



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
UNIDAD AJUSCO**

ANÁLISIS DIDÁCTICO DEL SISTEMA NUMERAL DE LA LENGUA MAZATECA

**TESIS QUE PRESENTA
ROGELIO RUIZ CARRIZOSA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN EDUCACIÓN INDÍGENA**

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ LUIS CORTINA MORFÍN

México, D. F.

2010

Dedicatorias

A mis padres, a mis hermanos, a toda mi familia
por el apoyo brindado a lo largo de la carrera
y a la paciencia que me tuvieron

A mis compañeros y amigos
Pedro, Rafael, Guadalupe, Anayanci y Lissete

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. La lengua mazateca y su contexto.....	2
1.1. ¿Qué distingue a la lengua mazateca?.....	3
1.2. ¿Dónde se usa lengua mazateca?	5
1.2. ¿Quién usa la lengua mazateca?	6
1.3. ¿Qué variantes tiene la lengua mazateca?	7
1.4. La variante lenra mechja	8
1.5. Mazatlán Villa de Flores	8
Capítulo 2. Los sistemas numerales de las lenguas y su relación con el aprendizaje numérico de los niños	13
2.1 Aprender a contar	13
2.2. Influencia de la morfología de los nombres de los números de una lengua en el desarrollo del pensamiento aritmético de los hablantes	16
2.3. Sistemas numerales de las lenguas del mundo	17
2.4. Sistemas numerales de las lenguas mesoamericanas	27
2.5. Sistema numeral y bilingüismo.....	27
Capítulo 3. Metodología	29
Capítulo 4. Análisis.....	36
Los números del 1 al 5	36
Los números de 11 al 15.....	39
Los números del 16 al 20	40
Los números del 21 al 30	42

Los números del 31 al 40	43
Los números del 41 al 50	44
Los números del 51 al 60	46
Los números del 61 al 80	47
Los números del 81 al 100	48
Más allá del 100	50
Conclusiones	52
Bibliografía	54

Introducción

Esta tesis se basa en un análisis del sistema numeral del Mazateco oral que se realizó con el fin de contribuir al desarrollo de la educación intercultural bilingüe mexicana en la asignatura de matemáticas. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Identificar los potenciales educativos de incluir el análisis comparativo del sistema numeral de la lengua Mazateca, respecto al sistema numeral del Español, en la enseñanza de la numeración, en la educación intercultural bilingüe.
- Anticipar algunos de los retos conceptuales que les implicaría a niños bilingües para desarrollar un conocimiento relativamente profundo de la racionalidad cuantitativa del sistema numeral de su primera lengua; esto es, de la lógica que sigue el sistema para expresar cantidades cada vez más grandes.

La tesis está organizada de la siguiente manera: En el Capítulo 1 se describen algunas de las características principales de la lengua Mazateca. También se describe el contexto en el que se habla la lengua. En el Capítulo 2 se presenta la fundamentación teórica de esta tesis. El Capítulo 3 contiene la metodología que se empleó para realizar el análisis del sistema numeral del mazateco. En el Capítulo 4 se presenta el análisis del sistema numeral de la lengua mazateca. Al final de la tesis se explican las implicaciones didácticas del análisis.

Capítulo 1. La lengua mazateca y su contexto.

Genealógicamente, la lengua mazateca ha sido clasificada como perteneciente a la familia lingüística otomangue, en los siguientes subgrupos sucesivos: otomangue oriental, popoloca-zapotecano y popolcano. Esto se ilustra en la siguiente figura, basada en Díaz Couder (2001).

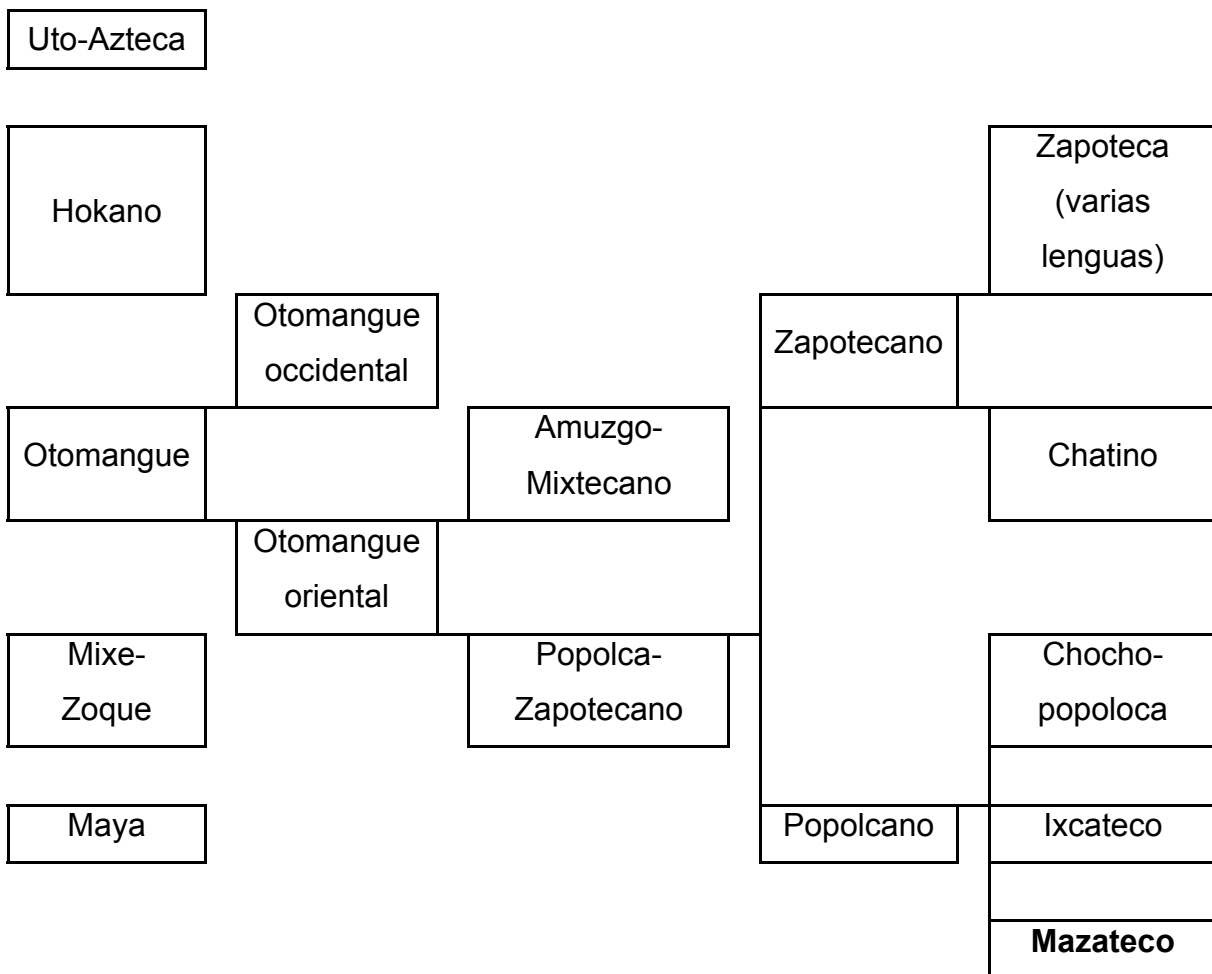


Figura1. Clasificación Genealógica de las Lenguas Indígenas con base en Díaz Couder (2001).

El *Catálogo de las lenguas indígenas nacionales: Variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas* (2008), coincide con la clasificación presentada por Díaz Couder.

1.1. ¿Qué distingue a la lengua mazateca?

La lengua mazateca, como toda lengua, posee su propia fonología, morfología y sintaxis. Comparte algunos rasgos con las lenguas de la misma familia a la que pertenece. En términos fonológicos, la lengua mazateca se caracteriza por utilizar un sistema tonal, lo que hace que a las personas ajenas a la lengua les dé la impresión de que los hablantes silban o cantan.

En el mazateco, los hablantes utilizan los tonos para marcar diferencias en el significado de los sonidos que utilizan para comunicarse. El significado de los morfemas cambia cuando son pronunciados en tonos diferentes. En mazateco existen tres tonos: alto, medio y bajo. Los tonos altos y bajos se marcan ortográficamente, el primero con un acento (que modifica todo el morfema y no sólo la vocal) y el segundo con un guión bajo en la vocal (que también modifica todo el morfema). Los morfemas que no tienen ni acento ni guión bajo se pronuncian con el tono medio (Filio García y Estrada Aguilar, 2008).

Hay palabras que pueden tener más de tres significados, los cuales dependen de la frecuencia sonora con la que sean pronunciados. A continuación se muestran algunos ejemplos:

Tono	Palabra	Significado en castellano	Palabra	Significado en Español
Alto	Tí	se quema	Kixí	está seco
Medio	Ti	Pescado	Kixi	está derecho
Bajo	T _i	Toma	Kix _i	se secó

Tabla 1. Diferentes significados de una misma palabra mazateca cuando se cambia el tono en el que se pronuncia (con base en la variante de ienra mechja del municipio Mazatlán Villa de Flores, Oaxaca).

El ser tonal es una característica que el mazateco comparte con muchas otras lenguas mesoamericanas, entre las cuales se encuentran: el zapoteco, el mixteco, el cuicateco, el otomí, el mazahua, el amusgo, el triqui y el chinanteco.

En el mazateco existen 33 consonantes de las cuales 13 son compartidas con el español. Estas son: p, b, t, k, f, s, j, y, ch, l, r, n, m. Hay 20 consonantes que son particulares del mazateco. Estas son: jk, jn, jnch, jnd, jng, jñ, jm, jt, tj, chj, tsj, kj, nd, ng, mb, ntj, ntz, nch, x, ts. En cuanto a las vocales, el mazateco utiliza las cinco del español: a, e, i, o, u. Hay 13 vocales que no usa el español; estas son: aa, ee, ii, oo, uu, an, en, in, on, un, a´a, i´i, u´u. En total, el mazateco utiliza 51 fonemas, mientras que el español sólo utiliza 22.

En términos morfológicos, el mazateco también es significativamente diferente del español. Por ejemplo, en mazateco a los posesivos en primera persona se les agrega el sufijo **na** (*mixtun-mixtunna* mi gato). En la segunda

persona se le agrega el sufijo *ri* (naña-*nañari* tu perro). En la tercera persona del posesivo se le agrega el sufijo *ra* (naña-*nañara* su perro).

En mazateco, el número (plural y singular) no se marca morfológicamente. En lugar de eso, la cantidad se expresa usando adjetivos de cantidad. En algunos casos, el singular se expresa utilizando el numeral *ngu* (uno o una), anteponiéndolo a la palabra. En caso de los plurales, se antepone *kjin* (muchos).

