



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

COMPRESIÓN TEXTUAL DE UN PROBLEMA
MATEMÁTICO EN NIÑOS BILINGÜES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN MATEMÁTICAS

PRESENTA
KARINA ISIDRO MORA

DIRECTORES DE TESIS
DR. JOSÉ ANTONIO JUÁREZ LÓPEZ
DR. JOSIP SLISKO IGNJATOV

PUEBLA, PUE.

DICIEMBRE DE 2014

Si ante la insistente gota de agua la roca se perfora, ante la tenacidad del hombre la palabra "imposible" se evapora.

José Luis Jiménez

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr una meta más.

A mi familia, en especial a mis padres Teresa Mora Romero y Jesús Isidro López, quienes me han llenado de cariño y valores, también me han acompañado para lograr uno más de mis sueños, agradezco que me quieran como yo los quiero y doy gracias a Dios por tenerlos a mi lado, a mis abuelos Esperanza, Fernando, Aurora y Bernardino que hicieron de mi vida una aventura inolvidable, siempre los recordaré y los llevaré en mi corazón, a mis hermanos: Emmanuel, Rodrigo, Jesús y la que se nos adelanto pero nos cuida desde el cielo, por haberme regalado momentos inolvidables y por ser parte de mis sueños, por apoyarme en cada etapa de mi vida y comprenderme, gracias a mi cuñada que es como mi hermana por consentirme, escucharme, aconsejarme y por darme dos amores más (mis sobrinos Yair e Ivan), los amo. Agradezco al amor de mi vida por llegar a mi y alegrarme los días, por la manera en que me hizo ver la vida y construir un nuevo camino para así caminar juntos de la mano, por motivarme y apoyarme para llevar a cabo nuestros sueños, gracias Rolo.

A mis amigos: Ivón, Navil, Angelica, Maricela, Germán, Olga, Lourdes, Carlos, Carmen, Mary, Ivan, Enrique, Alejandra, Angel, Cristina, Paty, Ricardo, Fernanda, Guadalupe, Jenifer, Aldo y algunos otros que me han sabido entender y que me han acompañado a las miles de locuras, aventuras y sueños, gracias por estar a mi lado cuando más lo necesito, gracias por apoyarme y darme esas palabras de aliento que me hacen seguir y no dejar de luchar.

A los profesores de la FCFM de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por contribuir en mi formación, además agradezco la amistad que me brindaron algunos de ellos, me llevo un aprendizaje de cada uno.

A mi Profesora de nahuatl por asesorarme y por acercarme más a mi tierra y a mi gente.

A las personas que he encontrado en el transcurso de mi vida y que me han brindado su apoyo sincero e incondicional.

Introducción

El estudio de las lenguas indígenas de México es importante tanto para la lingüística como ciencia como para los programas educativos de los grupos indígenas, buscando información nos pudimos percatar que hay pocos estudios sobre ello.

Es importante tener un mayor conocimiento de las lenguas de nuestro país para lograr una mejor educación indígena.

El náhuatl es la lengua indígena que tiene mayor número de hablantes en todo el país. Puebla es el estado con el mayor número de ellos, y es en la Sierra Norte donde se concentran. De acuerdo a datos del INEGI, Cuetzalan es el municipio donde está el mayor número de hablantes de náhuatl.

Uno de los primeros mapas lingüísticos en la Sierra Norte de Puebla fue el elaborado por Lombardo Toledano en 1931, en él aparece que la *lengua náhuatl o mexicana* corresponde a dos variantes dialécticas diferentes, una del norte o noreste, que llamó mexicano clásico, y otra del sur, que denominó olmeca mexicano. El nombre *olmeca mexicano* aparece por primera vez en 1770 en el libro publicado por el arzobispo Francisco de Lorenzana, ahí se dice que se trata de una manera de *hablar mexicano*, sin pronunciar la *l* después de la *t*, y que se usa sobre todo en las parroquias de Tlatlauquitepec y de Cuetzalan, Castillo (2007), citado en Zamora (2012).

El idioma nahuatl está dividido en varios dialectos, tiene el fonema “tl” que surgió a partir del de la “t”. La mayoría de las otras regiones de habla nahua no se conoce el fonema “tl” por lo que sería impropio hablar de un idioma náhuatl si no estamos aludiendo concretamente a un dialecto con “tl”. Tampoco se puede decir “idioma náhuatl” debido a que la misma palabra “náhuatl” cumple una función adjetival y los adjetivos no tienen “tl”. Desde luego tampoco hay “filosofía náhuatl”, ni “poesía náhuatl”, Hasler (1976), citado en Zamora (2012).

Si queremos sustentar la tradición oral en la escritura es necesario obtener un conocimiento amplio sobre la expresión cultural: en qué momento se pue-

II

de comunicar la gente con el manejo conceptual semántico; en qué instantes utiliza la oración en su vida cotidiana con base en la morfosintaxis y cómo articula el dialogo en un campo conceptual. La tradición oral sigue siendo la fuerza que nos homogeneiza en cada cultura para seguir sobreviviendo, Cortez (2012), citado en Zamora (2012).

En Puebla existen escuelas bilingües, en las cuales las clases que se imparten son en español y en la lengua materna de la región o comunidad.

La siguiente investigación la realizamos en la Sierra Norte de Puebla, en la ciudad de Cuetzalan, en la cual la lengua de mayor habla es el nahuat. Los nativos de estas regiones que solo conocen un idioma, el nahuat, ingresan al preescolar y es ahí donde conocen sus primeras letras y números, luego ingresan a la primaria y en los primeros dos años siguen aprendiendo números y algunas operaciones básicas de matemáticas, ya en tercero realizan actividades que desarrollan la parte lógica de los niños.

Planteamos problemas de matemáticas a niños de quinto y sexto grado de primaria de estas regiones y nuestro propósito fue explorar las dificultades que presentan distintos alumnos en la generación de modelos mentales y en base a ello analizar las respuestas dadas, también se analizan algunos problemas didácticos que pudieron haber influido en las respuestas y diagramas realizados.

