entre su nariz y el extremo de su brazo.

En la realidad, estas medidas son las utilizadas, en las comunidades indígenas, fueron legados oralmente de generación en generación, y hoy en día es el eventual ejemplo de la ciencia ancestral. Según nuestra investigación, para medir áreas de una figura cuadrilátero, ellos, (nuestros ancestros) utilizaban brazadas, para una cuerda de 33 m de largo, ellos miden 20 brazadas, si una brazada equivale a un aproximado de 1.65 m, esta cantidad multiplicado por 20 entonces tenemos un aproximado de 33 m.

Una cuerda puede ayudar a pensar en una línea; si la cuerda está tirante, dibujará muy aproximadamente una línea recta, que se puede imaginar ilimitada, sin principio ni fin. (Oceano).

Cuando la ciencia empezó a revolucionar, nos dan nuevos conocimientos, por tal razón, se empieza a utilizar el metro, plasmado en madera, pero con la ayuda de una cuerda (o pita) que es otro de los elementos utilizados para la medición de terrenos, utilizando de un punto a otro punto, luego con la ayuda del metro calculan la cantidad exacta del terreno a medir.

En algunos casos, si es muy grande la finca o terreno que se va a medir, ellos miden la cuerda (pita) primero, la mayoría de veces, estas cuerdas miden treinta

metros, entonces de un punto empieza la medición, cuando llega a los treinta metros, siembran izotes (árbol muy fuerte) que sirve de referencia para saber los puntos de un terreno, así sucesivamente van colocando los puntos, al final suman la totalidad y si existiera una parte que no llega a treinta metros, entonces solo miden con la cuerda, para luego medirlo con el metro de madera.

2.3.- Los mayas y la Tierra

Consuetudinariamente hablando los mayas como parte de sus costumbres tienen una conexión directa con la naturaleza, es su medio de trabajo, es su fuente de consumo, y es el eje fundamental de su espiritualidad, con la creencia que la Tierra es la madre de toda la humanidad, se le caracteriza así comparando el papel de una madre que no deja sufrir a su hijo, al contrario le cede protección para su desarrollo humano, a esa cuenta, para ellos la Tierra; es la base fundamental para su desarrollo económico. (Chávez, 2005).

2.4.- Figuras de cuadriláteros

Un cuadrilátero es la unión de cuatro segmentos determinados por cuatro puntos, tres de los cuales no son colineales. Los segmentos se intersecan sólo en sus extremos. (Longman, Addison Wesley, 1998).

2.5.- Paralelogramo

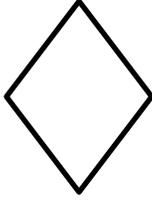
Son los cuadriláteros que tienen sus lados opuestos iguales y paralelos. Los paralelogramos se dividen en: **cuadrado**, cuando tienen sus cuatro lados iguales y sus ángulos rectos; **rombo** cuando tiene sus cuatro lados iguales, pero en sus ángulos no son rectos; **rectángulos** cuando tiene sus lados opuestos iguales dos a dos y sus ángulos rectos, y **romboide** cuando tiene sus lados opuestos iguales dos a dos, pero sus ángulos no son rectos. (Baldor)



Cuadrado



Rectángulo



Rombo



Romboide.

La naturaleza de los inmuebles nos muestran estas figuras, con esta imagen tomada desde una distancia apropiada, visualizamos a lo lejos las figuras que existen, también al medirlos nos damos cuenta que es una realidad.

Imagen de cuadriláteros en la naturaleza

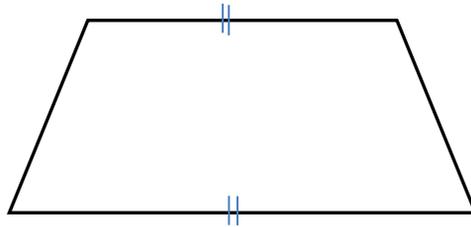


Fuente: Propia.

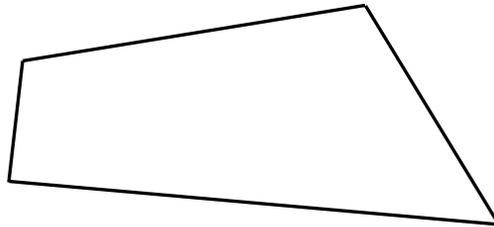
Descripción de cuadriláteros, según Wesley (1998).

Cuadrilátero es la unión de cuatro segmentos determinados por cuatro puntos, tres de los cuales no son colineales. Los segmentos se intersecan sólo en sus extremos.

Trapezio: es un cuadrilátero con exactamente dos lados paralelos.



Trapezio isósceles, es un trapecio con lados congruentes no paralelos.



2.6.- Mediciones mayas

Las mediciones mayas se han dado por siglo, la historia lo enmarca visiblemente en cada una de las ruinas existentes, en los tejidos, en sus chozas, en la siembra, en las mediciones de sus parcelas, el largo de los trozos (leña) para uso familiar, y en muchas situaciones que el maya de hoy utiliza para su bienestar.

El vestuario típico de las mujeres indígenas de Guatemala demuestra una gran creatividad en todo su diseño. Tanto en güipiles como en cintos se pueden apreciar patrones de figuras geométricas como cuadriláteros y circunferencias. Bernabeu, (2008).

El caso es complejo, porque el código que utilizan, es su propio idioma, en este caso el kaqchikel, ejemplos de términos utilizados son: Jun Jaaj es la longitud que se produce al extender ambos brazos del cuerpo humano, y se mide desde los extremos de los dedos pulgares de ambas manos, conocida también como *brazada*. Yojcom (2013), Jun jaj rik'in nik'aj (una brazada y un medio), jun k'an (una cuerda), jun k'an rik'in nik'aj, (una cuerda y un medio), ka'í' k'an (dos cuerdas), jun q'ab'aj (una cuarta).

2.7.- MATEMÁTICA MAYA. (SISTEMA DE MEDICIÓN ANCESTRAL MAYA KAQCHIKEL.)

Jaj (brazada)

Según la brazada es la altura de una persona aproximada de 1.65 m para una persona indígena de 1.65 m de altura, esto se mide de la punta del dedo medio del brazo derecho a la otra punta del otro dedo medio del brazo izquierdo, si multiplicáramos 20 veces la cantidad de 1.65 m, obtenemos 33 m, es la cantidad aproximada para la longitud del lado de un inmueble, si la misma se multiplicara 33×33 m entonces obtenemos la medida del área cuadrada de un inmueble que equivale a una cuerda. Es una medida utilizada cuando se desconocía el metro patrón, en los inmuebles, en tejidos típicos, cuando se corta un árbol que servirá para leña.

2.8.- Modo de utilizar la brazada (Jaj)

Se mide una vara de caña o de arbusto con una brazada de medida, con esto se marca el terreno, esta técnica lo utilizan las personas que trabajan como agricultores trabajadores por contrato de cuerda, (empleados que trabajan una cuerda por día), les pagan una cantidad mayor según el caso pero antes de iniciar el trabajo mide la cuerda cuadrada con una vara de una brazada de

longitud, mide 20 brazadas en cada lado cuadrándolo a 80 brazadas, que equivale el perímetro del inmueble, luego empiezan a trabajar la Tierra.

Para medir la Tierra. "Jun raqan k'an es una unidad de medida utilizada en longitudes grandes, generalmente se utiliza para medir longitudes y áreas de terrenos y su equivalencia es de jun k'al jaj" (20 brazadas, según la medida en la familia kaqchikel). Yojcom (2013).

Se mide una vara con una brazada de longitud, se mide el norte, que en general se conoce como (paro'), el lado sur (parachaq), dos lados imprescindibles en dicha medición.

Esta medida es la principal de hoy en día, cuando no existía el metro elaborada con plástico, se utiliza una pita, (k'an) hoy en día, es la más utilizada en las mediciones de terrenos, con esto lo que se hace es medir la pita con el metro, de madera, se mide 33 m, para luego estirarlo y empieza la medición, dependiendo la ubicación del terreno, así empezará la medición, siempre empiezan en el norte, al finalizar se coloca puntos de referencia, terminada la medida del perímetro buscan un árbol para sentarse y realizar sus cálculos.

En la elaboración de tejido típico; la brazada se utiliza para la medición del güipil, el sute y la faja. En un güipil se utiliza brazada y una cuarta, (Jun jaj rik'in nik'aj) esto es para una persona de una altura aproximada de 1.65 m, si son niñas pequeñas una brazada (Jun jaj). Para la faja se utiliza dos brazadas, (Ka' jaj) esto para que de tres vueltas en la cintura de una mujer con una circunferencia aproximada de 0.56 m. en el sute su medida son de una brazada con tres cuartas, (Jun jaj rik'in oxí' q'ab'aj).

En la siembra de arveja china, hoy en día también se utiliza jun jaj (una brazada) entre varas que sostienen la pita para que crezca bien el producto.

2.9.- Q´ab´aj (una cuarta)

La cuarta se utiliza como medida para la siembra, en el caso de los frijoles, se utilizan una cuarta de distancia entre cada frijol, (Q´ab´aj), en la milpa existe cinco cuartas de distancia entre cada mata, también para cada surco, la guía se utiliza el cabo de azadón, por lo general mide cinco cuartas. Para cercar un terreno o circulación de una casa con caña de milpa, se utiliza la cuarta (Q´ab´aj) para amarrar un grupo de ocho cañas, para el lugar de güisquiles, se utiliza la cuarta, entre cada caña o vara que se utiliza.

2.10.- MEDICIONES ANCESTRALES, PARA MEDIR ÁREAS DE POLÍGONOS DE CUADRILÁTEROS

Cuando se divide un inmueble entre hermanos, cuando se vende una parcela, o cuando existen problemas sobre sus fincas, buscan personas líderes que saben medir tierras, se les pide de favor, luego asignan un día adecuado para ir y medir la Tierra de acuerdo a las condiciones del heredero y del líder. El con sus sabias enseñanzas dialoga con los hermanos como un intermediario, si están de acuerdo empieza la medición.

Cuando llegan en el terreno piden la escritura de dicha parcela, ven las colindancias y verifican los linderos, la mayoría de veces separadas por izotes sembrados a cierta distancia para la separación entre vecinos. Hoy en día, con las cintas métricas se han dado renovaciones para dichas mediciones, la ecuación no ha cambiado.