En la lengua mazateca, el género no se marca morfológicamente como en el español. Existen tres géneros: neutral, masculino y femenino. Para marcar el masculino se agrega la palabra *xin* al final de cada palabra. Por ejemplo: naña xin(perro macho) y para marcar el género femenino se agrega la palabra *chjun*. Por ejemplo naña chjun(perro hembra). En el caso del neutral solo se conserva la palabra y se distingue el género como ejemplo: naña(perro).

1.2. ¿Dónde se usa lengua mazateca?

La lengua mazateca se usa en el norte del estado de Oaxaca, en las regiones de la Cañada y del Valle de Papaloapan-Tuxtepec. Esta zona del estado cuenta con un sistema arterial de abundantes ríos que descienden de la Sierra Madre Oriental y desembocan en la laguna de Alvarado, en el Golfo de México. Las poblaciones en esta zona del estado son compactas, semidispersas o dispersas, dependiendo si se localizan en pendientes o en las planicies.

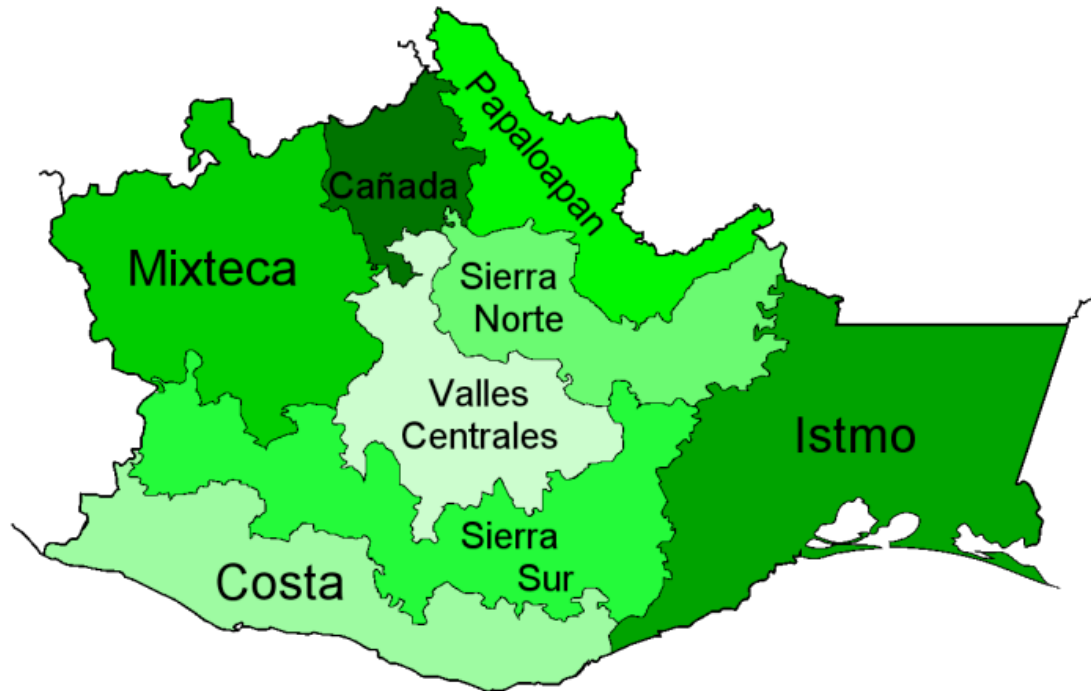


Figura 2. Las ocho regiones del estado de Oaxaca. Recuperado de: http://www.aquioxaca.com/8_regiones.htm, el 23 de octubre del 2009.

La lengua también se habla en los estados de Puebla y Veracruz, en los municipios que colindan con la región mazateca del Estado de Oaxaca.

1.3. ¿Quién usa la lengua mazateca?

Los mazatecos son un pueblo que se autodenomina: *shuta enima*. Esta expresión significa literalmente en español *persona humilde*. Es una expresión con la que también se le identifica a quienes trabajan en el monte. Además, es válido traducirla como *gente de costumbre*. La palabra mazateco probablemente proviene de la palabra náhuatl *mazatecatl*, que quiere decir *gente del venado*. Se

creo que este nombre les fue dado por los nonoalcas debido al gran respeto que los mazatecos tenían por el venado.

El autor Xicohténcatl Luna Ruiz (2007) considera que “La identidad mazateca se establece primordialmente a partir del idioma propio, indicador de la pertenencia a la cultura del grupo y del conocimiento que de éste se tiene” (p. 6). Este mismo autor reporta que en el año 2000 había un poco más de 170,000 personas que hablaban mazateco. Estos están distribuidos en 31 municipios; 25 de los cuales estaban en Oaxaca, 4 en Veracruz y 2 en Puebla.

1.4. ¿Qué variantes tiene la lengua mazateca?

En la actualidad, la lengua mazateca cuenta con diez variantes dialectales. La división entre las variantes en algunos casos coincide con las divisiones municipales. En otros casos, una misma variante es hablada en varios municipios.

Las variantes dialectales del mazateco son las siguientes:

- 1) Chilchotla, Tenango, Huautla y Huautepec
- 2) San Francisco Huehuetlán, San Jerónimo, San Mateo, San Lucas, Santa Cruz Acatepec, San Pedro Ocopetatillo y Eloxochitlán
- 3) San Lorenzo y Santa Ana Ateixtlahuaca
- 4) San Martín Toxpalan, Mazatlán Villa Flores, San Juan de los Cues y Tecomavaca
- 5) Santa María la Asunción
- 6) San Pedro Teutila, San Juan Coatzospam, San Juan Ojitlán Chiquihuitlán

- 7) San José Independencia
- 8) San Pedro Ixcatlán
- 9) Santa María Jacatepec, Cosolapa, Nuevo Soyaltepec, Acatlán de Pérez Figueroa y Tuxtepec
- 10) Jalapa de Díaz y San Bartolomé Ayautla.

Luna Ruiz (2007) dice “que los pueblos de la parte baja de la región mazateca sí se entienden en la lengua que hablan, a pesar de las variantes existentes; lo mismo ocurre con los de la parte alta y media, sin embargo, las dificultades en la comprensión aumentan entre la parte alta y baja” (p. 6).

1.5. La variante lenra mechja

Los hablantes de la cuarta variante del mazateco le llaman a su lengua **lenra mechja**. Este término en mazateco significa *conocimiento ancestral*; también se puede traducir al español como *el conocimiento de los ancianos*. Como se indicó previamente, la variante se habla en los siguientes cinco municipios: San Martín Toxpalan, Mazatlán Villa Flores, San Juan de los Cues y Tecomavaca.

1.6. Mazatlán Villa de Flores

Mazatlán Villa de Flores es uno de los cinco municipios en los que se habla la lengua lenra mechja. Su nombre proviene, en primer lugar, de la palabra

mazatlán, que en náhuatl significa *tierra de venados*. En segundo lugar, al municipio se le dio el nombre de *Villa de Flores* en honor al pensador y político oriundo de la Sierra Mazateca, Ricardo Flores Magón.

De acuerdo a los resultados que presentó el II Censo de Población y Vivienda, en el 2005 el municipio contaba con 13,221 habitantes, de los cuales 10,577 (80%) eran hablantes del mazateco. Estas 10,577 personas equivaldrían al 6% del total de hablantes de la lengua mazateca.

El municipio limita al norte con Tecomavaca (hasta Nopalera), al sur con el municipio de Huautla de Jiménez, al oriente con la agencia municipal de San Isidro Zoquiapam (la cual pertenece a San Lucas Zoquiapam) y al poniente con el municipio de Cuyamecalco. La cabecera municipal está ubicada a 198 kilómetros de la capital del estado.

A continuación se muestran dos imágenes. La primera indica el lugar que ocupa el municipio en la Región Cañada del estado de Oaxaca. En la segunda es un mapa del municipio.

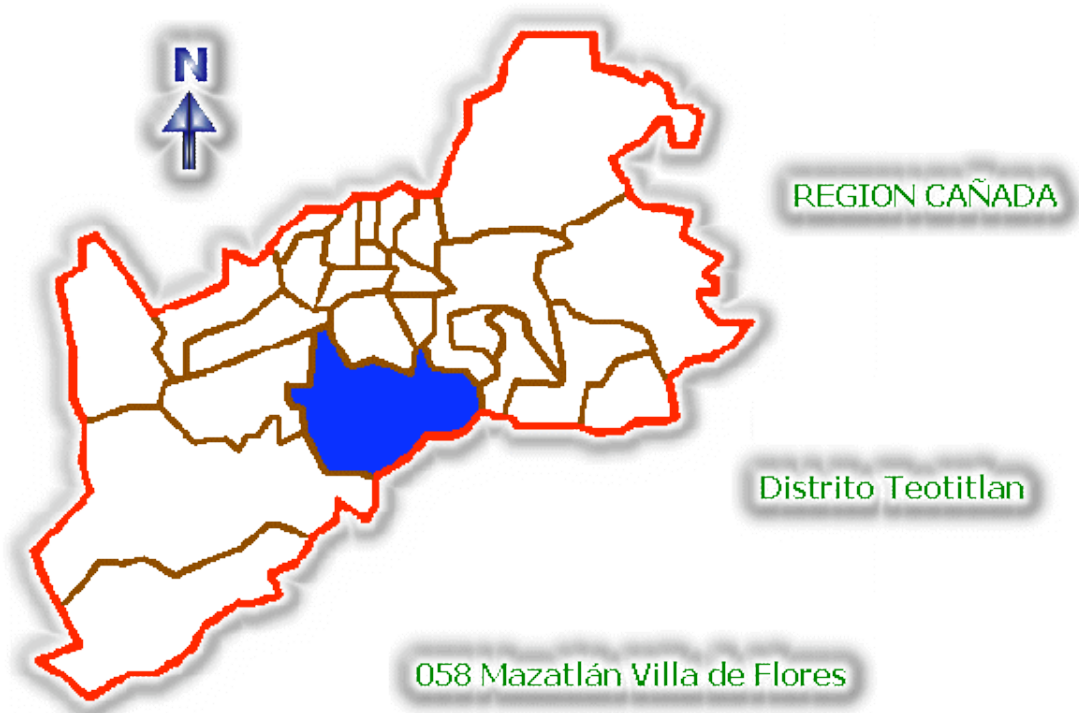


Figura 3. Localización del municipio de Mazatlán Villa de Flores. Recuperado de: http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_oaxaca el 16 de diciembre del 2008.

Enciclopedia de los Municipios de México. ESTADO DE OAXACA. MAZATLÁN VILLA DE FLORES.