Índice general

Introducción	I
1. Representaciones Mentales	1
1.1. La Resolución de Problemas en el contexto didáctico	1
1.1.1. Algunos Fenómenos de Didáctica	8
1.2. Tipos de Problemas en Matemáticas	10
1.3. Cognición y Estudio de la Comprensión	14
1.4. Modelización	17
1.5. El Modelo Situacional desde la perspectiva de Zwaan	23
1.5.1. Modelo de Indexación de Eventos	24
1.5.2. El Experimentador Inmerso	27
1.6. Planteamiento del Problema de Investigación	29
1.6.1. Objetivo	29
1.6.2. Problema de Estudio	29
1.6.3. Fundamentación Teórica	30
2. Metodología	33
2.1. Instrumento de Acopio de Datos	35
3. Análisis de los Resultados	43
3.1. Problemas escritos en español	44
3.2. Problemas escritos en nahuatl	54
Bibliografía	67
Índice alfabético	69

**Comprensión textual de un problema
matemático en niños bilingües**

Karina Isidro Mora

Diciembre de 2014

Capítulo 1

Representaciones Mentales

1.1. La Resolución de Problemas en el contexto didáctico

En este capítulo hablaremos un poco de cómo aprender por medio de la resolución de problemas, citamos algunos autores que han escrito sobre el tema.

Hablando un poco sobre la historia de la matemática en la complejidad de su evolución y de sus revoluciones, ilustramos lo siguiente:

Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no ha habido pregunta no puede haber conocimiento científico. Nada viene solo, nada es dado. Todo es construido.

Bachelard (2000), citado en Parra, Saiz, Santaló, Gálvez, Charnay, Brousseau, Lerner y Sadovsky (1994).

Así, decimos que las matemáticas se han construido como respuesta a preguntas que han sido traducidas en otros tantos problemas, estas preguntas han variado en sus orígenes y en sus contextos.

De más está decir que la actividad de resolución de problemas ha estado en el corazón mismo de la elaboración de la ciencia matemática.

Uno de los objetivos esenciales (y al mismo tiempo una de las dificultades principales) de la enseñanza de la matemática es precisamente que lo que se ha enseñado esté cargado de significado y tenga sentido para el alumno, Brousseau, citado en Parra, Saiz, Santaló, Gálvez, Charnay, Brousseau, Ler-

ner, y Sadosky (1994).

Siguiendo con la cita anterior decimos que el sentido de un conocimiento matemático se define:

- no sólo por la colección de situaciones donde este conocimiento es realizado como teoría matemática; no sólo por la colección de situaciones donde el sujeto lo ha encontrado como medio de solución,
- si no también por el conjunto de concepciones que rechaza, de errores que evita, de economías que procura, de formulaciones que retoma, etc.

Agreguemos que la construcción de la significación de un conocimiento debe ser considerada en dos niveles :

- un nivel “externo”: ¿cuál es el campo de utilización de este conocimiento y cuáles son los límites de este campo?
- un nivel “interno”: ¿cómo y por qué funciona tal herramienta?, (por ejemplo, ¿cómo funciona un algoritmo y por qué conduce al resultado buscado?).

Como consecuencia de lo anterior, el alumno debe ser capaz no sólo de repetir o rehacer, sino también de resignificar en situaciones nuevas; de adaptar, de transferir sus conocimientos para resolver nuevos problemas.

Ya que, de acuerdo con la didáctica de las matemáticas el proyecto de la escuela tiene como propósito central la comunicación de saberes, desde esta perspectiva, la relación que se establece entre el profesor y los alumnos gira alrededor de un cierto objeto de saber (Ávila, 2006).

Para describir algunos modelos de aprendizaje, se puede apoyar en la idea de “*contrato didáctico*” portador de derechos y obligaciones para maestro y alumnos, tal como Brousseau lo ha definido:

“Conjunto de comportamientos (específicos) del maestro que son esperados por el alumno, y conjunto de comportamientos del alumno que son esperados por el maestro, y que regulan el funcionamiento de la clase y las relaciones maestro- alumnos- saber, definiendo así los roles de cada uno y la repartición de las tareas” (Parra, Saiz, Santaló, Gálvez, Charnay, Brousseau, Lerner y Sadosky, 1994); ver figura 1.1.

El contrato didáctico es un concepto que, portador de la investigación de “aprender para la institución”, permite explicar la interpretación que el sujeto aprendiente hace de la situación escolar y la forma en que su participación y sus respuestas se ven afectadas por tal interpretación (Ávila, 2006).

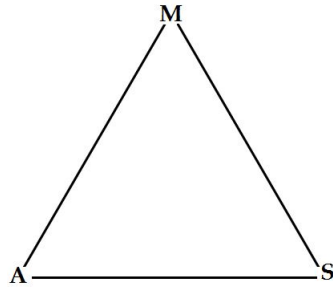


Figura 1.1: Relación maestro- alumno- saber

Así, una situación de enseñanza puede ser observada a través de las relaciones que se “juegan” entre estos tres polos: maestro, alumno, saber. Este triángulo, aunque esquemático, tiene una virtud esencial: acentuar la importancia del saber, instaurando con ello una perspectiva distinta de la frecuentemente utilizada para examinar los hechos didácticos: la relación maestro-alumno, que ha dejado de lado la especificidad del objeto de enseñanza al analizar la relación educativa. También conviene señalar, que la tríada resulta insuficiente si se le interpreta literalmente porque el sistema didáctico (M-A-S) es un sistema abierto que no funciona independientemente de la situación en la cual se actualiza: la situación escolar (Ávila, 2006).

Analizando la distribución de los roles de cada uno, el proyecto de cada uno, las reglas del juego, (Parra, Saiz, Santaló, Gálvez, Charnay, Brousseau, Lerner y Sadovsky, 1994) describen tres modelos de aprendizaje:

El modelo llamado “normativo” (centrado en el contenido)

Se trata de comunicar un saber a los alumnos.

- El maestro muestra las nociones, las introduce, provee los ejemplos.
- El alumno, en primer lugar, aprende, escucha, debe estar atento; luego imita, se entrena, se ejercita y al final aplica.

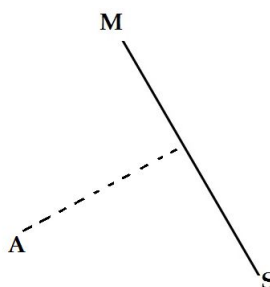


Figura 1.2: Modelo llamado “normativo”

- El saber ya está acabado, ya construido. Se reconocen allí los métodos llamados dogmáticos (de la regla a las aplicaciones) o mayeúticos (pregunta/ respuesta).

El modelo llamado “incitativo” (centrado en el alumno)

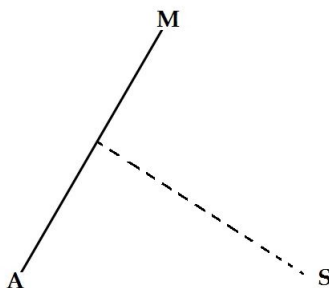


Figura 1.3: Modelo llamado “incitativo”

Al principio se le pregunta al alumno sobre sus intereses, sus motivaciones, sus propias necesidades, su entorno.