2.11.- Cálculo del área de un inmueble, según los ancestros

Según Yojcom (2013), queda claro, que esta matemática posee sus propias características, no es una ciencia meramente abstracta, sino un proceso avanzado del pensamiento que comprende una justificación, estimación, visualización y razonamiento sobre aspectos espirituales y materiales y su objeto

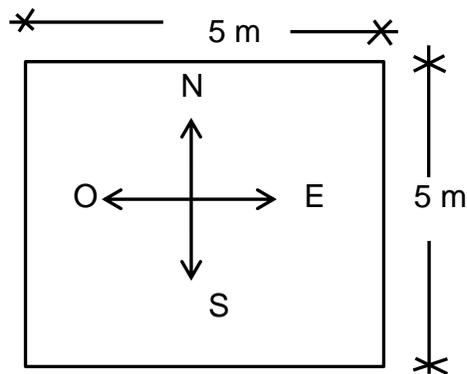
existe solamente en tanto que poseen fundamento en la realidad, o sea, una práctica.

Según la práctica de acuerdo a las observaciones, teniendo los datos del perímetro, los medidores se sientan y realizan sus cálculos, jamás utilizan ecuación alguna, se imagina una figura del inmueble y dice cuando el norte es más grande que el sur: cortamos una parte de arriba para colocarlo abajo, siempre buscan formar una figura rectangular o cuadrada.

2.12.- Inmueble Cuadrado

Con esta figura no existe problema alguno, porque tienen igual magnitud los lados del cuadrilátero, entonces solo multiplican los lados.

Ejemplo:



Los medidores no utilizan ecuación alguna, según datos de la observación se asume que esto es lo que sucede en su mente.

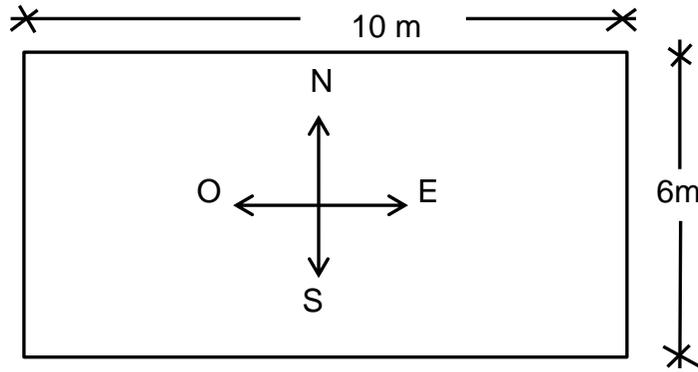
$A = N \times E$, o $A = S \times O$, el área es igual a la cantidad que nos daría una ecuación técnica.

$$A = N \times E. A = 5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2.$$

Notase que $A = \text{área del inmueble}$.

2.13.- Inmueble Rectangular

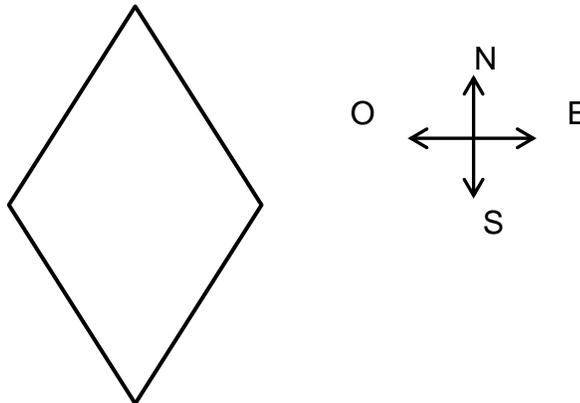
La forma de cómo obtener el área de esta figura es igual a la del cuadrado, también tienen lados opuestos iguales.



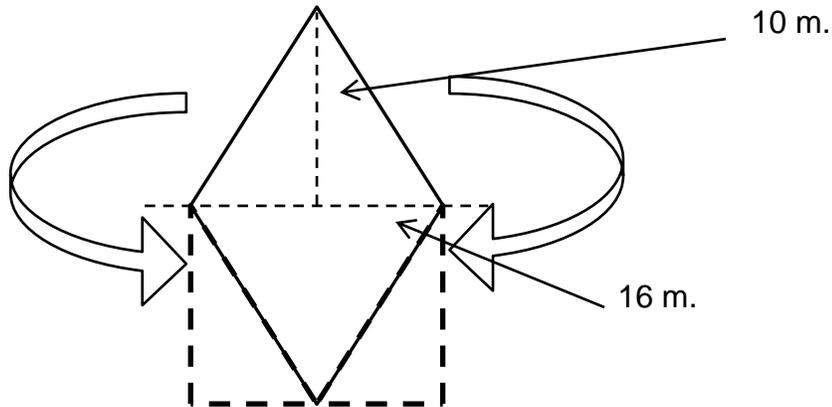
$A = N \times E$, ó $A = S \times O$, por lo tanto $A = 10 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$.

2.14.- Inmuebles tipo rombo.

Es una figura no muy común en las fincas o terrenos existentes, pero si existen algunos de este tipo de polígono, en cambio en los güipiles si figura entre las existentes, se conoce como el ovario de la mujer o la divinidad existente, Corazón del Cielo Corazón de la Tierra, es con esta figura donde resalta el proceso avanzado del pensamiento que comprende una justificación, estimación, visualización y razonamiento.



Un terreno como esta figura, sus lados miden 13m en cada lado, solo buscan la medida de uno de los diagonales, si esa diagonal mide 16m. También miden la altura del triángulo, esto mide 10 m entonces, ellos obtienen el área de un rectángulo normal. El rombo imaginario queda así:



El triángulo que forma arriba se divide en dos e imaginariamente se traslada para ocupar las parte y así formar un rectángulo.

Para tales mediciones tendremos un rectángulo de 16m de ancho y 10 metros de largo.

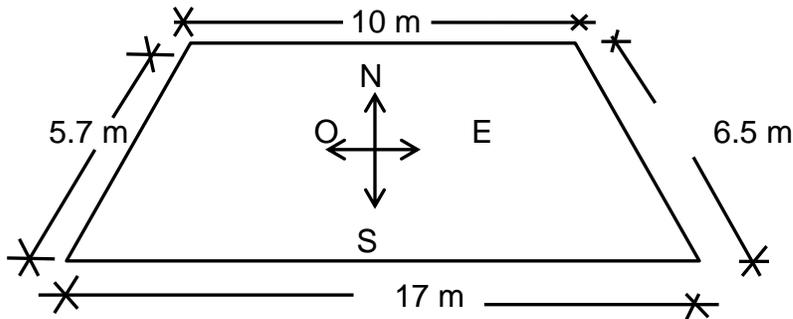
Según la ecuación para rectángulos tendremos el $A = N \times E$, ó $A = S \times O$, por lo tanto $A = 10 \text{ m} \times 16\text{m} = 160\text{m}^2$.

2.15.- Inmuebles de figuras: trapecios y trapezoides

Para estas figuras es donde la ciencia maya entra en acción, la ecuación técnica existe, pero muchos de ellos no lo conocen, si la conocen pero no la utilizan, por muchas situaciones que surgen en el campo real, en la finca o terreno.

Las dificultades que puedan interrumpir la ecuación técnica son: barrancos, grandes piedras, montañas nubosas, si es en la el pueblo, puede ser un edificio, etc. La ecuación que se utiliza para las medición de figuras que al formar son

trapezios o trapezoides es: $M = \frac{N + S}{2}$, $C = \frac{E + O}{2}$, con esto la respuesta para el área queda así: $A = MC$. En donde N = norte, S = sur, E = este y O = oeste.



Según la ecuación maya $M = \frac{N + S}{2}$, $\rightarrow M = \frac{10\text{ m} + 17\text{ m}}{2} = \frac{27\text{ m}}{2} = 13.5\text{ m}$.

$C = \frac{E + O}{2}$, $C = \frac{5.7\text{ m} + 6.5\text{ m}}{2} = \frac{12.2\text{ m}}{2} = 6.1\text{ m}$. Entonces con estas cantidades se multiplica y obtenemos el área de la figura. Si $M = 13.5\text{ m}$, $C = 6.1\text{ m}$, entonces $A = MC$, obtenemos: $A = 13.5\text{ m} \times 6.1\text{ m} = \mathbf{82.35\text{ m}^2}$.

2.16.- ECUACIÓN TÉCNICA PARA MEDIR EL ÁREA DE UN CUADRILÁTERO

Áreas de figuras de cuadriláteros

El área o superficie se puede observar directamente como la parte interna que está encerrada por lados, en otra particularidad el área es la medida de la superficie interna de una figura.

Según Wesley (1998, pag 394), dice que a cada figura poligonal se le puede asignar un número positivo único denominado área. El área de la región R se representa por $A(R)$.

2.17.- Cuadrado

Según el libro de Aritmética (Baldor), como los cuatro lados de un cuadrado son iguales y perpendiculares entre sí, tomamos un lado cualquiera como base, la altura es otro lado igual a éste; siendo $A =$ área del cuadrado:

$A = l \times l$ esto es igual: $A = l^2$. Lo que nos dice que el área de un cuadrado en función del lado es igual al cuadrado de su lado.

2.18.- Rectángulo.

Tiene en su haber, lados desiguales, si buscamos el área de esta figura, tenemos que $A = b \times h$, lado más grande por el lado pequeño.

2.19.- Rombo

Caso particular del rombo, el área de un rombo, además de ser igual al producto de su base por su altura, es igual al semiproducto de sus diagonales.

Siendo $A =$ área del rombo, d y d' sus diagonales tendremos:

$$A = \frac{d \times d'}{2}. \text{ Según (Baldor)}$$

2.20.- Trapecio

Es el cuadrilátero que tiene dos de sus lados paralelos y los otros dos no.

Bases del trapecio son sus lados b y b' bajada de una base a la otra, h que simboliza la altura.

El área de un trapecio es igual a la mitad de su altura por la suma de la base.

$$\text{Siendo } A = \left(\frac{b + b'}{2} \right) h.$$

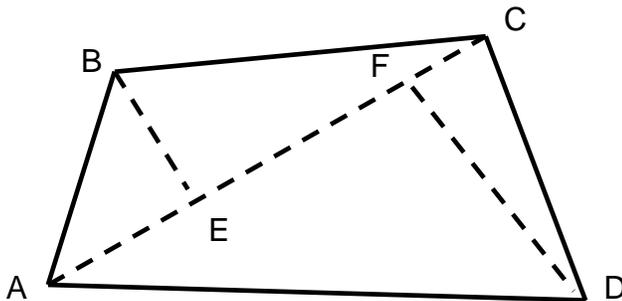
2.21.- Trapezoide

Un polígono irregular la cual no tiene sus lados regulares, por lo tanto en la ecuación de la matemática técnica utiliza el método de triangulación para hallarle su área interna.