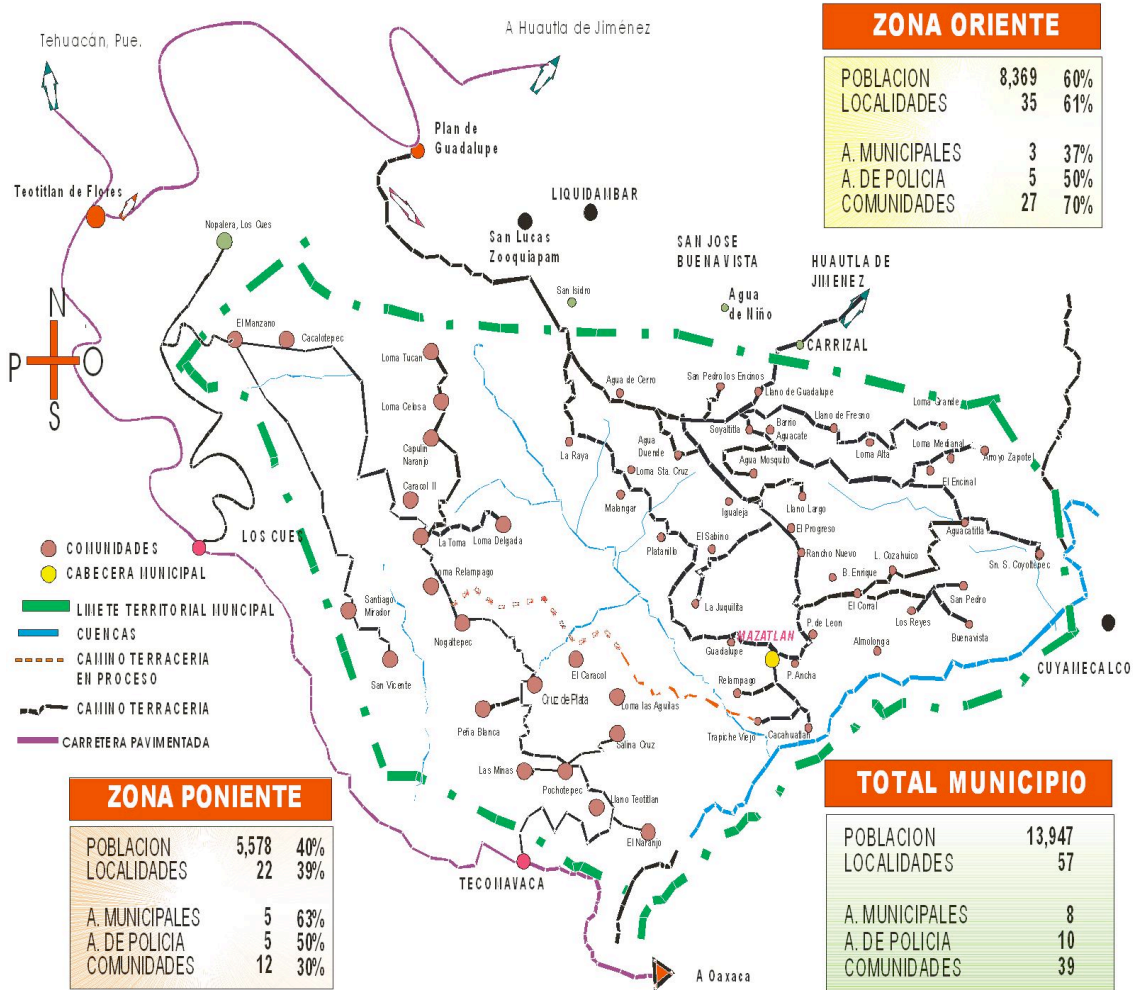


Figura 3. Mapa del municipio de Mazatlán Villa de Flores. Recuperado de: http://radionandiafm.blogspot.com/2007_05_01_archive.html el 10 de marzo del 2009.

El municipio cuenta con oferta educativa en los niveles de preescolar, primaria, secundaria y media superior (bachillerato). En la mayoría de las agencias municipales y comunidades se ofrece educación preescolar y primaria. También hay telesecundarias. Además, el Instituto Nacional para Educación de los Adultos

(INEA) y el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) ofrecen sus servicios en el municipio.

En total, la cabecera municipal cuenta con un centro de castellanización, 2 jardines de niños, 2 primarias bilingües, 2 primarias rurales y la escuela secundaria técnica No. 171. En las diferentes agencias y localidades se ubican en total 9 centros de castellanización, 13 jardines de niños, 11 primarias bilingües, 27 primarias rurales y 7 telesecundarias.

El municipio también cuenta con dos instituciones de educación media superior. Una de ellas es un telebachillerato y la otra es el Bachillerato Integral Comunitario Número 11. A este último se le denomina *NGU NIYA YANU ZACU KJUABITSIEN* (literalmente: una casa donde se encuentra el pensamiento). El objetivo de este bachillerato es apoyar a los estudiantes indígenas de la comunidad, además del rescate de la cultura y el fortalecimiento de la identidad.

En cuanto a los servicios de salud, en la cabecera municipal se ubica un centro de salud dependiente de la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado. En las agencias y comunidades se cuenta con 3 unidades médicas de asistencia social dependientes del IMSS Solidaridad. Además hay 2 unidades de asistencia social de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal (S.S.). También se cuenta con 22 casas de salud que en su mayoría dependen de la S.S.

A Mazatlán Villa de Flores, el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) lo cataloga como un municipio con un índice de marginación de 2.07, lo cual corresponde a un nivel muy alto.

Capítulo 2. Los sistemas numerales de las lenguas y su relación con el aprendizaje numérico de los niños

2.1 Aprender a contar

Existe gran consenso respecto a considerar que el conteo es la base del pensamiento aritmético. La investigación nos muestra que aprender a contar es un logro que implica el desarrollo de habilidades mentales relativamente complejas. Según Wright, Martland, Stafford, y Stanger (2006), el pensamiento aritmético inicial consiste de seis etapas. En estas etapas los niños utilizan la secuencia numérica de la lengua para contar en formas cada vez más complejas.

Las seis etapas propuestas por Wright et al. Son:

- *Etapa 0: Conteo emergente*
- *Etapa 1: Conteo perceptual*
- *Etapa 2: Conteo figurativo*
- *Etapa 3: Secuencia numérica inicial*
- *Etapa 4: Secuencia numérica intermedia*
- *Etapa 5: Secuencia numérica facilitada*

Etapa 0. Según Wright et al., en la etapa del *conteo emergente* los niños se encuentran desarrollando los conocimientos que les permitirán contar. En esta etapa los niños ya conocen la secuencia numérica inicial de su lengua pero no logran utilizarla para dar cuenta de la cardinalidad de un conjunto de artículos

perceptibles; esto es, no logran atribuir un nombre numérico (y sólo uno) a cada uno de los elementos de un conjunto de objetos.

En esta etapa algunos niños pueden decir la secuencia inicial de palabras numéricas de su lengua más allá del diez. Sin embargo, en los números de uno al diez, generalmente no pueden decir inmediatamente qué número sigue de cuál (ej. *qué número sigue del cuatro*). Además, se les dificulta mucho contar regresivamente, incluso del tres al uno.

Etapa 1. La etapa del *conteo perceptual* se caracteriza porque los niños ya pueden contar, pero pueden contar únicamente entes que les son perceptualmente accesibles. Esto es, les es posible contar únicamente entes que pueden ver, tocar o escuchar. Estos niños aún no pueden contar colecciones ocultas. Por ejemplo, no pueden resolver un problema en el que se les muestran cinco dulces, se les dice que en una bolsa hay otros cinco y se les pide que determinen cuántos dulces hay en total.

Respecto al dominio de la secuencia de palabras numéricas de su lengua, los niños en esta etapa típicamente pueden decir correctamente la secuencia hasta más allá del veinte (ej. hasta 29). Con los números del uno al diez pueden comenzar a contar a partir de cualquiera. En contraste, a los niños en esta etapa puede dificultárseles comenzar a contar a partir números mayores a diez o identificar qué número antecede a otro, incluso en los números del uno al diez (ej. *qué número va antes del siete*).

Etapa 2. La etapa del *conteo figurativo* se caracteriza porque los niños ya pueden contar colecciones que no les son perceptualmente accesibles; esto es,

colecciones de objetos que han sido tapadas de su vista y que tampoco pueden tocar. Su forma de contar puede parecer redundante, ya que cuando se les presentan dos colecciones tapadas y se les dice cuántos objetos hay en cada una (ej. 5 y 3, respectivamente), los niños comienzan a contar a partir del uno (y no del 5 o del 3).

Respecto al dominio de la secuencia de palabras numéricas de su lengua, los niños en esta etapa típicamente pueden decir correctamente la secuencia hasta más allá del treinta (ej. 49 o incluso 80), pero generalmente no hasta el cien. Tienen facilidad para contar progresiva y regresivamente hasta el diez. A algunos se les dificulta el conteo regresivo más allá del diez. Por ejemplo, el de resultarles complicado contar del 23 al 16 o del 15 al 10. También puede resultarles complicado decir qué número antecede al 23 o al 17. Con los números del uno al diez pueden comenzar a contar a partir de cualquiera.

Etapas 3 y 4. En el transcurso de las dos primeras etapas (inicial e intermedia) de *secuencia numérica* el niño logra dominar la habilidad de contar a partir de cualquier número (del 1 al 100) hacia adelante y hacia atrás. Respecto al dominio de la secuencia de palabras numéricas de su lengua, a los niños en estas etapas típicamente se les facilita trabajar con la secuencia hasta el número cien y más allá. Algunos se pueden equivocar todavía cuando cuentan hacia atrás, al pasar por las décadas; por ejemplo, pueden contar regresivamente así: 53, 52, 51, 50, 49, 48...

Etapas 5. En la etapa de la *secuencia numérica facilitada* los niños logran desarrollar estrategias de resolución de problemas aditivos distintas al conteo de

uno en uno (ej. partición y agrupación). Respecto al dominio de la secuencia de palabras numéricas de su lengua, a los niños en esta etapa típicamente se les facilita trabajar con la secuencia hasta el número cien y más allá, y pueden contar progresiva y regresivamente de dos en dos, de diez en diez, de cinco en cinco, de cuatro en cuatro y de tres en tres.

En el trabajo de Wright et al. es posible apreciar que el desarrollo inicial del pensamiento aritmético va acompañado del conocimiento y dominio del sistema numeral de una lengua.

2.2. Influencia de la morfología de los nombres de los números de una lengua en el desarrollo del pensamiento aritmético de los hablantes

A finales de los años ochenta, Miura (1987) propuso que la estructura del sistema numeral de una lengua podría ser un factor que influenciara el desarrollo aritmético de los niños hablantes. Esta conjetura se formuló inicialmente para explicar por qué a los niños de algunos países asiáticos tuvieron mejores niveles de desempeño en pruebas estandarizadas de aritméticas, que los niños de países angloparlantes (Estados Unidos en particular). Para Miura y Okamoto (2003) las características numéricas de una lengua pueden ser un factor que inflencie el desarrollo de habilidades de conteo y el conocimiento de nociones como *base diez* y *valor posicional*.

Miura y Okamoto (2003) consideran que los nombres de los números de las lenguas que derivaron del chino antiguo (coreano, japonés y mandarín) cuentan

con una estructura que facilita el aprendizaje del sistema de valor posicional de base diez. En estas lenguas, las cantidades menores a cien y mayores a nueve se nombran indicando el número de dieces (decenas) que implican. Por ejemplo, en japonés veintidós se dice *ni-juu-ni*, que literalmente se traduce como: *dos-diez-dos* (dos decenas y dos unidades).