- El maestro escucha al alumno, suscita su curiosidad, le ayuda a utilizar fuentes de información, responde a sus demandas, lo remite a herramientas de aprendizaje, busca una mejor motivación.

- El alumno busca, organiza, luego estudia, aprende (a menudo de manera próxima a lo que es la enseñanza programada).
- El saber está ligado a las necesidades de la vida, del entorno (la estructura propia de este saber pasa a un segundo plano)

El modelo llamado “aproximativo” (centrado en la construcción del saber por el alumno)

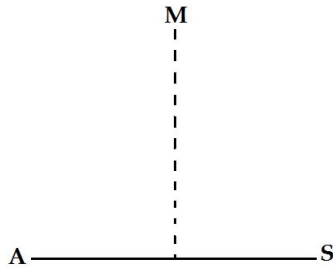


Figura 1.4: Modelo llamado “aproximativo”

Se propone partir de “modelos”, de concepciones existentes en el alumno y ponerlas a prueba para mejorarlas, modificarlas o construir nuevas.

- El maestro propone y organiza una serie de situaciones con distintos obstáculos (variables didácticas dentro de estas situaciones), organiza las diferentes fases (investigación, formulación, validación, institucionalización).
- Organiza la comunicación de la clase, propone en el momento adecuado los elementos convencionales del saber (notaciones, terminología).
- El alumno ensaya, busca, propone soluciones, las confronta con las de sus compañeros, las defiende o las discute.
- El saber es considerado con su lógica propia.

El rol y el lugar que el maestro asigna a la actividad de resolución de problemas nos lleva a resumir las diversas posiciones respecto a la utilización de la resolución de problemas en relación con los tres modelos de aprendizaje

descritos anteriormente.

El problema como criterio de aprendizaje (modelo llamado “normativo”)

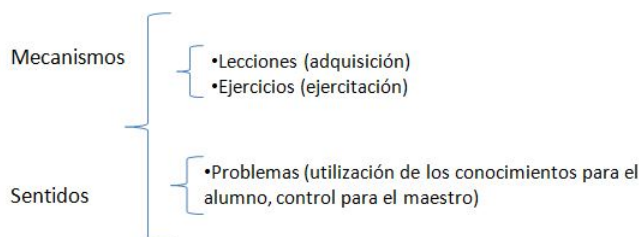


Figura 1.5: El problema como criterio de aprendizaje

Lo que conduce a menudo a estudiar tipos de problemas: confrontado a un nuevo problema, el alumno busca si ya ha resuelto uno del mismo tipo.

Es el modelo de referencia de numerosos manuales, siendo la idea subyacente que es necesario partir de lo fácil, de lo simple, para acceder a lo complejo, y que un conocimiento complejo puede ser, para el aprendizaje, descompuesto en una serie de conocimientos fáciles de asimilar y que, finalmente, todo aprendizaje debe ir de lo concreto a lo abstracto.

El problema como móvil del aprendizaje (modelo llamado “incitativo”)

Al principio, se desea que el alumno sea un “demandante activo, ávido de conocimientos funcionalmente útiles”.

Pero las situaciones “naturales” son a menudo demasiado complejas para permitir al alumno construir por sí mismo las herramientas y, sobre todo, demasiado dependientes de “lo ocasional” para que sea tenida en cuenta la preocupación por la coherencia de los conocimientos.

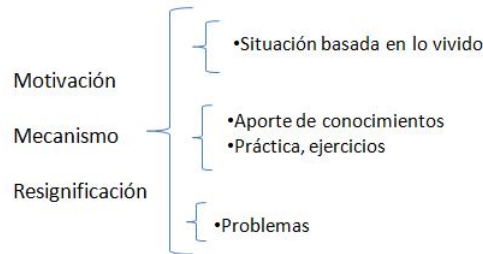


Figura 1.6: El problema como móvil del aprendizaje

El problema como recurso de aprendizaje (modelo llamado "apropiativo")

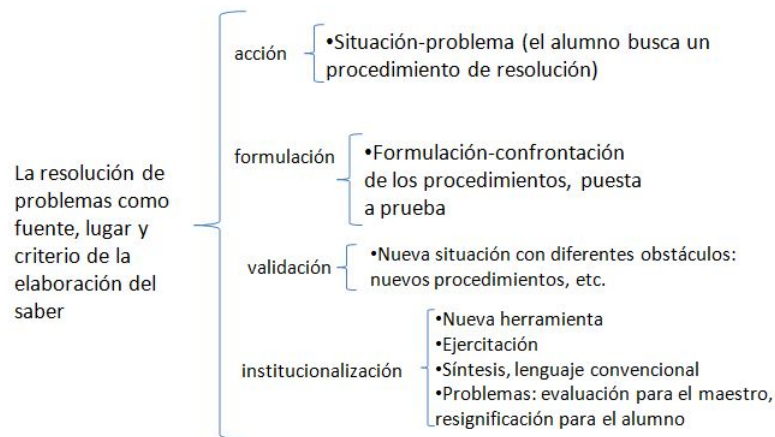


Figura 1.7: El problema como recurso de aprendizaje

Es principalmente a través de la resolución de una serie de problemas elegidos por el docente como el alumno construye su saber, en interacción con los otros alumnos.

La resolución de problemas (y no de simples ejercicios) interviene así desde el comienzo del aprendizaje.

Se llega a que sólo hay aprendizaje cuando el alumno percibe un problema para resolver, es decir cuando reconoce el nuevo conocimiento como medio de respuesta a una pregunta.

Lo que da sentido a los conceptos o teorías son los problemas que ellos o ellas permiten resolver.

Así, es la resistencia de la situación la que obliga al sujeto a acomodarse, a modificar o percibir los límites de sus conocimientos anteriores y a elaborar nuevas herramientas.

En particular, ciertas producciones erróneas no corresponden a una ausencia de saber, sino, más bien, a una manera de conocer contra la cual el alumno deberá construir el nuevo conocimiento. El alumno jamás tiene la cabeza vacía; no puede ser considerado como una página en blanco sobre la cual será suficiente imprimir conocimientos correctos y bien enunciados (Parra, Saiz, Santaló, Gálvez, Charnay, Brousseau, Lerner y Sadovsky, 1994).

Es por ello que los problemas que se plantean a los alumnos deben ser cuidadosamente seleccionados para que puedan arrojar los aprendizajes que se desean obtener.

De esta manera llegamos a la conclusión de que los conceptos matemáticos no están aislados, se necesitan conocimientos previos tales como vivencias adquiridas a lo largo de la vida del niño, de esta manera los conceptos se enlazan para así adquirir un nuevo conocimiento.