Según el libro de Geometría, de Wesley (1998) un trapezio es un cuadrilátero con exactamente un par de lados paralelos.

Pero la figura que estamos estudiando no es idéntica a lo antes mencionado, por lo tanto no tiene una ecuación técnica manejada hasta el momento, solo el método de triangulación que nos muestra el libro de Aritmética, (Baldor), propone un ejemplo:

Hallar el área del cuadrilátero ABCD (ver figura) sabiendo que $AC = 40$ m, $BE = 15$ m y $DF = 20$ m. **R = 700 m².**



De acuerdo a la ecuación técnica de un triángulo, tenemos que $A = \frac{b \times h}{2}$, entonces tenemos que:

$$A_1 = \frac{40 \text{ m} \times 15 \text{ m}}{2} = \frac{600 \text{ m}^2}{2} = 300 \text{ m}^2.$$

$$A_2 = \frac{40 \text{ m} \times 20 \text{ m}}{2} = \frac{800 \text{ m}^2}{2} = 400 \text{ m}^2.$$

$$\text{Entonces } A_1 + A_2 = A_T. \quad A_T = 300\text{m}^2 + 400\text{m}^2. = \mathbf{700 \text{ m}^2}.$$

Esto es el método de triangulación para trapezoides.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para el fin de esta investigación se observó a 10 personas líderes medidores de inmuebles, para obtener los resultados del sistema de medición ancestral.

Tabla No. 1

3.1.- Sistema de medición ancestral:

No	Sistema de medición ancestral para figuras planas de cuadriláteros. (kaqchikel)	Significado en español	Medida en números.
01	Jun jaj	Una brazada	\cong 1.65 m
02	Jun ruwí' q'ab'aj	Una cuarta	\cong 0.20 m
03	Nik`aj k'an	Media cuerda	= 16.5 m
04	Jun k'an	Una cuerda	= 33 m
05	Jun k'an rik'in nik`aj	Una cuerda y medio	= 49.5 m
06	Ka'í' k'an	Dos cuerdas	= 66m
07	Waqi' k'an	Seis cuerdas	= 198 metros

Fuente: propia.

Según (Baldor), es un "conjunto de medidas" La misma es un conjunto de medidas utilizadas por nuestros ancestros, con esto pueden medir; parcelas, troncos para la leña, troncos para el carbón, varas para el frijol enredado, tejidos típicos tales como: el güpil, (po't), el sute (su't), el cinto (k'an), cinto para el cabello, (xoq'ó'b). Sirve también para medir el estándar de una casa. Sistema que se utiliza estandarizado por las personas, no importa si es del primero o del

cuarto canton, cada persona mide de la misma forma, ellos siempre buscan el norte, miden una brazada, utilizan la cuarta, también si tienen pita, utilizan una vara medida en brazada y cuentan veinte brazadas para hacer sus mediciones.

Tabla No 2

3.2.- Herramientas del sistema de medición

No	Herramienta de medición ancestral	Utilidad
01	Vara de una brazada (jaj)	Sirve para hacer mediciones en las parcelas, para ordenar la leña por tareas, (una brazada de largo por uno de alto), para sembrar los sostenedores del güisquil, para la medición del sostén de los cercos de caña.
02	Cabo de azadón. Mide cinco cuartas, (wo'ó' ruwi' q'ab'aj)	Para la elaboración de los surcos, por lo general miden un cabo de azadón de distancia, (wo'ó' ruwi' q'ab'aj).
03	Vara para sembrar frijol, (tikb'äl) (ka'í' ruwi' q'ab'aj)	Para la siembra de los frijoles, mide dos cuartas de distancia entre mata de frijol.
04	Metro de madera, en tiempos modernos.	Para medir la pita que se utiliza en las mediciones de parcelas grandes.
05	Cinta métrica, hoy en día.	Es una herramienta moderna.

Fuente: Propia.

Estas herramientas la naturaleza los proporciona, buscan el árbol adecuado, para el cabo de azadón se utilizan el laurel, ilamo amarillo, dos árboles que al secarse no pesan tanto como los otros. Para sembrar frijoles, se utiliza cualquier arbusto, solo se mide dos cuartas y se le arregla la punta para la inserción sobre los surcos.

Tabla No. 3

3.3.- Patrón de rutina del sistema de medición

No	Que hacen los medidores	Cómo lo hacen
01	Llega en la finca, y prepara sus materiales, si no tiene una cuerda (pita), busca una vara lo suficientemente recto, y lo corta con tal precisión de que sea una brazada.	Visualiza las coordenadas, donde ubica el norte, sur, este y oeste.
02	Se dirige al norte, y empieza a medir, dejando varas sembradas en cada veinte brazadas.	Busca los linderos del inmueble, y siembra varas en los puntos indicados.
03.	Realiza anotaciones por cada veinte brazadas, en sus apuntes.	

Fuente: propia.

Este tipo de medida se utiliza cuando la persona siembra productos en terrenos ajenos, siempre buscan medidas exactas.

Tabla No 4

3.4.- Patrón de rutina para la siembra del maíz y frijol.

No	Que se hace	Como lo utilizan
01	Preparan el cabo del azadón, con una cuña sujetan el azadón.	Sirve de medida entre surcos y entre matas de maíz.
02	Preparan la vara para sembrar frijol (tikb'äl)	Sirve de medida entre matas de frijol

Fuente: propia.

Tabla No. 5

3.5.- Mediciones mayas aplicadas a los inmuebles

No	Sistema de medición mayas para figuras planas de cuadriláteros. (kaqchikel)	Medida en números.	Figura de polígonos planas, de cuadriláteros.	Medidas en brazadas cuadradas.
01	Nik`aj k`an	= 16.5 m	Un rectángulo	Rectángulo de diez por veinte brazadas.
02	Jun k`an	= 33 m	Un cuadrado	Cuadrado de veinte brazadas por cada lado del inmueble.
03	Jun k`an rik`in nik`aj	= 49.5 m	Un rectángulo	Rectángulo de treinta por veinte brazadas.
04	Ka`i` k`an	= 66m	Un rectángulo	Rectángulo de cuarenta por veinte brazadas.
05	Waqi` k`an	= 198 metros	Un rectángulo	Rectángulo de cien por veinte brazadas.

Fuente: propia.

Este tipo de medida se utiliza cuando la persona desea sembrar frijoles, milpa o cualquier otro producto, pero en terreno ajeno, por tales motivos ellos buscan un palo recto y miden por brazadas para que no sean estafados.

Miden siempre empezando con el norte, dejando varas sumergidas en la tierra cuando completan veinte brazadas.

Otros utilizan pita, miden una brazada con una vara recta, luego entre dos personas miden una pita utilizan veinte brazadas luego lo estiran y donde llega la medida siembran una vara, simbolizando la cuerda del terreno.

Tabla No 6.

3.6.- Patrón de rutina para la medición del inmueble

No	Herramientas utilizadas en las mediciones ancestrales.	Técnicas utilizadas.
01	Una vara medida por una brazada	Buscan el norte porque ahí empieza la medida. Miden todo el perímetro del inmueble, después se sientan debajo de un árbol y empiezan a cuadrar el inmueble.
02	Si llevan pita plástica, entonces buscan una vara, para medir veinte brazadas en la cuerda, o utilizan el metro, para medirlo en metros.	
03	Cinta métrica de 30 o 50 metros.	

Fuente: propia.

Cuando se refieren a encontrarle el área del inmueble siempre dicen: vamos a cubicar la parcela, refiriéndose al área cuadrada.

Tabla No 7.

3.7.- Observaciones específicas

No	Observaciones específicas	Cantidad
01	Utilizan referencia para medir el inmueble	7
02	Utilizan técnicas para la medición	7
03	Utilizan procedimientos para la medición	7
04	Utilizan ecuación alguna como herramienta para la medición	0
05	Utilizan herramientas para la medición del inmuebles	7
06	Utilizan las ecuaciones técnicas para medir áreas de cuadriláteros según la matemática	0

Fuente: propia.

Los siete entes medidores de inmuebles, tienen el mismo patrón de trabajo para la medición, "este número representa a la familia como un grupo de personas en comunidad" Yojcom (2013).

Práctica No. 1

3.8.- Midiendo un inmueble cuadrada



$$A = 10\text{m} \times 10\text{m}$$

$$A = 100 \text{ m}^2$$

Como el terreno es cuadrado no representa problema alguno.

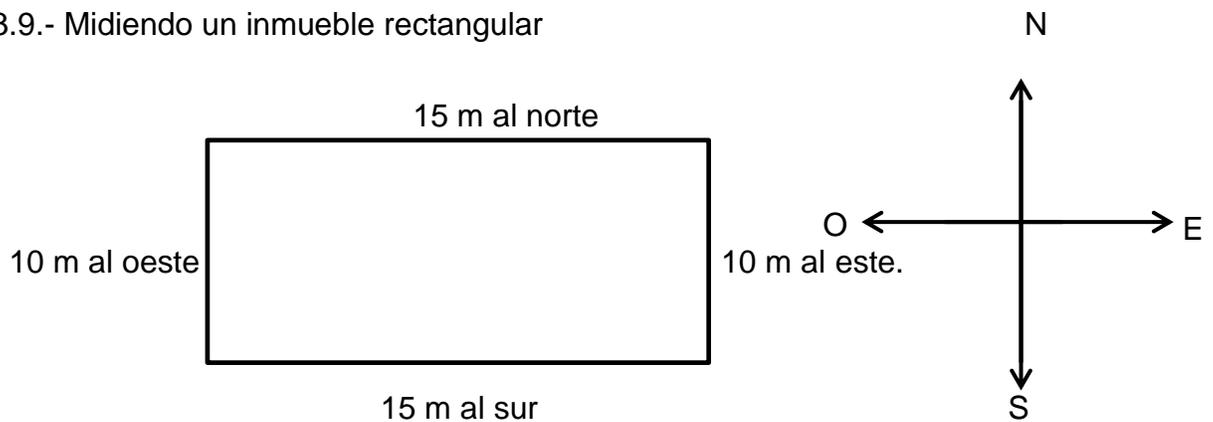
Solo multiplican 10m x 10m y obtienen el área.

$$A = 100 \text{ m}^2$$

Área del inmueble: **A = 100 m²**

Práctica No. 2

3.9.- Midiendo un inmueble rectangular



$$A = 10\text{m} \times 15\text{m} \text{ obtenemos para el área, } A = 150 \text{ m}^2$$

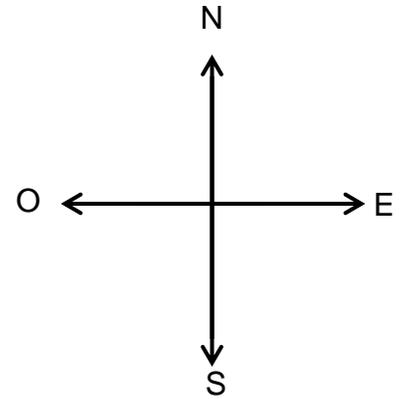
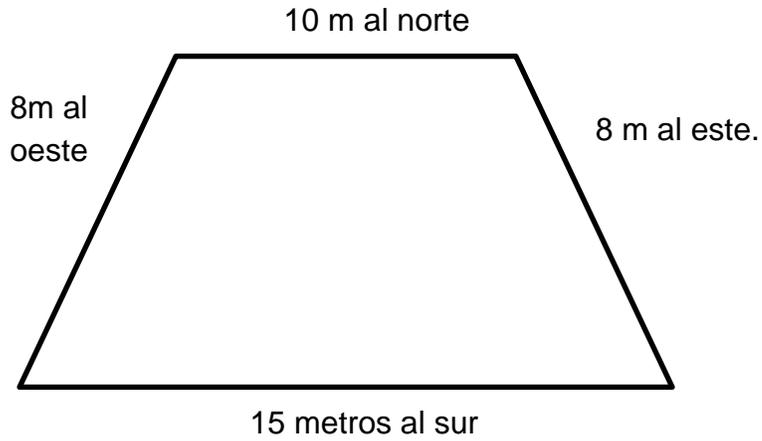
Como el terreno es rectángulo no representa problema alguno.