La conjetura de Miura causó interés y controversia en la comunidad de educadores matemáticos. Autores como Alsawaie (2004) la han aceptado, mientras que otros como Towse y Saxon (1997) y Yang y Cobb (1995) la han disputado. Los críticos de la conjetura consideran que son otros los factores que deben considerarse para explicar la diferencia en el desempeño matemático de estudiantes norteamericanos y asiáticos. Entre estos otros factores están las prácticas matemáticas, tanto aquellas en las que los niños participan en su vida cotidiana, como aquellas que son propiamente escolares. Lo cierto es que aún no se ha producido la evidencia que respalde, de manera contundente, la conjetura de Miura.

2.3. Sistemas numerales de las lenguas del mundo

Según Francisco Barriga (2005), “todas las culturas cuentan verbalmente” (p. 15). A partir de analizar un gran número de sistemas numerales, este autor reconoció una serie de características lingüístico-matemáticas a las que los humanos han recurrido, en diferentes partes del mundo, para poder nombrar cantidades cada vez más grandes. En el análisis de Barriga es posible reconocer

cinco etapas en el desarrollo de los sistemas numerales de las lenguas, las cuales implican el uso de recursos lingüístico-matemáticos cada vez más refinados.

La *etapa uno* corresponde al uso de numerales donde predomina el principio de indicatividad y son, por lo general, lexémicamente simples. Los sistemas numéricos que se quedaron en esta etapa utilizan palabras numéricas que implican un lexema diferente, y sólo uno, para indicar a cada cantidad¹. Un sistema de este tipo sería el del español si sólo utilizaran en esta lengua los numerales del uno al diez:

Numeral en notación arábica	Numeral en español (etapa 1)
1	Uno
2	Dos
3	Tres
4	cuatro
5	Cinco
6	Seis
7	Siete
8	Ocho
9	nueve
10	Diez

Cada uno de los numerales del español, del uno al diez, implica un lexema numérico diferente. Cada numeral indica una y sólo una cantidad. Ninguno de los numerales se constituye de dos lexemas. En general, los sistemas numéricos que se quedaron en esta etapa sirven para cuantificar colecciones muy pequeñas (colecciones de hasta 10 elementos en el ejemplo de la tabla).

¹ Barriga (2005) le llama a estos numerales *prebásicos*.

En la *etapa dos* aparecen numerales que combinan dos (y hasta tres) lexemas numéricos. En los sistemas que se quedaron en esta etapa, se utiliza la suma y/o la resta, pero no de manera sistemática². A continuación se ilustra cómo podrían ser los numerales del español si el sistema numeral de esta lengua se hubiera quedado en la etapa dos:

Numeral en notación arábica	Numeral en español (etapa 2)
1	uno
2	Dos
3	Tres
4	cuatro
5	dos tres
6	tres tres
7	siete
8	cuatro cuatro
9	uno diez
10	diez

En el ejemplo se muestran numerales que combinan lexemas, implicando la operación de la suma, para expresar numerosidad. Eso son los casos del 5, 6 y 8. En los caso del 6 y 8, en particular, se hace uso del recurso aditivo que Barriga (2005) considera que es el más frecuente en esta etapa: la repetición (“*cuatro cuatro*”). En el caso del 9 se utiliza la resta (*uno* menos que *diez*). En general, con los sistemas numéricos que se quedaron en esta etapa se pueden cuantificar colecciones mayores que con aquellos que se quedaron en la etapa uno, pero no mucho más grandes.

² Barriga (2005) le llama a las operaciones implícitas en estas numerales *operaciones deícticas prebásicas*.

La *etapa tres* se caracteriza por el uso de la suma de manera sistemática, habiendo uno o más numerales que sirven de base. A continuación se ilustra cómo podrían ser los numerales del español si el sistema numeral de esta lengua se hubiera quedado en la etapa tres:

Numeral en notación arábica	Numeral en español (etapa 3)
1	Uno
2	Dos
3	Tres
4	cuatro
5	Cinco
6	Seis
7	Siete
8	Ocho
9	nueve
10	Diez
11	diez uno
12	diez dos
13	diez tres
14	diez cuatro
15	diez cinco
19	diez nueve

Como se puede apreciar en el cuadro, con los numerales del uno al diez, utilizando al diez como base aditiva, se pueden expresar cantidades hasta el 19, combinando aditivamente dos lexemas numéricos. Si se incluyeran más numerales como bases aditivas, sería posible expresar los números hasta el 19 utilizando menos lexemas numéricos. A continuación se muestra cómo podría ser el caso si se incluyeran como bases al cinco, al diez y al quince (suponiendo que este último fuera un numeral lexémicamente simple).

Numeral en notación arábica	Numeral en español (etapa 3)
1	Uno
2	Dos
3	Tres
4	Cuatro
5	Cinco
6	cinco uno
7	cinco dos
8	cinco tres
9	cinco cuatro
10	Diez
11	diez uno
12	diez dos
13	diez tres
14	diez cuatro
15	Quince
16	quince uno
17	quince dos
18	quince tres
19	quince cuatro

Antes de describir la etapa cuatro, es importante notar cómo en cada etapa se van incluyendo elementos lingüístico-matemáticos cada vez más refinados, lo que permite cuantificar, con un número limitado de lexemas numéricos, colecciones cada vez más grandes. También es importante aclarar que, con base en la investigación de Barriga (2005), la transición de un sistema de una etapa a otra no implica necesariamente la desaparición de los recursos lingüístico-numéricos desarrollados con anterioridad. Por el contrario, esos elementos tienden a permanecer y son evidentes en muchas lenguas, en los primeros numerales de la serie numérica.

La etapa cuatro se caracteriza por el uso sistemático de la multiplicación, habiendo un numeral que sirve de base multiplicativa³. A continuación se ilustra cómo podrían ser los numerales del español si el sistema numeral de esta lengua se hubiera quedado en la etapa cuatro y fuera completamente consistente con ella:

Numeral en notación arábica	Numeral en español (etapa 4)
1	uno
2	dos
3	tres
4	cuatro
5	cinco
6	seis
7	siete
8	ocho
9	nueve
10	diez
11	diez uno
12	diez dos
20	dos-diez
21	dos-diez uno
22	dos-diez dos
90	nueve-diez
99	nueve-diez nueve

En esta etapa encontramos numerales (ej. dos-diez) que combinan dos lexemas numéricos (dos y diez), en los que uno cumple el papel de multiplicando (diez) y el otro de multiplicador (dos): 20 implica “dos veces diez”. El uso de la multiplicación permite representar cantidades mucho mayores (hasta 99 en el ejemplo ilustrado).

³ Barriga (2005) identifica un caso con dos numerales (20 y 80) que sirven de bases multiplicativas.

Es importante señalar que la aparición de la base multiplicativa no implica necesariamente la desaparición de las bases aditivas de un sistema numeral, ni de construcciones más primitivas. Así, un número como 27 se puede expresar de esta manera: dos-diez cinco-dos ($2 \times 10 + 5 + 2$); o un número como 26 se puede expresar de esta manera: dos-diez tres-tres ($2 \times 10 + 3 + 3$)

La quinta y última etapa se caracteriza por el uso de la potencia. En los sistemas numéricos que se encuentran en esta etapa se les da un nombre lexémicamente simple (o algo equivalente) a los numerales que representan potencias de la base multiplicativa del sistema. En el caso del español, esto sucede con las primeras dos potencias de diez: cien (10^2) y *mil* (10^3) son ambos lexémicamente simples. Sin embargo, vale la pena aclarar que no es el caso con *diez mil* (10^4) y cien mil (10^5) que implican ambos dos lexemas y la operación de la multiplicación (10×10^3 y 100×10^3 , respectivamente), aunque sí con *un millón* (10^6).

Barriga (2005) reconoce que en los sistemas de potencia, se construyen numerales haciendo referencia a los múltiplos de la base de diferentes maneras. La forma más común es la retrospectiva. Ese es el caso del español, donde los numerales que no son múltiplos de la base hacen referencia al múltiplo de base inmediato anterior, e indican cuánto hay que sumarle. Por ejemplo, para expresar 89 en español se menciona el múltiplo de diez inmediato anterior (ochenta) y el número que hay que agregarle (nueve); así, 89 se dice *ochenta y nueve*.

Una forma menos común de usar los múltiplos de la base de una lengua es la prospectiva. En este caso, los numerales que no son múltiplos de la base hacen

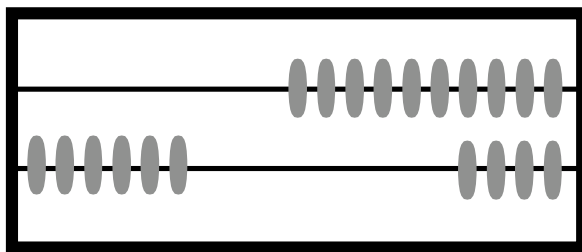
referencia al múltiplo de la base inmediato posterior. A continuación se ilustra cómo podría ser la serie numérica del español si su sistema de numeración fuera prospectivo:

Numeral en notación arábica	Numerales del español si el sistema de numeración fuera prospectivo
1	uno
2	dos
3	tres
4	cuatro
5	cinco
6	seis
7	siete
8	ocho
9	nueve
10	diez
11	dos-diez uno
12	dos-diez dos
19	dos-diez nueve
20	dos-diez
21	tres-diez uno
29	tres-diez nueve
30	tres-diez

Los sistemas de numeración prospectivos pueden resultar confusos a quienes no están familiarizados con ellos. En estos sistemas algunos de los lexemas numéricos tienen significado de número ordinal. A continuación se muestra cómo podrían interpretarse los numerales de la cuadro anterior cuyo significado puede no ser claro:

Numeral en notación arábica	Numerales del español si el sistema de numeración fuera prospectivo
10	diez
11	dos-diez uno (uno de la segunda decena)
12	dos-diez dos (dos de la segunda decena)
19	dos-diez nueve (nueve de segunda decena)
20	dos-diez (dos decenas completas)
21	tres-diez uno (uno de la tercera decena)
29	tres-diez nueve (nueve de la tercera decena)
30	tres-diez (tres-decenas completas)

En los sistemas de numeración prospectivos, los números parecen concebirse como perteneciendo siempre a alguna agrupación. Así, la cantidad se expresa especificando la agrupación (potencia de la base multiplicativa) a la que pertenece un número. Esto se puede ilustrar con el uso del ábaco mediterráneo, partiendo que todas las cuentas tienen el valor de 1, independientemente de la fila en que se encuentran. Veamos la siguiente ilustración, en la cual las cuentas han sido movidas de izquierda a derecha para representar el número 14.