1.1.1. Algunos Fenómenos de Didáctica

La teoría de las situaciones didácticas implicó una nueva concepción de alumno. El alumno que escucha al profesor, o que se deja guiar, es sustituido por el alumno que interactúa directamente con la situación promotora de un cierto conocimiento. La vinculación del alumno con el *medio* corre por cuenta del profesor, quien al hacerlo devuelve a los niños la responsabilidad de su aprendizaje. Para que esto se logre, dice Brousseau, en principio la situación planteada deberá obligar a producir un cierto conocimiento a manera de estrategia de resolución (Ávila, 2006).

Dentro de las interacciones que acontecen en la Situación Didáctica, Brousseau identifica algunos efectos que pueden inhibir o interrumpir la construcción de conocimiento que lleva a cabo el estudiante dentro del medio

didáctico que el profesor elabora. Básicamente, son actitudes que generan efectos negativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Brousseau indica cuatro efectos:

Efecto Topaze

Brousseau lo identifica como aquella circunstancia en donde el estudiante llega a la solución de un problema, pero no ha sido por sus propios medios, sino porque el profesor asume la resolución del problema. Éste último ve las dificultades que tiene un grupo para llegar a la resolución de un problema, por lo cual se ve en la necesidad de indicar cuál es el procedimiento que debe seguir. Con ello no permite la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes.

Este efecto, dice Brousseau, es una muestra de impotencia del profesor, quien, aún estableciendo las reglas de la interacción y mostrando en ello la condición asimétrica en su relación con los alumnos, no puede hacer nada si el alumno no aprende, pues el aprendizaje es un acto personal que deriva de acomodaciones y nuevos equilibrios frente a un objeto de saber (Ávila, 2006).

Efecto Jourdain

Consiste en la actitud que toma el profesor cuando un estudiante da una respuesta que es incorrecta pero, no obstante, para no desilusionarlo le dice que “está bien”, que esa es la respuesta correcta. Entonces, un comportamiento banal del alumno es asumido como un conocimiento válido. Es decir, los profesores dicen reconocer conocimiento en los comportamientos y respuestas de los alumnos, aunque éstas estén sustentadas en causas banales, totalmente ajenas al conocimiento.

Deslizamiento Meta-Cognitivo

Se refiere al hecho de que el profesor toma las explicaciones y los recursos para la enseñanza como objetos de estudio en lugar del verdadero conocimiento matemático. Para Brousseau, la constatación más llamativa de este efecto deriva también de la reforma de las matemáticas modernas: es el uso de gráficos para enseñar las estructuras matemáticas. La teoría de conjuntos,

dice Brousseau, se introdujo como medio de enseñanza, pero se convirtió en objeto de ésta y se sobrecargó de convenciones y lenguajes que también fueron enseñados (Ávila, 2006).

Analizando estos efectos y siguiendo la idea de Brousseau notamos que lo que se hace es perder el sentido del aprendizaje, basta con dar respuestas correctas para considerar un buen aprendizaje, dejando a un lado el aprendizaje efectivo.

Uso Abusivo de la Analogía

Sabemos que en la resolución de problemas es importante el uso de la analogía pero no funciona suplantar el estudio de una noción compleja por un caso análogo. No nos podemos quedar con los problemas análogos, sino que debemos devolvernos al problema original. De lo contrario, incurrimos en el uso abusivo de la analogía.

Paradojas en la situación didáctica

Brousseau plantea que cuando la enseñanza acontece como la transmisión al alumno de la responsabilidad del uso y de la construcción del saber se llega a paradojas. Una es la transmisión de las situaciones, lo que se refiere, básicamente, al efecto Topaze. El docente desea el aprendizaje del estudiante, éste último desea aprender, por tal motivo el docente sugiere al estudiante la forma de afrontar los problemas propuestos. Lo cual impide la construcción de conocimientos en lugar de incentivar un aprendizaje significativo.

1.2. Tipos de Problemas en Matemáticas

El resolver problemas y las matemáticas van de la mano y esto no es nada fácil ya que en su aprendizaje intervienen una serie de procesos cognitivos.

A los niños de primaria se les dificulta cuando se les presenta un problema de matemáticas, es difícil para ellos tratar de pensar en una solución que resuelva el problema planteado, el simple hecho de tratarse de matemáticas

les hace pensar que se trata de cualquier cuenta, ya sea suma, resta, multiplicación o división. Vicente y Orrantia (2007), consideran que uno de los motivos podría ser que los procesos cognitivos implicados en el proceso de resolución de problemas matemáticos son muchos y muy complejos, otro motivo podría ser que la cultura de aula frecuentemente presenta los problemas de matemáticas de una manera estereotipada, limitando el proceso de resolución a sus aspectos estrictamente matemáticos.

A continuación, presentamos los problemas de matemáticas como una tarea de aplicación de conocimiento no sólo matemáticos, sino también sobre el mundo real y de sentido común, que son necesarios para una comprensión genuina de la situación descrita por el problema. Vicente y Orrantia (2007), clasifican los problemas de la siguiente manera:

Tipos de Problemas

A pesar de lo difícil que le resulta el alumno a lo largo de su trayectoria escolar debe resolver distintos tipos de problemas de matemáticas, para resolverlos necesita además de conocimientos matemáticos otros acerca del mundo real tales como sus vivencias y experiencias que ha llevado a cabo en su vida. De acuerdo a lo anterior, los problemas deben clasificarse en función de la relevancia que adquiere para resolverlos la comprensión situacional.

Problemas verbales realistas

Este tipo de problemas son aquellos que producen situaciones del mundo real, se trata de problemas que necesitan de un razonamiento basado en el conocimiento sobre el mundo que nos rodea. En la figura 1.8 se muestra una tabla con algunos ejemplos de este tipo de problemas. Como podemos notar del lado izquierdo se clasifican los problemas según sea el razonamiento y del lado derecho se van colocando algunos ejemplos correspondientes a cada uno de ellos.