La parte más grande se multiplica por el lado pequeño.

Área del inmueble: **A = 150 m²**

Práctica No. 3

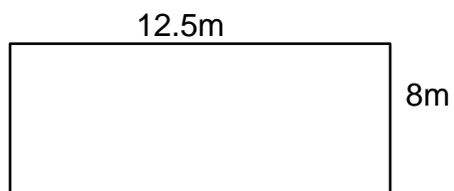
3.10.- Midiendo un inmueble trapecio



El lado sur es más grande que el norte, entonces cortamos una parte del sur para colocarlo al norte.

10m + 15m tenemos 25m dividimos en dos, entonces tenemos 12.5m

Convirtiéndola en un rectángulo imaginario de 12.5 m por 8 m.

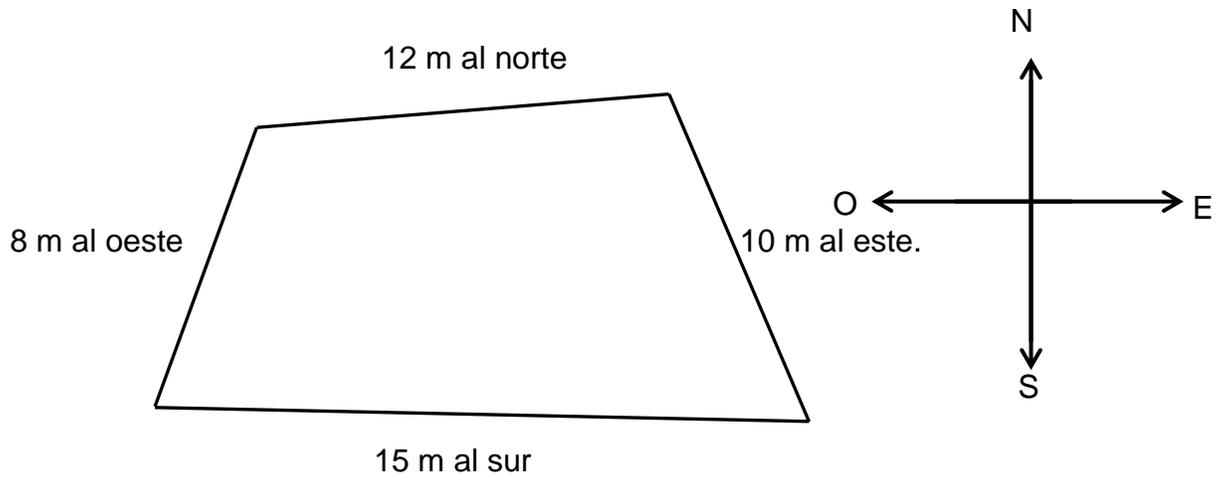


$$8\text{m} \times 12.5\text{ m} = 100\text{ m}^2$$

Área del inmueble: **100 m²**

Práctica No. 4

3.11.- Midiendo un inmueble trapezoide

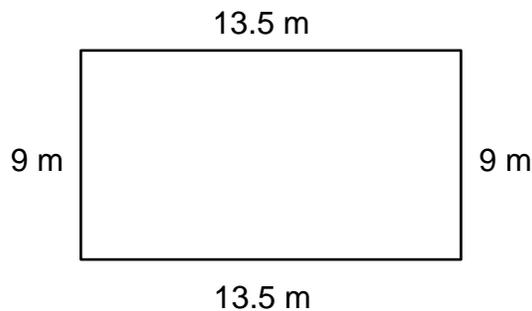


Para este terreno, tenemos que quitarle una parte al sur, para colocarlo al norte, se hace lo mismo en este con el este y el oeste.

El norte con el sur: $12\text{ m} + 15\text{ m} = 27\text{ m}$ dividido en dos tenemos 13.5 m .

El este con el oeste: $8\text{ m} + 10\text{ m} = 18\text{ m}$ dividido en dos tenemos 9 m .

Obtenemos un rectángulo imaginario de 13.5 m por 9 m .

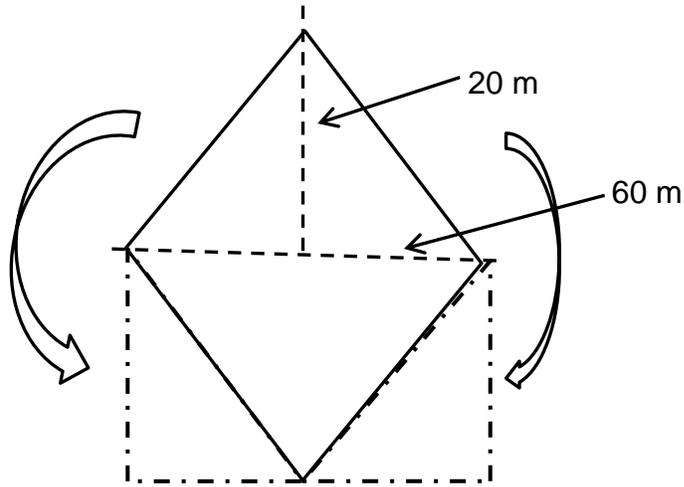


Para obtener el área, multiplicamos, $9\text{ m} \times 13.5\text{ m} = 121.5\text{ m}^2$

Área del inmueble: **121.5m²**

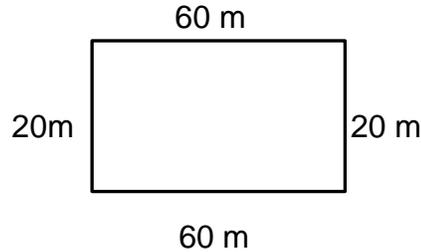
Práctica No. 5

3.12.- Midiendo un inmueble tipo rombo



Miden la diagonal, y miden la altura de la cresta del triángulo a la base.

Luego mentalmente trasladan imaginariamente los triángulos hacia abajo o hacia arriba, depende de las condiciones del inmueble, luego encuentran un rectángulo de 20 m por 60 m longitud de sus lados.



Solo así la búsqueda del área es sencilla.

Se multiplica 60 m por 20 m obtenemos 1200 m² de área cuadrada.

De acuerdo a la forma de medir, analizando los casos asumimos que existe ecuación pero que no está escrito para conocerlo como tal, son pensamientos empíricos, es lógica matemática. "Durante mucho tiempo hemos intentado comprender el desarrollo del pensamiento maya, y muy poco hemos comprendido, llama mucho la atención el hecho de que toda actividad puesta en práctica posee una referencia, por lo que decimos que es un pensamiento referencial, que guarda relación con la persona, la tierra y el cosmos". Yojcom (2013).

Tabla No. 8

3.13.- Ecuaciones mayas

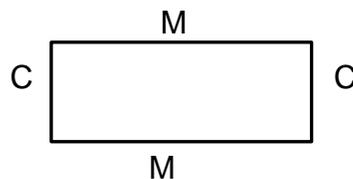
De acuerdo al análisis encontramos estas ecuaciones en medio de todo el pensamiento como riqueza de la ciencia maya con relación a la matemática.

ECUACIONES MAYAS PARA OBTENER ÁREAS DE INMUEBLES.	
Figura	Ecuación Maya de áreas de polígonos planas de cuadriláteros.
Cuadrado	$A = N \times E$, o $A = S \times O$
Rectángulo	$A = N \times E$, o $A = S \times O$
Rombo	Se mide uno de sus diagonales, luego se mide el centro con el pico del triángulo, para convertirla en un rectángulo normal.
Trapezio	$M = \frac{N + S}{2}$, $C = \frac{E + O}{2}$, $A = MC$
Trapezoide	$M = \frac{N + S}{2}$, $C = \frac{E + O}{2}$, $A = MC$

Fuente: propia.

Estas ecuaciones acorde al análisis que se hizo a los siete líderes medidores y poseedores del conocimiento ancestral, se visualiza cuando ellos dicen: se mide arriba, y como abajo es pequeño, quitamos una parte de lo de arriba, y lo colocamos abajo, (suma de lados opuestos, $\frac{N + S}{2}$). Cuando el este es más grande que el oeste, se escucha decir: le quitamos una parte del este para colocarle al oeste, (suma de lados opuestos, $\frac{E + O}{2}$).

Cuando tienen los resultados de uno y el otro lado, multiplican los dos y encuentran el área. $A = MC$.



Ellos en ningún momento dicen que la ecuación maya es así, solo lo hacen, porque saben hacerlo y comprende cómo hacerlo, según Yojcom (2013) nos habla de la diversidad de cultura y forma de manejar la matemática, "porque creemos que cada cultura tiene su propia dinámica para desarrollar su conocimiento, atendiendo a factores contextuales y situaciones, lo que pretende esta matemática es suministrar herramientas para comprender las dimensiones en que se desenvuelve la persona y su comunidad, atendiendo tanto los aspectos espirituales como los materiales".

Imagen de un izote, que sirve para división de inmuebles, esto se siembra a cada cierta distancia para la medida.