La cantidad de cuentas que están a la derecha se puede describir tanto de manera retrospectiva como prospectiva. De manera retrospectiva se puede decir que tenemos una fila (decena) completa más cuatro cuentas: tenemos *diez-*

cuatro. De manera prospectiva, se puede decir que hay cuatro cuentas en la segunda fila: tenemos *dos-diez cuatro* (o cuatro cuentas de la segunda fila).

Vale la pena aclarar que del sistema calendario gregoriano (el que se utiliza en casi todo el mundo) se basa en un sistema de cuantificación similar. Así, la fecha 01-01-2000 no significa que en ese momento habían pasado dos mil años, más un mes, más un día desde que comenzó la era: En lugar de eso significa que transcurría el primer día, del primer mes, del año dosmilésimo.

Barriga (2005) reconoce que existen lenguas en Europa, Asia, África y América que tienen sistemas de numeración prospectivos. Sin embargo, estima que estos sistemas de numeración son poco comunes; no más de una de cada veinte lenguas lo tiene.

Barriga reconoce al uso sistemático de la resta (ej. para el 27: tres diez tres; 30-3) como un recurso muy raro entre los sistemas de numeración de las lenguas del mundo. Aparentemente, la división no se usa y lo único que se le acerca son el uso de los medios (ej. “medio cien” para decir 50).

Un aspecto adicional de los sistemas de numeración que destaca Barriga (2005) es el icónico. Para este autor, los sistemas de numeración de las lenguas reflejan formas culturales de entender la numerosidad. Ello se nota sobre todo en las bases que se usan en los sistemas. En algunos casos también se nota en el significado de las palabras numéricas.

En cuanto a las bases, la gran mayoría de los sistemas que las tienen utilizan el cinco, el diez y/o el veinte. Estas cantidades corresponden al número de dedos que los humanos tenemos en una mano, ambas manos y todo el cuerpo.

Barriga (2005) reconoce que no es inusual que la palabra para cinco de una lengua se asemeje a la que se utiliza para mano y la de veinte a la que se utiliza para cuerpo.

2.4. Sistemas numerales de las lenguas mesoamericanas

Mesoamérica es una región del mundo de gran diversidad lingüística. El Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (2008) reconoce once familias lingüísticas, a las que pertenecen las 68 lenguas que incluye en su catálogo. Existen además varias variantes de cada lengua.

La diversidad lingüística de mesoamérica hace que sea de esperarse que también exista gran diversidad entre los sistemas numerales de las diferentes lenguas. Sin embargo, Campbell, Kaufman y Smith-Stark (1986) reconocen que casi todas las lenguas mesoamericanas utilizan al 20 como base multiplicativa. Además, el 5, el 10 y/o el 15 suelen ser utilizados como bases aditivas.

Dicho esto, no debe pensarse que los sistemas numerales de todas las lenguas mesoamericanas sean idénticos. Como se explicó en la sección anterior, además de las bases multiplicativas y aditivas, hay muchos aspectos en los que los sistemas numerales pueden diferenciarse (ej., el que sean prospectivos o retrospectivos).

2.5. Sistema numeral y bilingüismo

Esta tesis se fundamenta en uno de los supuestos de la pedagogía transformante de Cummins (2000). Según este autor

Cuando los niños bilingües desarrollan habilidades en la escuela en dos o más lenguas logran una comprensión más profunda de la lengua y de cómo utilizarla efectivamente. Ellos adquieren más práctica en procesar lenguaje; particularmente cuando se alfabetizan en las dos lenguas y logran comparar y contrastar las formas en las que ambas organizan la realidad (p. 276).

En esta tesis se busca extender este supuesto a la comprensión de la numeración de los niños mazatecos, en forma de la siguiente conjetura:

Se puede ayudar a los niños cuya primera lengua es el mazateco a desarrollar una comprensión más profunda de la numeración a través de comparar y contrastar las formas en las cuales los sistemas numerales de la lengua mazateca y del español organizan la serie de los números naturales. Para lograr esto, es necesario comenzar por reconocer la racionalidad numérico-cosmológica en la que se fundamenta el sistema numeral del mazateco, lo cual es el objetivo principal del análisis que le da sustancia a la presente tesis.

Capítulo 3. Metodología

En el análisis del sistema numeral mazateco se siguió la metodología recomendada por el lingüista Joseph H. Greenberg (1990). Esta metodología se basa en el supuesto de que los sistemas numerales de las lenguas del mundo comparten las siguientes tres características:

1. Están basados en el conteo
2. Son de alcance finito
3. Algunos de los numerales del sistema implican representaciones lexémicas simples

Para Greenberg (1990), por estar basados en el conteo, los numerales de un sistema representan siempre números enteros positivos. Además, el cero no es parte del sistema, ya que se comienza a contar a partir de 1.

El que los sistemas sean finitos implica que existe un número hasta el cual es posible contar con el sistema⁴. Esto distingue a los sistemas numerales de las lenguas de los sistemas posicionales de notación numérica, como el arábigo y el maya. Estos últimos pueden (en teoría) representar la cardinalidad de cualquier conjunto de elementos discretos, por grande que sea.

⁴ Según el Diccionario de la Lengua Española (2001), el numeral del sistema español que expresa la potencia de diez más de grande es el *trillón* (10^{18}). Así, el número más grande hasta el que se podría contar en español es " $10^{24}-1$ ": *novecientos noventa y nueve mil novecientos noventa y nueve trillones, novecientos noventa y nueve mil novecientos noventa y nueve billones, novecientos noventa y nueve mil novecientos noventa y nueve millones, novecientos noventa y nueve mil novecientos noventa y nueve.*

Finalmente, según Greenberg (1990), todos los sistemas incluyen numerales que implican a un solo lexema numérico. Algunos sistemas se componen exclusivamente de este tipo de numerales; por lo general no pasan del 6. Lo más común es que en los sistemas de las lenguas también existan numerales que combinan dos o más lexemas numéricos para expresar cantidad.

La metodología propuesta por Greenberg (1990) para analizar el sistema numeral de una lengua implica tres pasos. En el primer paso se identifican morfológicamente los números expresados en cada numeral. Esto permite identificar a los numerales que implican expresiones léxicas simples y a los que implican a más de un lexema numérico. Por ejemplo, *tres* es un numeral simple, mientras que *cien mil* implica dos lexemas numéricos (*cien* y *mil*)

Greenberg (1990) anticipa que en un sistema numeral pueden existir cadenas fonéticas distintas que representen a un mismo número. Por ejemplo, en español el 7 se expresa como *siete*, pero también como *sete* en el caso del *setenta* y del *setecientos*. Para este autor, la diferencia entre cadenas fonéticas distintas que representan el mismo número puede implicar: aglutinamiento (*agglutinal*), remplazo (*suppletion*) o entrecruzamiento (*pormanteau*).

En el caso del *aglutinamiento*, el numeral se expresa de manera abreviada. En español, ese sería el caso de *siete* y *sete*. En el caso del remplazo, el lexema numérico se sustituye por otro lexema que tiene el mismo significado. En español ese sería el caso de *cinco* y *quin* (que en *quince* se usa para expresar 5). En el caso del entrecruzamiento, dos lexemas numéricos se entretejen para formar un

numeral. En el sistema del español no parece haber este tipo de numerales pero, como se verá más adelante, en el mazateco sí.

En el segundo paso de la metodología propuesta por Greenberg (1990) se identifican las operaciones aritméticas que relacionan a los números presentes en cada numeral. Las operaciones más comunes serán la suma y la multiplicación; aunque, como se explicó en el capítulo anterior, también puede haber resta, obtención de mitad y acumulación prospectiva.

Lo más común es que las operaciones sean implícitas, como en el caso del numeral español *dos mil doscientos* donde hay dos multiplicaciones y una suma implícitas: $(2 \times 1000) + (2 \times 100)$. Sin embargo, las operaciones también pueden ser explícitas y estar representadas por morfemas. Ese parece ser el caso del morfema *i* en español que aparece en los numerales del 16 al 99 para indicar suma: *dieciséis* ($10 + 6$).

El tercer y último paso de la metodología propuesta por Greenberg (1990) consiste en reconocer seriaciones en el sistema; lo cual, a su vez, permite identificar las bases aditivas y multiplicativas del mismo (cuando estas existen). Por ejemplo, en español se puede reconocer una serie aditiva en los numerales que representan los números del 21 al 29, ya que todos se forman sumándole al 20 alguno de los numerales del 1 al 9: *veintiuno*, *veintidós*, *veintitrés*, *veinticuatro*, *veinticinco*, *veintiséis*, *veintisiete*, *veintiocho* y *veintinueve*. La serie sugiere que el 20 (en tanto múltiplo de 10) es una base aditiva del español.

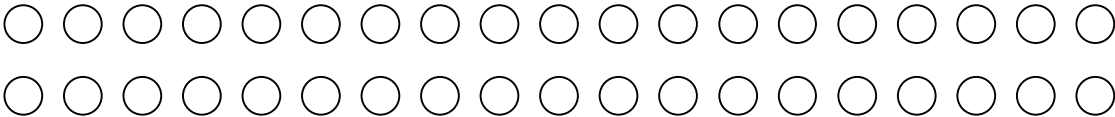
Con base en la metodología propuesta por Greenberg (1990), el análisis del sistema numeral mazateco implicó varias fases. La primera fase consistió en crear el corpus de los numerales orales del mazateco, del uno al cien. Posteriormente se procedió a hacer una traducción lo más literal posible del significado de los numerales al español. Esto ayudó a formular conjeturas respecto a los agrupamientos cuantitativos básicos que se utilizan en el sistema numeral de la lengua mazateca, así como el tipo de agrupaciones que utiliza (aditivas, multiplicativas o de otro tipo).

En la conducción del análisis se exploró la viabilidad de la conjetura desarrollada por Cortina (2009) respecto a la racionalidad cuantitativa fundamental de los sistemas numerales de las lenguas mesoamericanas. Esta conjetura fue desarrollada a partir del análisis realizado por Martínez (2009) al sistema de numeración oral de la lengua ñyu'uk (variante del mixe).

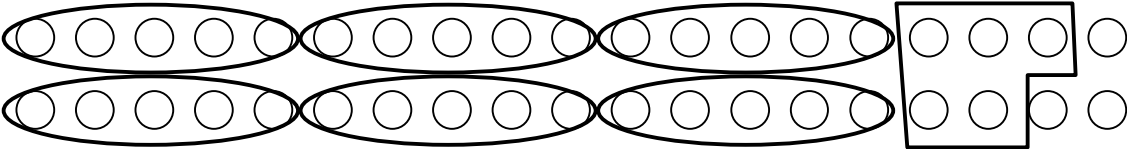
La conjetura de Cortina (2009) parte de que los sistemas numerales mesoamericanos emergieron de una cosmovisión cuantitativa basada en el cuerpo humano; en particular, en cómo están organizadas las extremidades del mismo. En esa cosmovisión se concibió al cuerpo como una entidad con veinte dedos, distribuidos en cuatro extremidades (manos y pies), con cinco dedos en cada extremidad.