Razonamiento	Ejemplos
Juntar o separar conjuntos que pueden tener elementos comunes	Juan tiene 5 amigos y Pedro tiene 6 amigos. Juan y Pedro deciden hacer una fiesta juntos. Ellos invitan a todos sus amigos. Todos los amigos están presentes. ¿Cuántos amigos hay en la fiesta?
	Roberto y Alicia van a la misma escuela. Roberto vive a 17 kilómetros de la escuela y Alicia a 8 km. ¿A qué distancia vive Roberto de Alicia?
Considerar elementos relevantes que no aparecen explícitamente en el problema	Roberto ha comprado 4 tablones de 2,5 m. cada uno. Cuántos tablones de 1 m pueden sacar de estos tablones?
	Un hombre quiere tener una cuerda lo suficientemente larga para unir dos postes separados entre si 12 metros, pero solo tiene trozos de cuerda de 1,5 metros. ¿Cuántos trozos necesitaría juntar para hacer la cuerda lo suficientemente larga para unir las estacas?
Sumar o restar 1 al resultado	Si la escuela de Villaseco se inauguró el 1 de enero de 1964 y estamos en el año 2007, ¿cuántos años lleva abierta la escuela?
Interpretar el resto de una división no exacta	450 soldados deben ser transportados a su lugar de entrenamiento. En cada autobús pueden entrar 36 soldados ¿Cuántos autobuses serán necesarios?
	El abuelo da a sus 4 nietos una caja con 18 globos para repartir entre ellos. ¿Cuántos globos le toca a cada uno?
Decidir una solución de proporcionalidad directa o no	Juan corre los 100 metros en 17 segundos. ¿Cuánto tardará en correr 1 kilómetro?
	Este recipiente se está llenando con un grifo a un ritmo constante. Si el agua tiene una profundidad de 4 cm tras 10 segundos, ¿cuánta profundidad tendrá después de 30 segundos? (este problema se acompaña por un recipiente de forma cónica)

Figura 1.8: Tipos de problemas realistas, citado en Vicente y Orrantia (2007).

Problemas verbales contextualizados que requieren conocimientos matemáticos

Son problemas verbales en los que se contextualiza una situación problemática que ha de resolverse a través de operaciones algebraicas o aritméticas.

Los problemas algebraicos proponen situaciones relativamente complejas, cuya resolución implica el manejo de expresiones compuestas de constantes y variables (números y letras).

En la figura 1.9 se muestran los principales tipos de problemas algebraicos

según Vicente y Orrantia (2007), el primer tipo es de razón, el segundo de geometría y el tercero de estadística.

Tipo de problema	Ejemplos
De razón	Una hormiga gigante está aterrorizando a la ciudad de San Francisco. Viaja hacia el este en dirección a Detroit, que está a dos mil cuatrocientas millas de distancia, a una velocidad de cuatrocientas millas por hora. El ejército se percató de esto una hora después y envía un helicóptero al oeste desde Detroit a seiscientas millas por hora para interceptar a la hormiga. Si la hormiga salió a las 2 p.m. a qué hora colisionarán la hormiga y el helicóptero? (Tomado de Nathan, Kintsch y Young, 1992, p. 349)
De geometría	Un señor compró un solar cuadrado en el centro del pueblo de 36 metros de lado para hacerse una vivienda. Pagó 112.750 euros el metro cuadrado. ¿Cuánto dinero ha invertido en el solar?
De estadística	Un juego consiste en tirar dos dados. Si la suma de sus caras es mayor o igual a 10 se ganan 30 céntimos, si está comprendida entre 7 y 9 se ganan 10 céntimos. y para cualquier otro resultado no se gana nada. ¿Cuál debería ser el precio de la apuesta para que la ganancia esperada de la banca sea de 50 céntimos?

Figura 1.9: Ejemplos de los principales tipos de problemas de álgebra, citado en Vicente y Orrantia (2007).

Sin embargo, los problemas aritméticos son más sencillos que los algebraicos y se resuelven mediante la aplicación de operaciones aritméticas sencillas y, como se muestra en la figura 1.10, éstos pueden clasificarse en función de la estructura matemática que poseen, es así como se puede establecer una distinción entre problemas de cambio (aquellos en los que una cantidad inicial sufre un cambio y da lugar a una cantidad final), de comparación (en los que una cantidad referente se compara con otra, dando lugar a un conjunto diferencia entre ambos) y de combinación (en los que dos cantidades o partes se combinan para dar lugar a una tercera, o todo).

Este tipo de problemas aunque parecen sencillos son los que a niños de primaria les causan dolores de cabeza, ya que, aunque sean aritméticos se necesita, al igual que los anteriores, realizar un modelo de la situación correcto para poder solucionarlos.

Tipo de problema	Ejemplos
De cambio	Pedro quería renovar la instalación eléctrica de su casa. Pedro tenía algunos metros de cable que le habían sobrado de una instalación anterior. Como Pedro se dio cuenta de que esos metros de cable no serían suficientes para toda la instalación compró 75 metros de cable más. Después de comprar el cable tenía 117 metros. Entonces Pedro se preguntó ¿Cuántos metros de cable tenía al principio? (Adaptado de Vicente, Orrantia y Verschaffel, en prensa)
De comparación	Juan y Pedro han ido a una fiesta de cumpleaños. Juan tiene 8 caramelos y Pedro 5 menos. ¿Cuántos tiene Juanito?
De combinación	Luis y Andrés tienen 9 caramelos entre los dos, 3 de ellos son de Luis. ¿Cuántos tiene Andrés?

Figura 1.10: Ejemplos de los tres tipos de problemas propuestos por Heller y Greeno (1978), citado en Vicente y Orrantia (2007).

Resolución de operaciones aritméticas

Existen ejercicios que no se asocian a ningún contexto situacional concreto, sino que únicamente requieren la resolución de operaciones aritméticas, por ejemplo: $3 + 5$.

1.3. Cognición y Estudio de la Comprensión

La cognición es definida por algunos autores como la forma en que conocemos, Gardner (1987), citado en Ibáñez (2007).

El interés por la cognición ha aumentado en las últimas décadas, ahora no sólo es de interés para la filosofía, en la actualidad también es de gran interés para otras disciplinas denominadas ciencias cognitivas.

Para propósitos científicos la actividad cognitiva humana debe ser descrita en términos de representaciones mentales, entendidas como constructos que subyacen a la revolución cognitiva en psicología y que resultan útiles para dar cuenta del pensamiento humano en términos conductuales, neurológicos, de influencias culturales o de la experiencia fenomenológica, Gardner (1985), citado en Tijero (2009). Podemos notar que los psicólogos cognitivos

han venido explorando la mente humana y la forma en que ésta incorpora la información del mundo y para ello han propuesto distintos modelos que representan la forma en que se presenta esta información.

A mediados de la década de los ochenta y principios de los noventa comienzan a surgir modelos acerca de la comprensión del discurso. Anteriormente la comprensión era concebida como un proceso que implicaba solo la recuperación del significado como la propuesta de Gough (1994), citado en Ibáñez (2007).