Imagen 2: Izote



Fuente: propia.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según el Doctor Yojcom (2013) dice: "La Matemática Maya a la cual nos referimos ha sido poco reflexionada y discutida por la comunidad académica, aunque no podría negarse la existencia de su difusión social en las comunidades indígenas, y por desgracia no poseemos estudios serios que den evidencia de cómo se construyen esos conocimientos en la cultura maya y cuál ha sido su naturaleza".

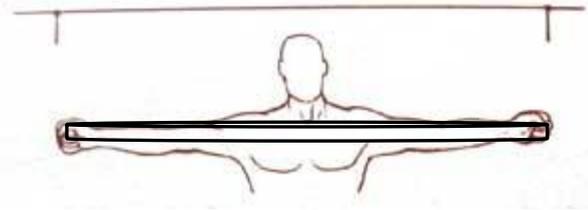
El estudio realizado muestra evidencia del uso de principios de la matemática ancestral, vemos como ellos sin darse cuenta utilizan algunas ecuaciones que no logran visualizarla, siguen una técnica la cual les brinda resultados positivos y lo más importante, han mantenido la paz y tranquilidad en el seno de las familias. Si bien es cierto la mayoría de los medidores no conocen las ecuaciones técnicas o modernas de hoy en día, pero tienen su propia ecuación, solo que nadie lo ha escrito y darla a conocer.

Además debemos comprender que la Visión de Nación, del CNB (2007) en donde dice: "Guatemala es un estado multiétnico, multicultural y multilingüe, que se está desarrollando como una nación justa, democrática, pluralista y pacifista. Está cimentada en la riqueza de su diversidad natural, social, étnica, cultural y lingüística y en la vivencia permanente de valores para la convivencia y la consolidación de la cultura de paz, en función del desarrollo equitativo y del bienestar personal y colectivo de todas las guatemaltecas y los guatemaltecos". Si somos como está escrito debemos de ver el horizonte, que tienen en el más allá, en que me puede ayudar, como lo puedo mejorar, por tales razones analizamos los resultados del:

4.1 Sistema ancestral de medición para medir polígonos planas de inmuebles

La naturaleza del sistema ancestral de medición es proporcionada por ella misma, sus caracteres están ahí en donde la persona, medidor del inmueble lo trae consigo como un tesoro recibido oralmente por medio de los ancestros, transmitido cuando se reunían alrededor del fuego, sus brazos, herramienta fundamental porque de ahí sale la medida (jaj), con esto no tiene necesidad de buscarla, porque lo acompaña todo el tiempo, donde le es necesario, ahí está.

En la ciencia maya, la persona humana sigue siendo el factor importante en la numeración, el número uno simboliza la yema del dedo, una medida del codo hasta la cima del puño simboliza el número cinco, así sucesivamente, ahora en el sistema de medición ancestral, la brazada, es una medida desde la punta del dedo extendido izquierdo hasta la cima del dedo extendido derecho, que aproximadamente es de 1.65m, la cual es la base para las mediciones de áreas de polígonos planas de cuadriláteros.



Jaj (brazada)

En la ciencia maya se utiliza también las cuartas, (jun q'ab'aj) pero no de forma continua, esto mide una aproximada de 20 cm, cuando se mide del dedo pulgar con el dedo meñique, ahora cuando se utiliza el dedo pulgar con el dedo anular tenemos un aproximado de 22 cm.

La cuarta se utiliza para la medición de objetos que servirá como herramienta para la siembra de frijoles, u otros. No todas las cuartas son iguales, debe ser de alguien que tenga una estatura estándar de 1.65 m.



Jun q'ab'aj. (Una cuarta)

Hoy en día se mide con herramientas modernas para muchos de los medidores de inmuebles, (la cinta métrica), esto es más rápido para un caso de dividir una parcela, o para proteger de los invasores, el método de cómo se mide siempre es la misma, eso no cambia, también se sigue heredando oralmente.

La cinta métrica se utiliza para parcelas grandes, no importa la magnitud del caso.

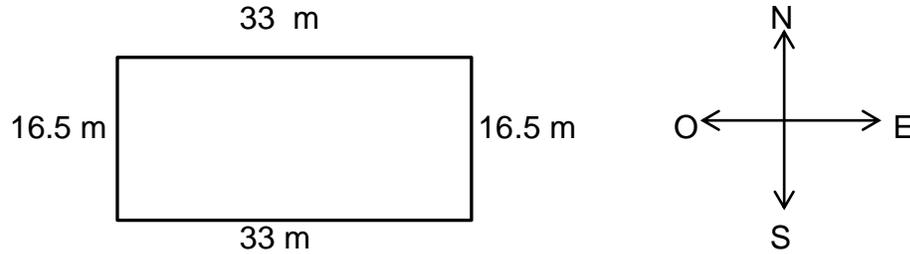


Cinta métrica de metal. (Herramienta moderna)

4.2 Acerca de la medición ancestral para hallar el área de polígonos planas de inmuebles

Qué opinión tendrá un profesor de matemática sobre este caso, el uso de la brazada (jaj), en la medición de un inmueble, si ellos utilizan cinta métrica, u otros, como herramienta, pero cual medirá mejor, ¿cinta métrica, topografía, u otros? ¿Acaso la brazada no funciona igual?

Suponga una parcela de 33 m en el lado norte, 33 m en el sur, 16.5 m en el este, y 16.5 m en el oeste.



De acuerdo a Wesley (1998, 395) en su libro de Geometría, nos dice que el área de un rectángulo de longitud l y ancho w está dada por la fórmula lw . Multiplicamos 33m por 16.5 m, obtenemos 544.5 m^2 .

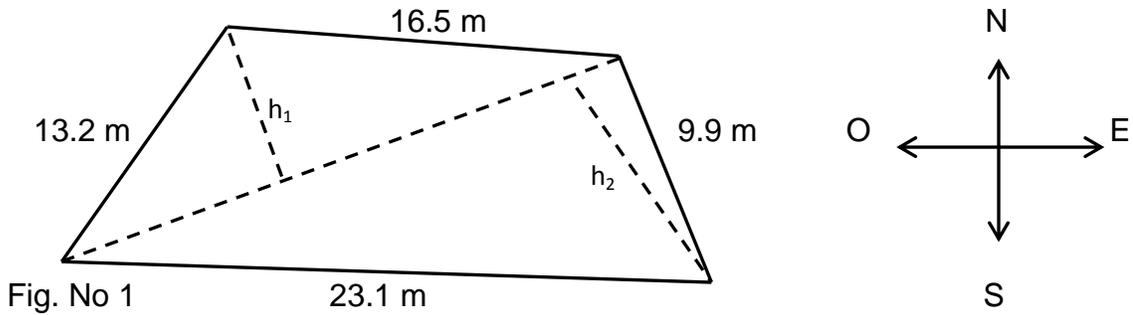
Si se mide por brazadas (jaj), obtenemos, 20 brazadas en el norte, 20 brazadas en el sur, 10 brazadas en el este y 10 brazadas en el oeste. Si multiplicamos las brazadas 20 brazadas por 10 brazadas obtenemos 200 brazadas^2 .

Comparando los resultados del inmueble medido con cinta métrica y brazadas, solo que es necesario utilizar una conversión de unidades, y vemos que: una brazada es igual 1.65 m, entonces $200 \text{ brazadas}^2 \times \frac{(1.65 \text{ m})^2}{\text{una brazada}^2}$ esto es igual a $200 \text{ brazadas}^2 \times \frac{2.7225 \text{ m}^2}{1 \text{ brazada}^2} = 544.5 \text{ m}^2$.

Los resultados son los mismos, es claro, esto no lo hacen los medidores de inmuebles, porque ellos no cuentan con adiestramiento de otras ramas de la matemática.

Así como este procedimiento sucede con el inmueble de características cuadradas.

De acuerdo con Wesley (1998) en su libro de Geometría dice que un trapecio es un cuadrilátero con exactamente un par de lados paralelos. Para obtener el área de una figura de esta naturaleza, se utiliza el método de triangulación.

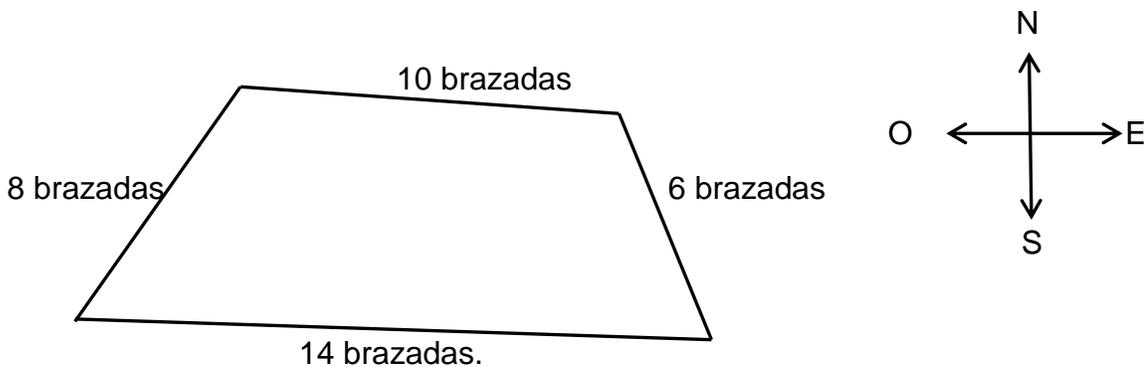


De acuerdo al método de triangulación, obtenemos la altura $h_1 = 9.3 \text{ m}$ y altura $h_2 = 9.8 \text{ m}$. Con esto podemos obtener la sumatoria de dos áreas de dos triángulos que en ella aparece, tomando en cuenta que la ecuación de área de un triángulo rectángulo es: $A = \frac{bh}{2}$.

De acuerdo a la ecuación tenemos $A_1 = \frac{22.9 \text{ m} \times 9.3 \text{ m}}{2}$, obtenemos 106.485 m^2 .

Para el $A_2 = \frac{22.9 \text{ m} \times 9.8 \text{ m}}{2}$, obtenemos 112.21 m^2 , con estos dos datos sumamos y obtenemos que el área total del trapezoide, $A_T = 112.21 \text{ m}^2 + 106.485 \text{ m}^2$. El área total de acuerdo a la suma es de 218.695 m^2 .

Con el sistema de medición ancestral se hace de esta forma:



Se utiliza la suma: $\frac{N+S}{2}$, sustituyendo valores con las medidas conocidas $\frac{10 \text{ bra.} + 14 \text{ bra.}}{2}$ esto es igual a 12 brazadas.

La suma del $\frac{E+O}{2}$, sustituyendo valores, $\frac{6 \text{ bra.} + 8 \text{ bra.}}{2}$, esto es igual a 7 brazadas.