Con base en esta cosmovisión, las cantidades discretas se concibieron ordenadas en tres entidades básicas: sueltas (unos), quinquenas (conjuntos de cinco elementos) y veintenas (conjuntos de cuatro quinquenas o veinte unidades). La primera entidad correspondería a los dedos (unos sueltos), la segunda a las

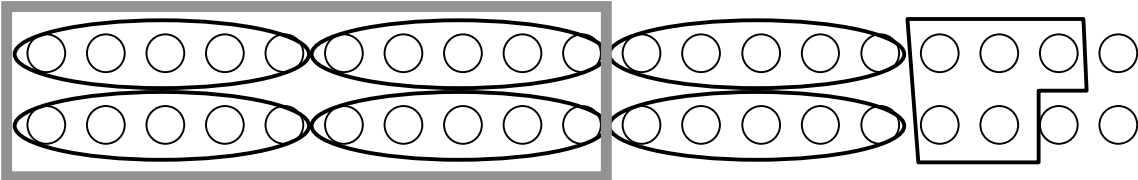
manos y pies (quinquenas) y la cuarta a los cuerpos (veintenas). Así, los números se expresaron con base en formar primero agrupaciones de cinco unidades y, posteriormente, de cuatro quinquenas (veinte unidades). Por ejemplo, veamos cómo se cuantificaría el siguiente conjunto de elementos:



Para cuantificar al conjunto se comenzaría formando subconjuntos de cinco elementos cada uno:



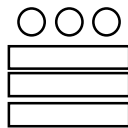
Posteriormente se formarían conjuntos de veinte elementos (*veintenas*) agrupando cuatro quinquenas (conjuntos de cinco elementos):



La cantidad total de elementos se expresaría entonces como: una veintena, tres quinquenas y tres elementos sueltos; $20+(3 \times 5)+3$. En términos corporales, la

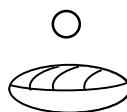
cantidad correspondería al número de dedos que hay en un cuerpo (20), tres manos-pies (15) y tres dedos (3): 38 dedos en total.

Es importante mencionar que la conjetura de Cortina es consistente con el sistema gráfico de numeración utilizado por los antiguos mayas. En ese sistema, el numeral para 18 es el siguiente:



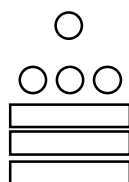
En este numeral las rayas representan cincos; esto es, el número de dedos que hay en una mano-pies. Los círculos representan unos, la cardinalidad de un dedo independiente. Así, el numeral puede interpretarse como representando la cantidad de dedos que habría en tres mano-pies (15) y tres dedos independientes (3): $(3 \times 5) + 3 = 18$.

En el sistema maya, veinte se expresa escribiendo un círculo (uno) arriba de una concha (cero).



Con base en la conjetura de Cortina, el círculo puede interpretarse como representando *un cuerpo* (una veintena) y la concha como representando *cero mano-pies* (quinquenas) y *dedos* (unidades) adicionales.

Finalmente, el numeral maya para 38 es el siguiente:



Con base en la conjetura mencionada, el círculo superior de este numeral puede interpretarse como representando *un cuerpo* (una veintena), las tres rayas como *tres mano-pies* (tres quinquenas) y los tres círculos inferiores como tres dedos (tres unidades): $20+(3\times 5)+3$.

Es importante aclarar que el análisis que se presenta a continuación se realizó con base en criterios de naturaleza didáctica. En particular se buscó reconocer aspectos del sistema numeral de la lengua mazateca que, al ser comparados y contrastados con el sistema de numeración del español, puedan ayudarle a un estudiante a desarrollar nociones relativamente complejas de cómo puede ser organizada la secuencia de los números naturales; por ejemplo, ayudarle a entender que es posible construir unidades compuestas con base en agrupamientos de diferente tamaño. También se buscó reconocer aspectos del sistema de numeración que pudieran no serle evidentes a un aprendiz y que sería importante tomar en cuenta durante la enseñanza.

Capítulo 4. Análisis

“Kueskiya ienna xi jngu askan jngu cientu”

Contemos en nuestro idioma del uno hasta el cien

Los números del 1 al 5

En la siguiente tabla se muestran los numerales del lenra mechja que se utilizan para cuantificar colecciones de uno a cinco elementos. En la primera columna se muestra el numeral arábigo que le corresponde, en la segunda el numeral del lenra mechja, en la tercera columna la traducción literal al español y, finalmente, en la cuarta columna se muestra una traducción del significado literal de la expresión en forma de enunciado numérico.

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
1	jngu	uno	1
2	jo	dos	2
3	jian	tres	3
4	ñujun	cuatro	4
5	on	cinco	5

Las palabras de los cinco primeros números son expresiones léxicas simples. Se utilizan en mazateco para construir la gran mayoría de los números que les siguen en la secuencia numérica. Estas palabras parecen tener en mazateco únicamente significado cuantitativo, ya que no fue posible reconocerlas como morfemas que comuniquen otro tipo de significados.

La palabra que se utiliza en mazateco para el uno es *jngu*. Ésta es la misma palabra que se utiliza en el lenguaje cotidiano para indicar singularidad en un conjunto. Esto se ejemplifica a continuación:

Mazateco	Traducción literal al castellano
¿nikatuna jngu niñu?	¿pasasme una tortilla?

Vale la pena aclarar que el morfema *jo* (*dos*) tiene otro significado cuando se pronuncia en tono alto; *jó* (en tono alto) es un sufijo que indica que una acción ocurre en compañía, como se ejemplifica a continuación:

Tono	Mazateco	Traducción literal al castellano
Alto	akaj ó mie	Platico con personas
Medio	A jo mani mie	dos sólo personas

También es importante mencionar que en mazateco existe una palabra parecida a *on* (cinco), cuyo significado parece estar relacionado con la mano. Esa palabra es *un*. Se usa para expresar dolor (“sufro de dolor”) pero únicamente cuando lo que duele es la mano. No es claro que exista relación etimológica entre *on* y *un*. Tampoco es posible decir que estén claramente vinculadas a la idea *mano* (en mazateco *mano* se dice *tsá*).

Los números del 6 al 10

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
6	jion	uno cinco	1+5
7	yatu	Siete	7
8	jin	tres cinco	3+5
9	ñajan	cuatro cinco	4+5
10	tie	diez	10

Los números del seis al nueve son difíciles de analizar. Tres de ellos parecen ser expresiones léxicas compuestas que utilizan al *on* (cinco) como base aditiva. Sin embargo, no es del todo claro que así sea. Además, estas expresiones rompen con la lógica con la que se construyen las expresiones léxicas compuestas que aparecen posteriormente en el sistema. En ellas se menciona primero al pequeño y después al grande (ej. 1+5), mientras que en las expresiones posteriores se menciona primero al número grande y después al pequeño (ej. 10 +1). Algo similar sucede en el sistema numeral del español con los numerales *once* (1+10), *doce* (2+10), *trece* (3+10), *catorce* (4+10) y *quince* (5+10).

En mazateco, *seis* se dice *jion*. Esta palabra parece entrelazar los morfemas *jngu* (*uno*) y *on* (*cinco*). Así, en mazateco *seis* parece ser una construcción de *uno* y *cinco* (5+1). El caso del *yatu* (*siete*) es diferente. Aquí no se nota que exista construcción alguna. La palabra *yatu* es léxicamente simple y significa *siete*.

En contraste, el *jin* (*ocho*) parece entrelazar los morfemas *jin* (*tres*) y *on* (*cinco*). En caso del *ñajan* (*nueve*) parece suceder algo similar; se entrelazan los

lexemas *ñujun* (cuatro) y *on* (cinco). Así, en mazateco *nueve* parece ser una construcción de *cuatro* y *cinco* (4+5).

Hay que recordar el trabajo de Barriga (2005) que dice “la transición de un sistema de una etapa a otra no implica necesariamente la desaparición de los recursos lingüísticos-numéricos desarrollados con anterioridad.”

Tie (diez) parece ser lexémicamente simple. Su significado cuantitativo parece hacer referencia a una colección de diez, sin divisiones. Esto es, en mazateco, *tie* sólo parece significar diez, y no algo como *dos cincos*.

Es importante mencionar que la palabra *tie* tiene varios significados en mazateco, según el tono en que se pronuncie:

Tono	Mazateco	Traducción al castellano
Alto	tíe	Plano
Medio	tie	Diez
Bajo	tíe	pies, huarache

Los números de 11 al 15

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
11	tejngu	diez uno	10+1
12	tejo	diez dos	10+2
13	Tejfan	diez tres	10+3
14	teñujun	diez cuatro	10+4
15	tjion	diez cinco	10+5

Los números del once al quince se construyen combinando aditivamente los números uno, dos, tres, cuatro, cinco y diez. En los números el *tejngu* (once), *tejo*

(doce), *tejían* (trece) y *teñujun* (catorce), aparece la partícula *te*. Esta partícula parece ser una contracción de *tie* (diez), en la cual la vocal *i* desaparece. El resto de las palabras las forman los números *jngu* (uno), *jo* (dos), *jian* (tres), y *ñujun* (cuatro) sin contracción.

En el caso de *tjion* (quince), aparece *tie* (diez) bajo una modificación diferente. En este caso la vocal *e* desaparece y aparece *j* que representa un fonema post-aspirado (*tji*). En la palabra también aparece *on* (cinco). No es claro por qué *tie* sufre una modificación especial en el caso de *tjion*, pero es de notarse que ésta ocurre en el numeral que marca la cardinalidad de tres manos-pies (o tres quinquenas).

Los números del 16 al 20

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
16	<i>tjion jngu</i>	diez-cinco uno	$(10+5)+1$
17	<i>tjion jo</i>	diez-cinco dos	$(10+5)+2$
18	<i>tjion jian</i>	diez-cinco tres	$(10+5)+3$
19	<i>tjion ñujun</i>	diez-cinco cuatro	$(10+5)+4$
20	<i>kan</i>	veinte - <i>yo mismo</i>	20

Los números *tjion jngu* (dieciséis), *tjion jo* (diecisiete), *tjion jian* (dieciocho) y *tjion ñujun* (diecinueve) se constituyen a partir de combinar aditivamente el *tjion* (quince o diez-cinco) con los primeros cuatro números (*jngu*, *jo*, *jian* y *ñujun*, respectivamente). Es importante notar que estos números no se construyen

directamente del *tie* (diez), sino del *tjion* (diez-cinco). Así la palabra para el numeral 18 no es *tie-jin* o *tejin* (diez ocho o diez cinco-tres), sino *tjion jian* (quince tres o diez-cinco tres).

El *kan* es un número especial en mazateco porque es el único que parece tener un significado claro, diferente al de numeral. En mazateco *an* (tono medio) significa *yo* y *k* es una partícula que sirve para indicar. Por ejemplo, la expresión *¿Kutin?* se traduce literalmente como *¿Cuánto es eso?* La expresión *¿Kafi?* se traduce literalmente como *¿Se fue eso?* La expresión *¿Kafie?* se traduce literalmente como *¿Se acabó eso?* Y la expresión *¿Kumiri?* se traduce literalmente como *¿Cómo tú te llamas?* La palabra *kan* (tono medio) se puede usar entonces tanto para expresar cantidad (*veinte*) como para decir *Yo mismo* o *Este que soy yo*.