Kintsch y van Dijk (1978), citado en Ibáñez (2007), en una etapa en la cual el enfoque era el cognitivista, la investigación acerca de la comprensión del discurso estuvo determinada por la concepción de la mente como un computador que procesaba la información secuencialmente en términos de reglas y símbolos abstractos.

En una segunda etapa, la comprensión se entiende como “un proceso complejo e interactivo que requiere de la activación de una cantidad considerable de conocimiento por parte del lector y de la generación de un gran número de inferencias”, León (2001), citado en Tijero (2009).

Esta nueva forma de entender la comprensión da un giro en su estudio y da lugar a distintos modelos de comprensión textual, los cuales buscan explicar cómo los lectores comprenden los textos escritos.

Basándonos en (Tijero, 2009), la psicolingüística es una disciplina en la cual la comprensión de textos escritos se equipara, inicialmente, con la decodificación y entre algunos de los grandes aportes que la psicolingüística ha entregado al estudio de este complejo fenómeno, encontramos el modelo estratégico de (van Dijk y Kintsch, 1983), el modelo de construcción- integración de Kintsch (1988, 1998), y el modelo de indexación de eventos de Zwaan (1999), estos modelos son de mayor importancia ya que no solo buscan describir el proceso de comprensión sino llegar a explicar cómo se genera la comprensión de lo que leemos.

Al comprender una palabra o una oración, se activarían procesos visuales, auditivos, motores o emocionales para representar los referentes, así, la comprensión del lenguaje se asume como una simulación perceptual de la situación descrita, Zwaan (2004), citado en Ibáñez (2007). Este paradigma no implica solo plantear que el significado se ejecuta en el cerebro y que el cerebro es un órgano del cuerpo, la comprensión del lenguaje implicaría una

resonancia que, usualmente, gobiernan la percepción, la acción e incluso la emoción.

Como bien lo dice Tijero (2009), los estudios de la comprensión no han sido ajenos al concepto de las representaciones mentales ya que para una buena comprensión de un texto se debe utilizar un conocimiento previo para construir el significado de éste, para ello se debe partir de suponer que la conjunción de estas dos dimensiones de contenido, es decir, conocimiento previo y significado global del texto no constituye una representación desorganizada en la mente de los individuos, de esta manera, los investigadores de la comprensión conjeturan que los comprendedores “construyen un modelo mental o modelo del discurso, una representación dinámica en la que se van incluyendo entidades y eventos descritos en el mismo, cuyas relaciones se van actualizando a medida que transcurre el texto y se desarrolla información nueva” (Carreiras y Alonso, 1999), de manera general, estas estructuras representacionales pueden ser denominadas “modelos mentales”, éstos tienen por objetivo central organizar de manera coherente el tipo de información que los hablantes poseen y les permitirá comprender un texto escrito.

De esta manera llegamos a la noción de esquema que, según De Vega (1984), citado en Tijero (2009), fue desarrollada inicialmente por psicólogos europeos para explicar los procesos de pensamiento en los niños (Piaget, 1981), y los procesos de memoria y comprensión en ámbitos sociales (Bartlett, 1995), así es como por una parte los esquemas pueden concebirse como agrupamientos de información relacionada con las experiencias previas de los individuos que les permiten realizar actividades mentales de comprensión a gran velocidad y casi sin problemas, por otra parte los esquemas se entienden como paquetes de información o estructuras de representaciones a gran escala que desempeñan una función esencial en la interpretación lingüística, en la orientación de la acción y en el almacenamiento de los conocimientos en la memoria, es decir, esto limita la comprensión de un texto pues si en la memoria no hay conocimientos o experiencias previas de lo que está en el texto no se logrará una buena interpretación de la situación que se quiere dar a conocer. Algunas veces los esquemas son llamados modelos mentales, marcos o guiones, pero esto ya depende del autor.

1.4. Modelización

Ahora que conocemos los tipos de problemas matemáticos a los que se enfrentan los alumnos a lo largo de su educación básica, describiremos los modelos teóricos que nos servirán para explicar los procesos mentales implicados en su resolución. Existen diferentes tipos de modelos, algunos autores separan los tipos de problemas y para cada tipo de problema generan un modelo, otros manejan modelos para cualquier tipo de problema, a continuación mencionamos ejemplos de algunos de ellos.

Primero nos basamos en (Vicente y Orrantia, 2007) para decir que desde el ámbito de la Psicología Cognitiva se han propuesto una serie de modelos teóricos para explicar los procesos cognitivos implicados en la resolución de problemas y éstos se caracterizan en dos grupos que a continuación se describen.

El primer grupo maneja información sobre cómo los alumnos comprenden la estructura matemática de los problemas y cómo esta comprensión matemática les permite determinar qué operación aritmética es necesaria para resolverlo. El segundo está interesado en comprobar si la comprensión de la situación en la que se inserta el problema, mediante la activación y la aplicación de conocimientos previos sobre el mundo real, influye en el proceso de resolución y, si es así, cómo lo hace.

Al igual que los autores mencionados nos interesa el segundo grupo, en el cual nos encontramos con la necesidad de crear un modelo de la situación del problema, aplicando para ello el conocimiento del mundo real que posea el alumno, la cual ha sido justificada desde diferentes modelos teóricos para cada uno de los tipos de problemas antes mencionados, estos modelos sustentan la idea de que antes de generar una representación mental de la estructura matemática del problema es necesario representar previamente la situación propuesta por el mismo.

Para los problemas realistas se propone un modelo, según el cual, para resolver el problema, el sujeto primero ha de comprender la situación descrita por el problema, después, debe construir un modelo matemático que recoja los elementos esenciales de esa situación problemática y de las relaciones existentes entre ellos, para luego extraer las implicaciones que se derivan de ese modelo matemático para interpretar los resultados obtenidos, y por último

evaluar esta interpretación respecto al modelo de la situación previamente generado y comunicar el resultado del proceso de resolución.

La necesidad de generar un modelo de la situación cualitativa del problema antes de extraer su esencia matemática subyace también a los modelos teóricos relativos a la resolución de los problemas algebraicos y aritméticos.

Para la resolución de los problemas algebraicos nos basamos en (Nathan, Kintsch y Young, 1992) citado en (Vicente y Orrantia, 2007), ellos proponen un modelo teórico según el cual para resolver el problema, en primer lugar el sujeto ha de leer y comprender el enunciado, una vez comprendido, debe generar tanto una representación cualitativa del problema (**modelo de la situación**) mediante el uso de sus conocimientos previos sobre el mundo real, como un modelo algebraico del problema (**modelo matemático**) utilizando conocimientos previos de tipo algebraico (ver figura 1.11).