Multiplicando los resultados de las sumas, 12 brazadas x 7 brazadas, obtenemos como resultado 84 brazadas². Convirtiéndolo en metros cuadrados las brazadas cuadradas, obtenemos las respuestas; 84 brazadas² x $\frac{(1.65 \text{ m})^2}{\text{una brazada}^2}$, luego tenemos 84 brazadas² x $\frac{2.7225 \text{ m}^2}{1 \text{ brazada}^2}$ la respuesta es de 228.69 m².

Veamos qué pasó con la ecuación técnica de triangulación y la ciencia maya.

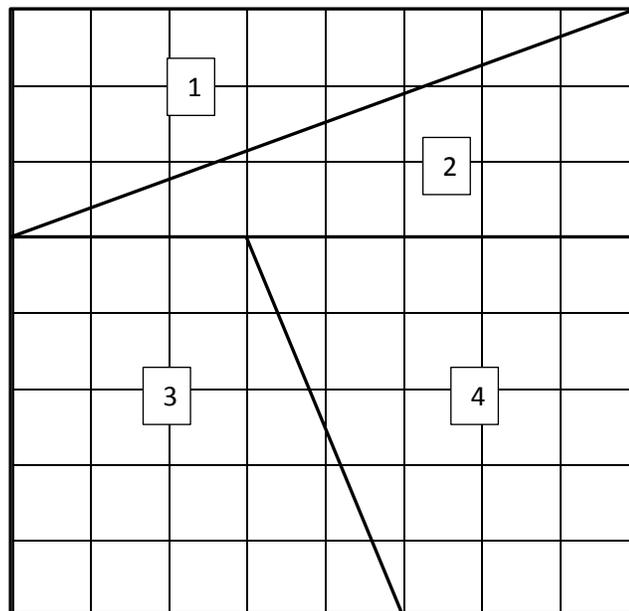
Utilizando el método de triangulación obtuvimos la respuesta de 218.695 m².

Con la medición ancestral obtuvimos 228.69 m². Tenemos una diferencia de: 228.69 m² - 218.695 m² = 9.995 m² de diferencia.

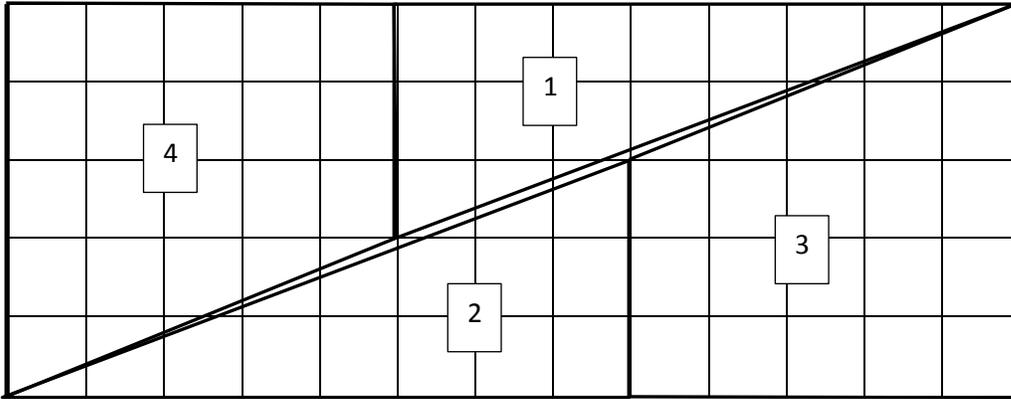
Qué podemos afirmar con este caso, ¿por qué existe esa diferencia?, ¿será funcional la ciencia maya? Solo se sabe que en los experimentos la incerteza de error es válida.

Según Wesley (1998, p. 400) En su libro de Geometría, nos presenta una actividad en donde podemos afirmar, que una ecuación técnica también puede presentar incerteza de error.

Si se multiplican los cuadros para saber el área de la misma, tendremos un cuadrado de 8 x 8 = 64 cuadros



El área de esta figura es 64 cuadros, que sucede si se ordena así:

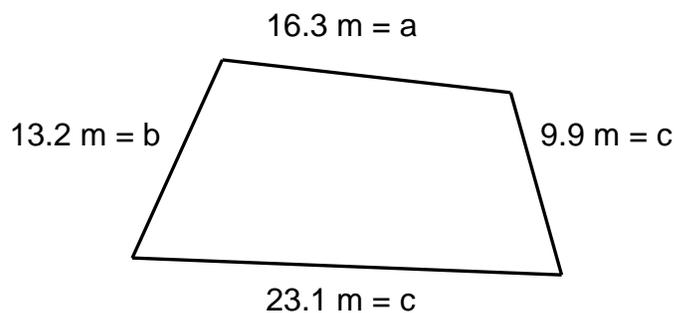


Las mismas figuras están presentes en este cuadro, si se multiplican los cuadros como un rectángulo de 5 x 13 obtenemos 65 cuadros, un pequeño solape existente en medio de la figura.

Con esto podemos afirmar que no solo la ciencia maya demuestra incerteza de error, también las ecuaciones técnicas pueden variar los resultados como se demuestra con este cuadro.

4.2.1 Los antiguos babilonios.

De acuerdo a Wesley (1998, p. 401) Los antiguos babilonios usaron la fórmula $\frac{(a+c)(b+d)}{4}$, veamos si esto funciona en nuestro modelo anterior. De acuerdo a las magnitudes, 16.5 m, para a, 23.1 m para c, 13.2 m para b, y c es igual a 9.9 m, de la figura No 1, tendremos:



$\frac{(16.5 m + 23.1 m)(13.2 m + 9.9 m)}{4}$, esto resulta, $\frac{(39.6 m)(23.1 m)}{4}$, con esto obtenemos, $\frac{(914.76 m^2)}{4}$, dividiéndolo tenemos: 228.69 m².

Tanto la ecuación babilónico, como la ciencia maya para medir inmuebles planas, coinciden, son idénticos en su forma de obtener los resultados, vemos que los datos tienen la misma magnitud.

No	Ecuación de:	Resultados según la figura anterior No 1:
01	Ecuación técnica	218.695 m ²
02	Ecuación Maya	228.69 m ² .
03	Ecuación babilónico	228.69 m ² .

Con esto se afirma que la medición ancestral de inmuebles para obtener áreas de un cuadrilátero, es lícito para el uso incluso para enseñar en un Instituto público o privado en el curso de áreas y perímetros de cuadriláteros.

De acuerdo con Pérez Gómez, (2013) en su tesis llamada "La Educación Bilingüe intercultural fortalece los valores de la cultura maya" en donde él dice que: "las circunstancias reales en la matemática maya, si se implementara en las aulas sería más significativa toda la enseñanza, porque se enriquecería los elementos de la educación, además es más comprensible las situaciones que uno presenta frente al estudiante, toma vida porque lo que usted le enseña, lo visualiza en la práctica de la vida cotidiana".

También está escrito en el Acuerdo Gubernativo número 22-2004, pero muy poco se ha hecho por tal caso, debemos de responder a esa necesidad de implementar la matemática maya en su totalidad para que haya una calidad educativa y fortalecer la educación los valores de la cultura maya, tomando en consideración que lo que ven en el aula no lo utilizan en la vida cotidiana, en ese campo se utilizan otras circunstancias en donde implica la naturaleza humana, la ciencia ancestral maya.

CONCLUSIONES

1.- En el sistema de medición ancestral de áreas de inmuebles, se auxilian con diferentes tipos de herramientas naturales y artificiales tales como:

- La brazada, es una herramienta adecuada para la medición de áreas de inmuebles de polígonos planas, no se vende en ningún mercado, está siempre cuando alguien lo necesita.
- La cinta métrica se utiliza como instrumento moderno en la actualidad.
- Utilizan los puntos cardinales y el izote como punto de referencia.
- El ser humano es el ente por excelencia que sirve no solo como medidor de la misma, sino también en su ser están las herramientas, (sus brazos, la palma de su mano, la planta de sus pies, su altura, etcétera).

2.- De acuerdo al procedimiento de medición ancestral de inmuebles, se utilizan las operaciones básicas de la matemática, como la aritmética: suma, resta, multiplicación y división, para el cálculo de áreas de inmuebles.

En su haber se utilizan modelos que los medidores de inmuebles desconocen, como las ecuaciones mayas;

ECUACIONES MAYAS UTILIZADAS PARA OBTENER EL ÁREA DEL INMUEBLE.	
Figura	Ecuación Maya de áreas de polígonos planas de cuadriláteros.
Cuadrado	$A = N \times E$, o $A = S \times O$
Rectángulo	$A = N \times E$, o $A = S \times O$
Rombo	Se mide uno de sus diagonales, luego se mide el centro con el pico del triángulo, para convertirla en un rectángulo normal en donde se multiplica $A = N \times E$, o $A = S \times O$.
Trapezio y trapezoide	$M = \frac{N + S}{2}$, $C = \frac{E + O}{2}$, $A = MC$

Fuente: Propia.

RECOMENDACIONES

1.- El Sistema Métrico Decimal, es de gran utilidad para la humanidad, lo mismo ha sucedido cuando identificamos el sistema ancestral de medición de áreas de inmuebles, la misma ha servido y seguirá sirviendo a la comunidad maya kaqchikel de Santa María de Jesús Sacatepéquez, por lo tanto recomiendo a que se implemente como una herramienta útil en la Matemática en el curso de Áreas y Perímetro de figuras planas, en los Institutos públicos y privados en donde predominan alumnos provenientes de comunidades mayas rurales. Tomando en cuenta las cualidades y exactitud que demuestra dicho sistema cuando se realizó la práctica.

2.- El proceso de medir un inmueble, ha sido complicado para muchos, tomando en cuenta la sorpresa que una parcela nos demuestra cuando describimos en plena medición de su periferia, pero sin solapar las informaciones, personas líderes han heredado oralmente un tesoro que hoy en día nos dan como un legado de manera escrita por lo tanto recomiendo: Promover el uso de las ecuaciones mayas de áreas de un inmueble de polígono plana, en los establecimientos públicos y privados, de acuerdo al análisis de los pasos que se dieron cuando se está midiendo el inmueble y que la misma demuestra exactitud de los resultados.

REFERENCIAS

LIBROS.