Es importante notar que el significado de veinte como *Yo mismo* es consistente con la conjetura mencionada en el capítulo de metodología, en el sentido de que en los sistemas numerales mesoamericanos el veinte se concibe como el número total de dedos que hay en un cuerpo humano (con cuatro manos-pies). También es importante resaltar cómo en mazateco las quinquenas son importantes en la construcción de los números. *On* (cinco; primera quinquena) se utiliza en la construcción de *jion* (seis), *jin* (ocho), *ñajan* (nueve), *tie* (diez; segunda quinquena) se utiliza en la construcción de *tejngu* (once), *tejo* (doce), *tejian* (trece), *teñujun* (catorce) y *tjion* (quince). Finalmente, *tjion* (quince; tercera quinquena) se utiliza en la construcción de *tjion jngu* (dieciséis), *tjion jo* (diecisiete), *tjion jian* (dieciocho) y *tjion ñujun* (diecinueve).

En general, podemos decir que los primeros diecinueve números del mazateco se construyen a partir de los números *jngu* (*uno*), *jo* (*dos*), *jian* (*tres*), *ñujun* (*cuatro*), *on* (*cinco*) y *tie* (*diez*); siendo la excepción *yatu* (*siete*). Además, la combinación de *tie* y *on*, *tjion* (*diez-cinco*) es un elemento que se utiliza para construir varios números. Estas características del sistema numérico del mazateco son también consistentes con la conjetura mencionada en el capítulo de metodología de esta tesis.

Los números del 21 al 30

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
21	kan jngu	veinte uno	20+1
22	kan jo	veinte dos	20+2
23	kan jian	veinte tres	20+3
24	kan ñujun	veinte cuatro	20+4
25	kan on	veinte cinco	20+5
26	kan jion	veinte uno-cinco	20+(1+5)
27	kan yatu	veinte siete	20+7
28	kan jin	veinte tres-cinco	20+(3+5)
29	kan ñajan	veinte cuatro-cinco	20+(4+5)
30	katie	veinte diez	20 + 10

Los números del *kan jngu* (*veintiuno*) al *kan ñajan* (*veintinueve*) se construyen combinando de manera simple y aditiva los números *kan* (*veinte*), con

los números del *jngu* (*uno*) al *ñajan* (*nueve*); esto es, para decir 22 a *kan* (*veinte*) se agrega *jo* (*dos*) y se obtiene la expresión *kan jo* (*veintidós*).

El caso de *katie* (*treinta*) es un poco diferente porque implica una contracción. Aquí *kan* (*veinte*) pierde la consonante *n* al unirse con *tie* (*diez*). Así, la expresión para treinta no es *kan tie* sino *katie*.

Los números del 31 al 40

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
31	katejngu	veinte diez-uno	$20+(10+1)$
32	katejo	veinte diez-dos	$20+(10+2)$
33	Katejian	veinte diez-tres	$20+(10+3)$
34	kateñujun	veinte diez-cuatro	$20+(10+4)$
35	Katjion	veinte diez-cinco	$20+(10+5)$
36	katjion jngu	veinte diez-cinco uno	$20+(10+5)+1$
37	katjion jo	veinte diez-cinco dos	$20+(10+5)+2$
38	katjion jian	veinte diez-cinco tres	$20+(10+5)+3$
39	katjion ñujun	veinte diez-cinco cuatro	$20+(10+5)+4$
40	jo kan	Dos veinte o <i>dos veces yo mismo</i>	2×20

El caso de los números del *katejngu* (*treinta y uno*) al *katjion ñujun* (*treinta y nueve*) es similar al de *katie* (*treinta*). Estos números se construyen combinando

aditivamente el número *kan* (*veinte*), contraído en la forma de *ka*, con los números del *tejngu* (*once*) al *tjion ñujun* (*diecinueve*).

El *jo kan* (*cuarenta*) se construye combinando los números *jo* (*dos*) y *kan* (*veinte*). El *kan* aparece sin contracción. El *jo kan* (*cuarenta* o *dos veinte*) es el primer número mazateco que se construye a partir de una combinación no aditiva sino multiplicativa (2×20).

Los números del 41 al 50

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
41	jo kan ku jngu	dos veinte más uno	$2 \times 20 + 1$
42	jo kan ku jo	dos veinte más dos	$2 \times 20 + 2$
43	jo kan ku jjan	dos veinte más tres	$2 \times 20 + 3$
44	jo kan ku ñujun	dos veinte más cuatro	$2 \times 20 + 4$
45	jo kan ku on	dos veinte más cinco	$2 \times 20 + 5$
46	jo kan ku jion	dos veinte más uno-cinco	$2 \times 20 + (1 + 5)$
47	jo kan ku yatu	dos veinte más siete	$2 \times 20 + 7$
48	jo kan ku jin	dos veinte más tres-cinco	$2 \times 20 + (3 + 5)$
49	jo kan ku ñajan	dos veinte más cuatro-cinco	$2 \times 20 + (4 + 5)$
50	Yachatie	leños carga (cuarenta) diez	$40 + 10$

Los números del *jo kan ku jngu* (cuarenta y uno) al *jo kan ku ñajan* (cuarenta y nueve) se construyen combinando los números del *jngu* (uno) al *ñajan* (nueve) con la construcción *jo kan* (cuarenta o dos veinte), de manera aditiva. En estos números aparece por primera vez la palabra *ku*, la cual se puede traducir al español como *agregar*, *contar más*, o simplemente *más*.

El número *yachatie* (cincuenta) parece ser una combinación de las palabras *yacha* y *tie*. *Yacha* podría ser una combinación de las palabras *ya* (sustancia de árbol o leña) y *cha* (carga de burro). La palabra *yacha* podría entonces significar *carga de leños*. Al parecer, antiguamente la cantidad de leños que podía cargar un burro era 40. Con base en estas conjeturas, *yachatie* podría significar 40+10, donde *yacha* se utilizaría para expresar 40 y *tie* para expresar 10.

La razón de que para expresar *cincuenta* se remplace la expresión *jo kan ku tie* (dos veinte más diez) por *yachatie* (cuarenta diez) no es clara. El uso del término *yacha* quizá se deba a que en algún momento de la historia del pueblo mazateco la cuantificación de la leña en conjuntos de cuarenta unidades (o de cincuenta unidades; *yachatie*) haya tenido gran importancia económica.

Vale la pena mencionar que en el municipio de Mazatlán Villa de Flores también se utiliza la palabra *yachatie* para referirse a las personas que ya han cumplido los 50 años. Esta palabra indica que alguien es una persona con conocimiento. Se le respeta y sus opiniones respecto a la vida comunitaria son más valoradas.

Los números del 51 al 60

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
51	yachatie ku jngu	cuarenta-diez más uno	$(40+10)+1$
52	yachatie ku jo	cuarenta-diez más dos	$(40+10)+2$
53	yachatie ku jian	cuarenta-diez más tres	$(40+10)+3$
54	yachatie ku ñujun	cuarenta-diez más cuatro	$(40+10)+4$
55	yachatie ku on	cuarenta-diez más cinco	$(40+10)+5$
56	yachatie ku jion	cuarenta-diez más uno-cinco	$(40+10)+(1+5)$
57	yachatie ku yatu	cuarenta-diez más siete	$(40+10)+7$
58	yachatie ku jin	cuarenta-diez más tres-cinco	$(40+10)+(3+5)$
59	yachatie ku ñajan	cuarenta-diez más cuatro-cinco	$(40+10)+(4+5)$
60	jian kan	Tres veinte o tres veces yo mismo	3×20

Los números del *yachatie ku jngu* (*cincuenta y uno*) al *yachatie ku ñajan* (*cincuenta y nueve*) se construyen combinando aditivamente el *yachatie* (*cincuenta*) con los números del *jngu* (*uno*) al *ñajan* (*nueve*). En estas construcciones se utiliza la palabra *ku* (*más*) para unir al *yachatie* con su complemento aditivo.

El número *jian kan* (sesenta o tres veinte) se construye combinando multiplicativamente los números *jian* (tres) y *kan* (veinte); 3×20 . La construcción del *jian kan* (sesenta) es similar a la del *jo kan* (cuarenta o dos veinte), sólo que ahora en lugar de que el *kan* (veinte) se multiplique por *jo* (dos), se multiplica por *jian* (tres).

Los números del 61 al 80

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
61	jian kan ku jngu	tres veinte más uno	$3 \times 20 + 1$
62	Jian kan ku jo	Tres veinte más dos	$3 \times 20 + 2$
63	Jian kan ku jian	Tres veinte más tres	$3 \times 20 + 3$
64	jian kan ku ñujun	Tres veinte más cuatro	$3 \times 20 + 4$
65	Jian kan ku on	Tres veinte más cinco	$3 \times 20 + 5$
66	Jian kan ku jion	tres veinte más uno-cinco	$3 \times 20 + (1 + 5)$
67	Jian kan ku yatu	Tres veinte más siete	$3 \times 20 + 7$
68	Jian kan ku jin	tres veinte más tres-cinco	$3 \times 20 + (3 + 5)$
69	jian kan ku ñajan	tres veinte más cuatro-cinco	$3 \times 20 + (4 + 5)$
70	jian kan ku tie	tres veinte más diez	$3 \times 20 + 10$
71	jian kan ku tejngu	tres veinte más diez uno	$3 \times 20 + (10 + 1)$
72	jian kan ku tejo	tres veinte más diez dos	$3 \times 20 + (10 + 2)$
73	jian kan ku tejían	tres veinte más diez tres	$3 \times 20 + (10 + 3)$
74	jian kan ku teñujun	tres veinte más diez cuatro	$3 \times 20 + (10 + 4)$

75	jian kan ku tjion	tres veinte más diez cinco	$3 \times 20 + (10 + 5)$
76	jian kan ku tjion jngu	tres veinte más diez cinco uno	$3 \times 20 + (10 + 5) + 1$
77	jian kan ku tjion jo	tres veinte más diez cinco dos	$3 \times 20 + (10 + 5) + 2$
78	jian kan ku tjion jian	tres veinte más diez cinco tres	$3 \times 20 + (10 + 5) + 3$
79	jian kan ku tjion ñujun	tres veinte más diez cinco cuatro	$3 \times 20 + (10 + 5) + 5$
80	ñujun kan	cuatro veces veinte o cuatro yo mismo	4×20

Los números del *jian kan ku jngu* (*sesenta y uno*) al *jian kan ku tjion ñujun* (*setenta y nueve*) se construyen combinando aditivamente el *jian kan* (*sesenta o tres veinte*) con los números del *jngu* (*uno*) al *tjion ñujun* (*diecinueve o diez-cinco cuatro*). En estas construcciones se utiliza la palabra *ku* (*más*) para unir al *jian kan* con su complemento aditivo.