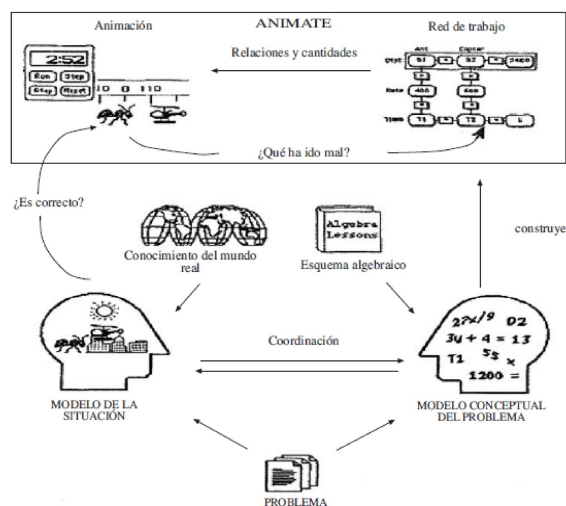


Figura 1.11: Representación esquemática del modelo ANIMATE adaptado de Nathan et. al (1992), citado en Vicente y Orrantia (2007).

Para los problemas aritméticos Reusser (1988), citado en Vicente y Orrantia (2007), propone que entre el texto base y el modelo matemático del problema es necesario considerar un paso más, el Modelo Episódico de la Situación (M.E.S.). Según este modelo, el proceso de resolución puede dividirse en cinco

pasos que se describen a continuación, ver figura 1.12.

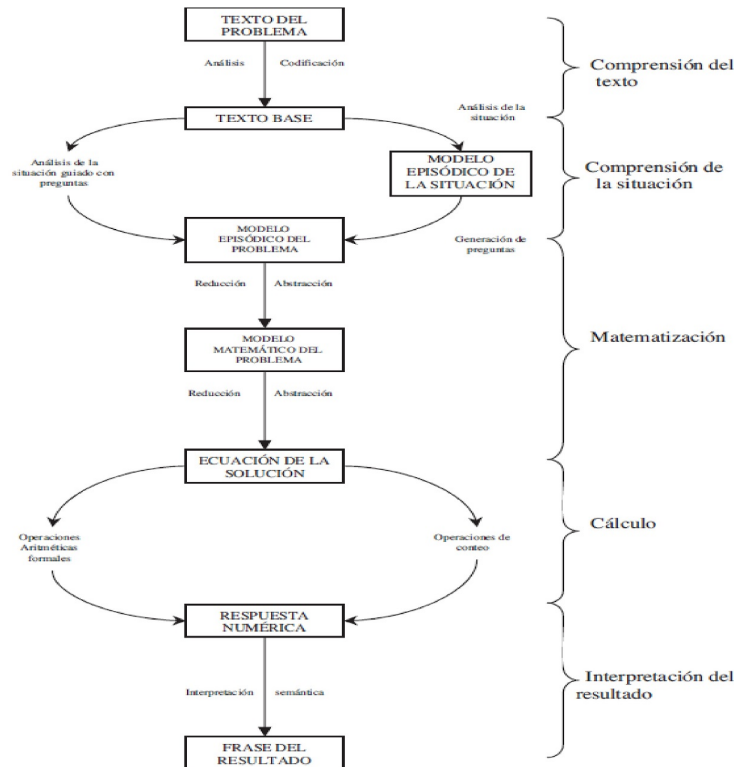


Figura 1.12: Proceso de resolución de problemas según el modelo S.P.S de Reusser (1988), citado en Vicente y Orrantia (2007).

El primer paso consiste en la comprensión del texto, es decir, se construye el texto base, realizando un análisis y codificación del texto.

El segundo paso consiste en la comprensión de la situación, la cual se lleva a cabo basándose en el texto base en el cual se describe un evento que puede ser guiado por sus conocimientos previos en relación con lo descrito, generando así un modelo episódico de la situación.

Guiado por la generación de preguntas en el problema se llega al tercer paso que es la matematización la cual se realiza generando un modelo matemático del problema planteado, es decir, debe aplicar sus conocimientos matemáticos.

El cuarto paso que consiste en el cálculo se llevan a cabo las operaciones que

se deben realizar para dar una respuesta.

Por último se realiza la interpretación del resultado, el modelo genera una respuesta volviendo al modelo de la situación y dando un significado semántico a la respuesta del problema.

Un segundo modelo que considera la necesidad de aplicar el conocimiento sobre el mundo real en la resolución de problemas es el desarrollado por Kintsch (1988), citado en Vicente y Orrantia (2007), este modelo complementa el modelo de Reusser (1988) al proponer una explicación alternativa a la influencia del conocimiento sobre el mundo real. Al igual que el modelo de Kintsch y Greeno (1985), citado en Vicente y Orrantia (2007), este modelo resuelve los problemas generando dos niveles representacionales, texto base y modelo del problema.

En cuanto a la literatura sobre la modelización y las aplicaciones se pueden encontrar diferentes ciclos de modelado. Estos ciclos son diferentes, ya que dependen de varias direcciones y enfoques de cómo se entiende el modelado y en algunos casos, si se utilizan complejas tareas o no (Borromeo, 2006).

Borromeo (2006), en su trabajo ha mostrado las diversas fases del proceso de modelación que elaboran los estudiantes al enfrentar situaciones problemáticas en las diferentes áreas de las matemáticas y en distintos niveles escolares. Su atención se centra en varios ciclos de modelado con respecto a los aspectos de la diferenciación de la situación real (SR), modelo situacional (MS), respectivamente representación mental de la situación (RMS), el modelo real (MR) y el modelo matemático (MM). El modelo situacional (MS) y la representación mental de la situación (RMS) se utilizan como sinónimos. Divide cuatro grupos de ciclos de modelado y lo hace de la siguiente manera:

Grupo 1: distinción entre el modelo situacional (MS)/representación mental de la situación (RMS) y el modelo real (MR).

Grupo 2: tipo mixto de MS/RMS y MR.

Grupo 3: no se distingue entre MS/RMS y MR, se llamará MR.

Grupo 4: de la situación real (SR) al modelo matemático (MM) sin distinción entre MS/RMS y MR.

Por otra parte Blum/ Leiss (2005), citado en Borromeo (2006), utiliza el modelo de la situación apoyándose en el enfoque Reussers (1997), citado en Borromeo (2006) y lo integra como nueva fase en su ciclo de modelización,

entendiendo así el modelo situacional como una fase importante en el proceso de modelado, eso es porque describen la transición entre la situación real y como una fase de la comprensión de la tarea, ver figura 1.13.