1. Baldor, D. A. (s.f.). *Aritmética*. New-Jersey, U.S.A.
2. Bernabeu, M. E. (2008). *Alfa por Competencia I*. Guatemala: Norma S.A.
3. Calderón, O. E. (2011). *Escritos en torno a Cultura y Educación*. Guatemala : Megaediciones S.A.
4. Chávez, B. C. (2005). *Pensamiento Filosófico y Espiritualidad Maya*. Guatemala : Junajpu.
5. Constituyente, A. N. (1985). *Constitución Política de la República de Guatemala, y sus Reformas*. Guatemala: Secretaria de la Paz Presidencia de la República.
6. Dennis G. Zill. (s.f.). *Álgebra y Trigonometría*. Colombia: McGRAW- HILL INTERAMERICANA, S. A.
7. Longman, Addison Wesley. (1998). *Geometría*. Juarez México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
8. Mauricio Bautista Ballen, D. C. (2004). *Álgebra y Geometría I*. Bogotá Colombia: Santillana S.A.
9. Ministerio de Educación, D. G.-D. (2010). *Curriculum Nacional Base, Área de Matemáticas*. Guatemala: Dirección General del Diario de Centro América.
10. Oceano, G. (s.f.). *Matemáticas Prácticas Universo*. Barcelona España: Oceano.
11. Pingry, K. B. (1964). *Matemática Primer Curso*. Juarez México: Novaro México S.A.
12. Reforma Educativa en el Aula USAID, H. d. (2011). *Herramientas de evaluación en el aula*. Guatemala: Ministerio de Educación de Guatemala.

13. Reforma Educativa en el Aula, U. (2011). *Competencias Básicas para la vida, una oportunidad para enfrentar exitosamente los desafíos del siglo XXI Guatemala*. Guatemala: Plaza Corporativa Reforma, Torre II.

DOCUMENTOS.

14. Avella., M. F. (2012). *Propuesta didáctica para la enseñanza de áreas y perímetros en figuras planas*. Medellín Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
15. Crisóstomo, L. A. (2013). *Estrategias Didácticas de la Lengua Materna y el Estudio de la Matemática Maya*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala .
16. García, M. A. (2014). *Metodología Activa como Herramienta para el Aprendizaje de las Operaciones Básicas en Matemática Maya*. Quetzaltenango Guatemala : Universidad Rafael Landivar.
17. Gómez, M. P. (2013). *La Educación Bilingüe Intercultural Fortalece los Valores de la Cultura Maya*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. Hasler Uriel Calderón Castañeda. (2006). *PERCEPCIÓN QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES DEL TERCER GRADO DEL NIVEL BÁSICO DE LOS MUNICIPIOS DE PATULUL Y SAN LUCAS TOLIMÁN SOBRE EL FENOMENO CONOCIDO COMO EL PASO MISTERIOSO*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
19. López, L. S. (2012). *Formación Docente y Pertinencia Cultural de los Aprendizajes desde los Nawales*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. Montoya, O. D. (2013). *Descontextualización de recursos didácticos textuales en el proceso enseñanza-aprendizaje del sistema de numeración vigesimal”* . Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
21. Oceano, G. (s.f.). *Matemáticas Prácticas Universo*. Barcelona España: Oceano.
22. Pedro Isaías Echeverría Sánchez. (2010). *El rendimiento académico en Matemática de los estudiantes de la Escuela*. Guatemala.

23. Pérez, T. A. (2014). *Didáctica de la Matemática Maya y Aprendizaje Significativo*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
24. Solís, P. G. (2013). *Juegos Educativos para el Aprendizaje de la Matemática*. Quetzaltenango Guatemala : Universidad Rafael Landívar.
25. Velázquez, L. Á. (2012). *Procesos metodológicos que se aplican en la enseñanza-aprendizaje de la lecto-escritura K'iche' "* . Guatemala : Universidad Rafael Landívar.
26. Zacarias, S. C. (2014). *Metodología para el aprendizaje de la matemática maya en cuarto magisterio bilingüe intercultural*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 1



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

PROPUESTA
FORMACIÓN EN ETNOMATEMÁTICA EN EL PROGRAMA DE LA
PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN.

Mario Cuma Pérez

Guatemala, septiembre de 2016

ESQUEMA DE LA PROPUESTA.

II. Introducción de la propuesta

III. Bases conceptuales

IV. Objetivos de la propuesta

V. Justificación de la propuesta

VI. Donde será la sede del programa

VIII. Sostenibilidad.

I.- INTRODUCCIÓN

La etnomatemáticas es el estudio de la relación entre las matemáticas y la cultura. La idea detrás de esta disciplina es que la forma en que entendemos las matemáticas influye nuestra cultura y cómo vemos el mundo, mientras que nuestra cultura influye cómo entendemos las matemáticas.

Una de las áreas de estudio de la etnomatemática es la educación de matemáticas. Esta observa cómo los valores culturales influyen la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, y como esta enseñanza influye en las dinámicas de una cultura. Es crucial que los educadores entiendan el contexto cultural de los estudiantes, enseñándoles en una manera con la cual ellos se puedan relacionar. Por otro lado, algunos educadores optan por exponer a los niño a las matemáticas de distintas culturas (matemáticas multicultural). Esto ayuda a los estudiantes a ser más conscientes de las distintas formas de ver el mundo, y les ofrece métodos alternativos para abordar operaciones convencionales (por ejemplo, la multiplicación). (<http://www.revistacarrusel.cl/etnomatematicas-ensenando-a-partir-de-la-cultura/>)

Vemos como nuestros compañeros se alimentan en la educación bilingüe intercultural en el EFPEM, como será la matemática de ellos, muchos de nuestros compañeros, tienen la concepción de que ellos solo servirán para impartir clases en kaqchikel, en los Colegios e Institutos, ¿será cierto esa versión?, ellos como están en matemática maya, ¿les enseñan algo de esta

materia?, si ellos los forjan de manera íntegra, entonces veremos frutos diferentes, si los formaran no solo en el idioma materno, sino también en los conocimientos de la matemática maya, para que se convierten en profesionales íntegros relacionados a la cultura maya, ellos pueden ser los divulgadores directos porque tendrían experiencia, y un estudio riguroso de la matemática utilizada por nuestros ancestros.

Teniendo profesionales desarrollados en todo sentido en cultura maya íntegramente, ellos pueden actuar como los capacitadores en la etnomatemática, o tomar en consideración a los docentes que requieren de profesionalizarse en el área de la materia, solo entonces podemos alzar la voz para que haya cursos de nivelación para los profesores que enseñan matemática o los mismo que imparten el idioma materno para que se desarrollen en la matemática maya, entonces serán los entes multiplicadores para que fortalecen la identidad maya en los distintos lugares en donde desarrollan sus conocimientos.

Sabemos que el MINEDUC ha implementado la profesionalización docente, ellos serán el semillero para la valorización de la etnomatemática.

Así como dice USAID (2009, pag. 50) "En competencias básicas para la vida", Profesionalización docente. "Los docentes son uno de los factores clave que marcan una diferencia en los niveles de logro de los alumnos. Como dice el conocido informe Mckinsey (Barber y Moursched (2008), la calidad de un sistema educativo se basa en la calidad de sus docentes, y no puede ser superior a la que estos tengan. Es preciso romper con la imagen social de que la enseñanza es una tarea fácil y sencilla; por el contrario, como trabajo difícil requiere una formación rigurosa. Si la calidad del profesorado y sus docencia es uno de los factores estructurales determinantes para los niveles de consecución de los estudiantes, la mejora de la formación inicial del profesorado (es decir, potenciar los conocimientos y competencias de los docentes) debe formar parte de la prioridad de la política educativa y de las instituciones de formación".

II. BASE CONCEPTUAL

De acuerdo a la naturaleza de los casos, así debe ser la preparación académica, los Ingenieros los preparan como Ingenieros, los profesores, se preparan como profesores, etc., entonces si se prepara a los docentes de bilingüe intercultural, también en la rama de la etnomatemática tendremos profesionales de éxitos no solo en impartir el idioma materno, si no parte de la matemática de nuestros ancestros.

Según Olmedo España (2011, pag 50) en su libro "Escritos en torno a Cultura y Educación", "la educación intercultural consiste entonces de acuerdo con Feinberg, en un reconocimiento por la escuela de las diferencias culturales de sus miembros, tratando a los alumnos no sólo como ciudadanos de un país, sino en términos de su identidad como miembros de diferentes grupos culturales. Lo que se traduce en promover un sentimiento de pertenencia a su propio grupo cultural. Obviamente habrá que tomar en cuenta, según Bolívar, que una educación intercultural debe incluir las demandas de reconocimientos de identidades culturales que configuran un país, cabalmente orientado a la formación de una ciudadanía de identidad nacional. Desde nuestra perspectiva de país, hacemos nuestras las grandes orientaciones de los Acuerdos de Paz, en el sentido que la educación bilingüe intercultural tiene un énfasis particular en referencia al significado para la democracia, al considerar que el sistema educativo debe responder a la diversidad cultural y lingüística de nuestro país. Esto fortalece la identidad cultural y por tanto su reconocimiento con la incorporación de sus valores en el sistema educativo nacional y con la inclusión dentro de los programas educativos de las diferentes concepciones en educación".

III. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

a. Objetivo general.

Fomentar la formación en etnomatemática en el programa de la profesionalización docente del Ministerio de Educación.

b. Objetivos específicos.

- Estimular a los docentes para que valoren la cultura maya especializándose en el campo de la matemática maya.
- Fortalecer la formación en etnomatemática a los docentes que se identifican con la cultura maya, impulsando a vivirla en el aula en donde se desenvuelva.

IV. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La preparación docente en etnomatemática, fundamenta su objetivo en los docentes que se profesionalizan como un requisito del MINEDUC, esta circunstancia se debe de optimizar y estimular, creando un diplomado para en etnomatemática, esto daría resultados positivos para que se valore la matemática maya en su totalidad, de acuerdo a Veronica Albanese <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RLE/article/view/177>

"Entendiendo la Etnomatemática como el estudio de prácticas matemáticas de grupos culturales determinados " de acuerdo a Oliveras y Gavarrete, (2012)
"Creemos que la educación matemática, a la vez que desarrolla las capacidades matemáticas, puede favorecer la conciencia y la autoestima cultural, si se produce desde una perspectiva crítica etnomatemática, desde nuestro punto de

vista, es importante poner de manifiesto este hecho, hacerlo visible a los ojos de los educadores durante su formación, pues deseamos promover la interculturalidad mediante la educación matemática crítica, que cuestione los presupuestos educativos y socioculturales, es decir que trate de cambiar la realidad social y científica, buscando un mestizaje creativo (Oliveras, 2002, 2006) citado por Oliveras y Gavarrete, (2012).