El número *ñujun kan* (*ochenta o cuatro veinte*) se construye combinando multiplicativamente los números *ñujun* (*cuatro*) y *kan* (*veinte*); 4×20 . Como se puede notar, *ñujun kan* (*ochenta o cuatro veinte*) se construye de manera similar a *jo kan* (*cuarenta o dos veinte*) y *jian kan* (*sesenta o tres veinte*).

Los números del 81 al 100

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
81	ñujun kan ku jngu	cuatro veinte más uno	$4 \times 20 + 1$

82	ñujun kan ku jo	cuatro veinte más dos	$4 \times 20 + 2$
83	ñujun kan ku jian	cuatro veinte más tres	$4 \times 20 + 3$
84	ñujun kan ku ñujun	cuatro veinte más cuatro	$4 \times 20 + 4$
85	ñujun kan ku on	cuatro veinte más cinco	$4 \times 20 + 5$
86	ñujun kan ku jion	cuatro veinte más uno-cinco	$4 \times 20 + (1 + 5)$
87	ñujun kan ku yatu	cuatro veinte más siete	$4 \times 20 + 7$
88	ñujun kan ku jin	cuatro veinte más tres-cinco	$4 \times 20 + (3 + 5)$
89	ñujun kan ku ñajan	cuatro veinte más cuatro-cinco	$4 \times 20 + (4 + 5)$
90	ñujun kan ku tie	cuatro veces veinte más diez	$4 \times 20 + 10$
91	ñujun kan ku tejngu	cuatro veinte más diez uno	$4 \times 20 + (10 + 1)$
92	ñujun kan ku tejo	cuatro veinte más diez dos	$4 \times 20 + (10 + 2)$
93	ñujun kan ku teján	cuatro veinte más diez tres	$4 \times 20 + (10 + 3)$
94	ñujun kan ku teñujun	cuatro veinte más diez cuatro	$4 \times 20 + (10 + 4)$
95	ñujun kan ku tjion	cuatro veinte más diez cinco	$4 \times 20 + (10 + 5)$
96	ñujun kan ku tjion jngu	cuatro veinte más diez cinco uno	$4 \times 20 + (10 + 5) + 1$
97	ñujun kan ku tjion jo	cuatro veinte más diez cinco dos	$4 \times 20 + (10 + 5) + 2$
98	ñujun kan ku tjion	cuatro veinte más diez	$4 \times 20 + (10 + 5) + 3$

	jian	cinco tres	
99	ñujun kan ku tjion ñujun	cuatro veinte más diez cinco cuatro	$4 \times 20 + (10 + 5) + 5$
100	jngu cientu	uno ciento	1×100

Los números del *ñujun kan ku jngu* (ochenta y uno) al *ñujun kan ku tjion ñujun* (noventa y nueve) se construyen combinando aditivamente el *ñujun kan* (ochenta o cuatro veinte) con los números del *jngu* (uno) al *tjion ñujun* (diecinueve o diez-cinco cuatro). En estas construcciones se utiliza la palabra *ku* (más) para unir al *ñujun kan* con su complemento aditivo.

En el caso del *jngu cientu* (cien) se nota claramente que se trata de un préstamo del español: *un ciento*. Llama la atención que este número en mazateco implique una construcción multiplicativa: 1×100

Más allá del 100

La numeración oral mazateca a partir del cien combina los números mazatecos del *jngu* (uno) al *ñujun kan ku tjion ñujun* (noventa y nueve) con los préstamos numéricos del español *cientu* (cien) y *mi* (mil). En la siguiente tabla se muestran varios ejemplos:

Numeral arábigo	Nombre mazateco	Traducción literal	Enunciado numérico
101	jngu cientu ku jngu	uno ciento más uno	$1 \times 100 + 1$
110	jngu cientu ku tie	uno ciento más diez	$1 \times 100 + 10$

120	jngu cientu ku kan	uno ciento más veinte	$1 \times 100 + 20$
121	jngu cientu ku kan jngu	uno ciento más veinte uno	$1 \times 100 + 20 + 1$
140	jngu cientu ku jo kan	uno ciento más dos veinte	$1 \times 100 + 2 \times 20$
141	jngu cientu ku jo kan ku jo	uno ciento más dos veinte más dos	$1 \times 100 + 2 \times 20 + 2$
150	jngu cientu ku yachatie	uno ciento más cincuenta	$1 \times 100 + 50$
155	jngu cientu ku yachatie ku on	uno ciento más cincuenta más uno	$1 \times 100 + 50 + 1$
200	jo ciento	dos ciento	2×100
1000	jngu mi	uno mil	1×1000
1543	jngu mi ku on cientu ku jo kan ku jian	uno mil más cinco ciento más dos veinte más tres	$1 \times 1000 + 5 \times 100 + 2 \times 20 + 3$

En los ejemplos se puede notar que los numerales se construyen expresando la cantidad de unidades compuestas que lo constituyen, de grandes a pequeñas. Así, en el caso del *jngu mi ku on cientu ku jo kan ku jian* (1543) se comienza expresando el número de millares: *jngu mi* (*uno mil*). Se continúa expresando el número de centenas: *on cientu* (*cinco cien*). Finalmente se menciona el número restante: *jo kan ku jian* (*cuarenta y tres o dos veinte más tres*).

Conclusiones

El sistema de numeración mazateco en las escuelas bilingües puede ser un recurso pedagógico importante, que ayude a los niños mazatecos a desarrollar una comprensión relativamente compleja de la numeración. En el análisis se nota que la racionalidad cuantitativa en que se fundamenta el sistema de numeración mazateco es significativamente diferente a la del español y al del sistema de numeración indoarábigo; pero no por eso deja de ser lógica y matemáticamente elegante.

En general, la racionalidad cuantitativa del sistema de numeración mazateco es consistente con la conjetura descrita en el capítulo de metodología de esta tesis. Como ya se explicó, los primeros cuatro numerales que representan múltiplos de cinco (*on, tie, tjon* y *kan*; *cinco, diez, quince* y *veinte*) son las bases aditivas del sistema. Además el *kan* (*veinte*) es una base multiplicativa. Esto es diferente al caso del sistema numeral del español donde el diez es la base multiplicativa y sólo sus múltiplos (*diez, veinte, treinta...*) sirven de bases aditivas (ej. *veinte y siete*),

Es importante recordar que en el sistema numeral mazateco se detectaron algunas excepciones a la seriación en la que se fundamenta. La primera de ellas es el *yatu* (*siete*) que es lexémicamente simple y no respeta la seriación aditiva de base cinco presente en el *jion* (*seis*), *jín* (*ocho*) y *ñajan* (*nueve*). También está el caso del *yachatie* (*cincuenta*) que no respeta la seriación multiplicativa y aditiva del sistema, en el sentido de que no se construye a partir de multiplicar veintes y

sumar. En lugar de ello, *yachatie* parece ser una construcción de *yacha* (carga de cuarenta leños) y *tie* (diez).

También es importante recordar que la numeración a partir del cien retoma elementos numéricos del español.

Con el análisis realizado espero haber contribuido a que se incorpore el estudio y uso del sistema de numeración mazateco a la enseñanza intercultural bilingüe. El hacerlo permitirá a los niños mazatecos desarrollar una mejor comprensión de las diferentes formas en las que se puede organizar la secuencia de los números naturales. Además, el que los maestros le ayuden a sus estudiantes a conocer el sistema numeral de su lengua, su lógica y construcción, puede ayudar a que este aspecto de la lengua mazateca no sea desplazado por el español.

Finalmente, considero que el estudio y uso del sistema de numeración mazateco en la escuela puede ayudar a que los niños bilingües reconozcan a las matemáticas como un elemento más de la rica y compleja cultura de la que son herederos.

Bibliografía

- Alsawaie, O. N. (2004). Language influence on children's cognitive number representation. *School Science and Mathematic*, 104, 105-111.
- Barriga, F. (2005). Historia natural de los sistemas de numeración. En M. Alvarado y B. M. Brizuela (Eds.), *Haciendo números: Las notaciones numéricas vistas desde la psicología la didáctica y la historia* (pp. 13-29). México, D.F.: Paidós.
- Campbell, L., Kaufman, T. , y Smith-Stark, T. C. (1986). Meso-America as a linguistic area. *Language*, 62, 530-570.
- Cortina, J. L. (2009) Conjetura sobre la racionalidad cuantitativa de los sistemas numerales mesoamericanos. Manuscrito Inédito. Universidad Pedagógica Nacional: México D. F.
- Cummins, J. (2000). *Language, power and pedagogy: Bilingual children in the crossfire*. Tonawanda, NY: Multilingual Matters.
- Díaz Couder, E. (2001), La Clasificación de las Lenguas Indígenas. *Ciencias*, 60-61, 133-140.
- Filio García, I., y Estrada Aguilar, E. (2008) *Alfabetización en lengua mazateca por transferencia de competencias*. Tesis de licenciatura. México, D. F.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Greenberg, J. H. (1990). Generalizations about numeral systems. In K. Denning y S. Kemmer (Eds.), *On languages: Selected writings of Joseph H. Greenberg* (pp. 271-309). California, EEUU: Stanford University Press.

- Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. (2008, 14 de enero). Catálogo de las lenguas indígenas nacionales: variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. *Diario Oficial de la Federación*, 31-112.
- Luna Ruiz, X. (2007) *Mazatecos*. México D.F.: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Martínez, N. F. (2009) *La enseñanza de las matemáticas en escuelas ñyu'uk de Tamazulápam: numeración, vínculos culturales y formación de docentes de primer grado*. Tesis de licenciatura. México, D. F.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Miura, I. T. (1987). Mathematics achievement as a function of language. *Journal of Educational Psychology*, 79, 79-82.
- Miura, I. T., y Okamoto, Y. (2003). Language supports for mathematics understanding and performance. In Arthur J., A. J. Baroody y A. Dowker (Eds.), *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise* (pp. 229-242). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. 22ª edición. Madrid, España: Espasa Calpe.
- Towse, J. N., y Saxton, M. (1997). Linguistic influences on children's number concepts: Methodological and theoretical considerations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 362-375.

Wright, R. J., Martland, J., Stafford, A. K., y Stanger, G. (2006). *Teaching number*.

Thousand Oaks, CA: Paul Chapman.

Yang, M., y Cobb, P. (1995). A cross-cultural investigation into the development of place value concepts in Taiwan and the United States. *Educational Studies in Mathematics*, 28, 1-33.

Páginas web visitadas:

Las ocho regiones del estado de Oaxaca. Recuperado de: http://www.aquioaxaca.com/8_regiones.htm, el 23 de octubre del 2009.

Localización del municipio de Mazatlán Villa de Flores. Recuperado de: http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_oaxaca el 16 de diciembre del 2008.

Mapa de localización del municipio de Mazatlán Villa de Flores. Recuperado de: http://radionandiafm.blogspot.com/2007_05_01_archive.html el 10 de marzo del 2009.