V. CONSIDERACIÓN DE INCENTIVOS

Muchos docentes al ver la realidad opta por profesionalizarse si ellos ven seriedad y objetividad en tal caso, sabemos muy bien que el MINEDUC, les brinda: Incentivo por ser profesores de educación bilingüe, que frutos obtendríamos si nuestra gloriosa Universidad de San Carlos por medio de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM, les brinda el diplomado, como un incentivo de su preparación, considero que en el campo laboral tendrán:

- Mayor oportunidad de empleo
- Incentivo del MINEDUC asegurado

VI. DONDE SERA LA CEDE

Nuestra Escuela ha forjado hombres de bien, sus puertas son muy grandes para darle la bienvenida a aquellos que buscan el bien, económicamente puede que le falte, pero tiene un corazón muy grande para albergar al que lo necesita, haciendo alarde al lema de la Universidad, "Id y Enseñad a todos", nunca dice que no.

VII. PRESUPUESTO

Propio del EFPEM

VIII. SOSTENIBILIDAD

Tomando en cuenta la profesionalización docente del Ministerio de Educación, de ahí adjuntarse este programa solo así, tendrá profesionales quienes lo atienden, teniendo en cuenta que los que impartirían este diplomado sea profesores que sepan del tema, que aman su cultura, y que tenga dominio de la ciencia maya.

ANEXO 2



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
 Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

Guía de entrevista a los Señores particulares medidores de inmuebles.

1.- ¿Cuántos años tienes?

2.- ¿Qué grado académico ha cursado?

PRIMARIA

BÁSICOS

DIVERSIFICADO

3.- ¿Has participado en alguna medición de tierra?

4.- ¿Cómo mide usted un terreno?

5.- ¿Qué herramientas utilizas para medir un terreno?

5.- Según mis observaciones para la investigación que realizo; existen zanjas y monumentos a cierta distancia alrededor de nuestro pueblo. ¿Tiene conocimientos usted de esa zanja y esos monumentos?

6.- ¿Para qué se hizo esa zanja y esos monumentos alrededor del pueblo?



Guía de observación directa.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

No	Qué hace el medidor del inmueble	Utiliza alguna referencia	Técnica	Procedimiento	Ecuación maya	Herramienta	Ecuación técnica	Método

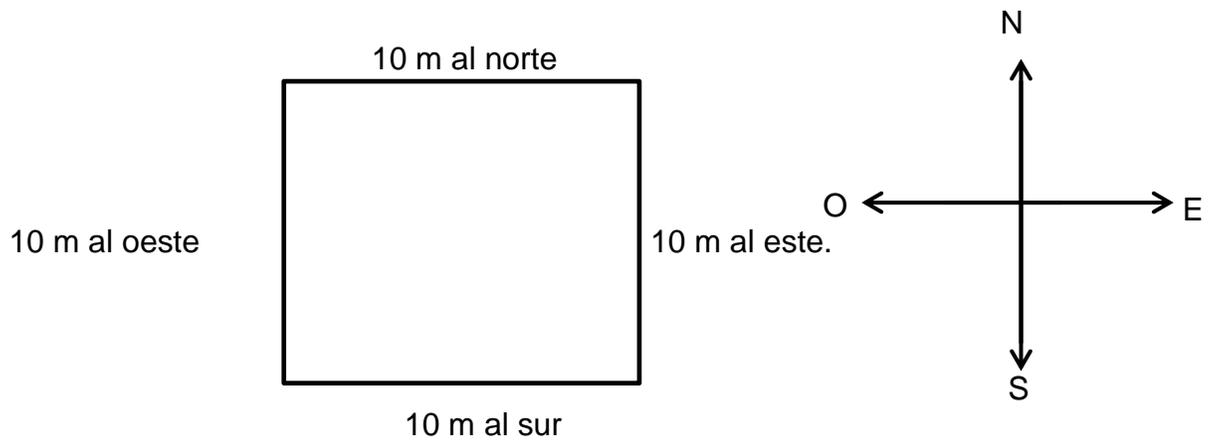
No	Observaciones específicas	Sí	No
1	¿Utiliza alguna referencia para medir el inmueble?		
2	¿Utiliza técnica para la medición?		
3	¿Utiliza procedimientos para la medición?		
4	¿Utiliza ecuación alguna como herramienta para la medición?		
5	¿Utiliza herramientas para la medición de inmuebles?		
6	¿Utiliza las ecuaciones técnicas para medir áreas de cuadriláteros según la matemática?		
7	¿Utiliza algún método para medir áreas de cuadriláteros?		



Guía práctica.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
 Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

Nota: Mide el terreno que encuentre a continuación y anote el área correspondiente en la línea final.



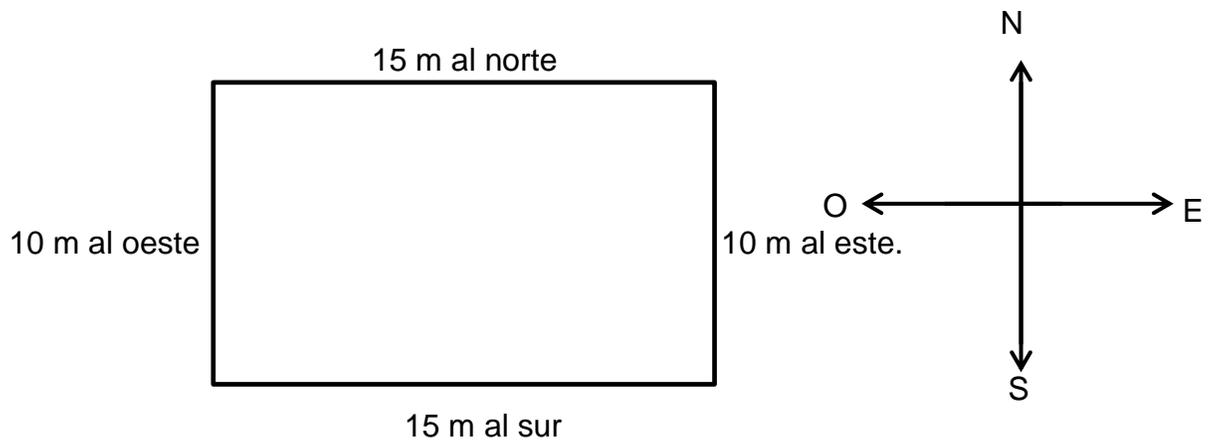
Área del terreno:



Guía práctica.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

Nota: Mide el terreno que encuentre a continuación y anote el área correspondiente en la línea final.



Área del terreno:

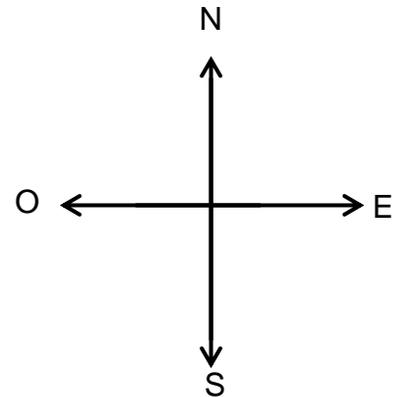
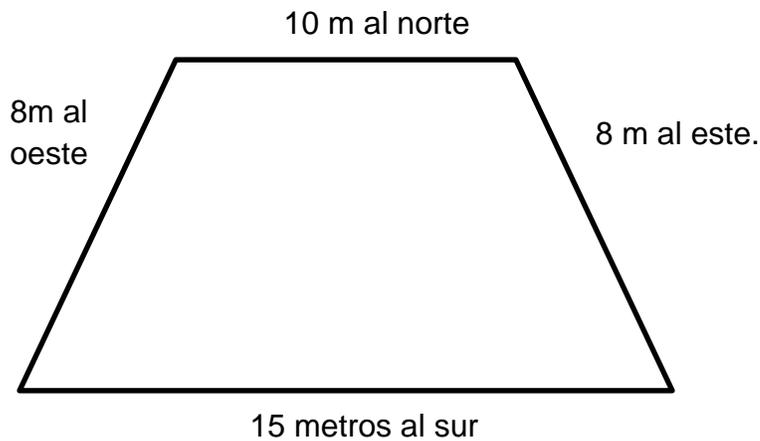


USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Guía práctica.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
 Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

Nota: Mide el terreno que encuentre a continuación y anote el área correspondiente en la línea final.



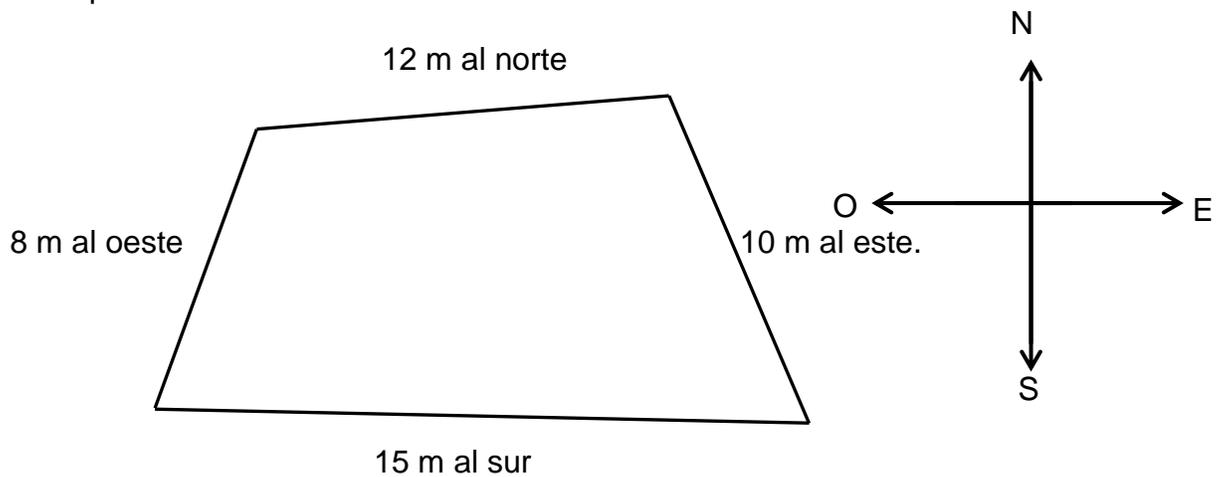
Área del terreno:



Guía práctica.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM
Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física.

Nota: Mide el terreno que encuentre a continuación y anote el área correspondiente en la línea final.



Área del terreno:

IMÁGENES DE LA TESIS



Imagen I. Del Volcán de Agua conocido por los kaqchikeles "Hunajpu", en donde se ven las parcelas formando figuras geométricas planas.



Imagen II. Mujer maya midiendo el largo de un tejido.



Imagen III. El izote, utilizado para las divisiones en los inmuebles.



Imagen IV. Cinta métrica utilizada en la actualidad.