(Borromeo, 2006) utiliza un enfoque similar, ya que utiliza la fase del modelo

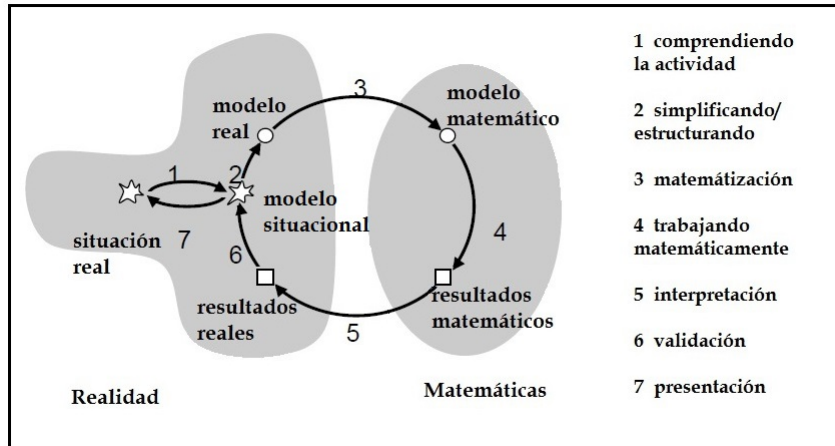


Figura 1.13: Modelización del ciclo de Blum/Leiss citado en Borromeo (2006)

situacional en la adaptación del ciclo de modelización de Blum/ Leiss. Sin embargo utiliza el nombre de representación mental de la situación (RMS) en lugar de modelo situacional, ya que este término según él, describe mejor el tipo de procesos internos, ver figura 1.14.

Ahora hablaremos de otro investigador que generalmente trabaja en el campo de la modelización, pero sobre todo en la forma de considerar la modelización para comprender mejor el mundo real, Pollak (1979), citado en Borromeo (2006). A continuación se muestra el ciclo de modelización que desarrolló: Refiriéndose a Ortlieb (2004), citado en Borromeo (2006), señaló: “En matemáticas aplicadas no se distingue un modelo real de un modelo matemático, sino que se refiere a la transición de la situación de la vida real en un problema matemático como un núcleo de modelado”, ver figura 1.15.

La clasificación presentada muestra que existen diferentes direcciones y puntos de vista sobre la modelización. Pero también hay algunos aspectos más a destacar y para discutir.

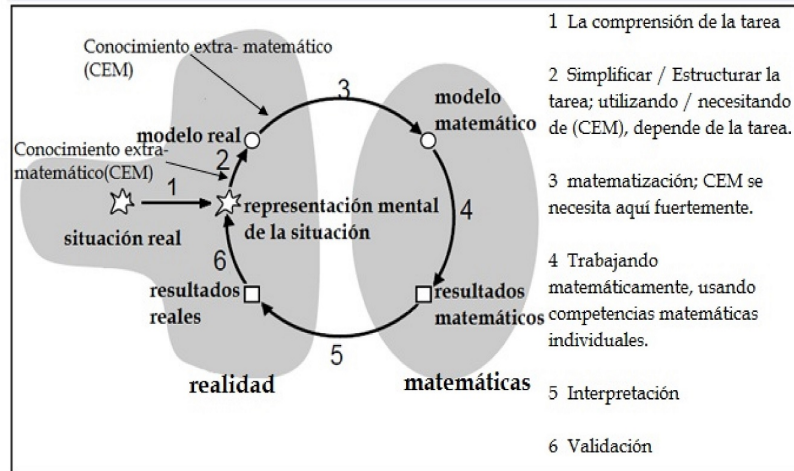


Figura 1.14: “Modelización de ciclo bajo una perspectiva cognitiva”, citado en Borromeo (2006)

Podemos notar que los modelos presentados muestran la necesidad de crear un modelo de la situación descrita en el problema sin importar el tipo de problema, es por ello que en la siguiente sección nos centramos en explicar un poco sobre ello.

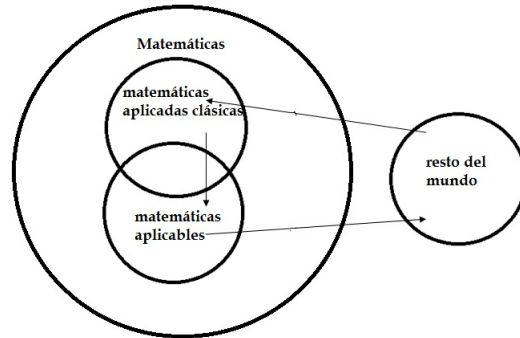


Figura 1.15: Ciclo de Modelización de Pollak, citado en Borromeo (2006)

1.5. El Modelo Situacional desde la perspectiva de Zwaan

En la sección anterior mencionamos lo importante que es para el alumno generar un modelo de la situación para solucionar un problema, ahora vamos a conocer cómo es que surgió este concepto, qué autores lo desarrollan y cómo es que lo definen, al final sólo nos centraremos en los trabajos desarrollados por Zwaan.

Para saber que la comprensión de un texto ha sido exitosa, ya no es suficiente dar un resultado, recitarlo o la construcción de una representación de dicho texto, es necesario que se construya una representación mental de la situación descrita en el texto, esto según algunos especialistas como van Dijk y Kintsch (1983), citado en Tijero (2009), ellos han denominado esta representación como “modelo de situación” (MS).

En un inicio, estos autores planteaban que los comprendedores se presentan los textos a partir de dos niveles: el código de superficie y el texto-base, sin embargo los autores agregan un nivel más: el modelo de situación. Así establecen que para estudiar la comprensión se necesitan 3 niveles:

El primer nivel es “el código de superficie”, que se corresponde con el aspecto perceptual y verbal del lenguaje, e incluye la identificación de palabras y el reconocimiento de las relaciones sintácticas y semánticas entre ellas.

El segundo nivel es el “texto-base”, que se refiere al aspecto semántico del lenguaje y queda representado mediante proposiciones, la importancia de este nivel radica en que la representación del significado de las frases se independiza de la forma, pues el formato proposicional solo recoge las relaciones entre los predicados y argumentos sin requerir de la forma superficial del texto para ser expresadas.

El tercer nivel es el “modelo de situación” (MS) y a partir de él se presupone que el comprendedor construye una representación de la situación específica planteada por el texto a partir de su conocimiento previo y de la información del texto.

van Dijk y Kintsch (1983), citado en Tijero (2009), consideran que los MS son esenciales para la comprensión y sostienen que son la base para la interpretación textual . Al respecto, los autores ofrecen algunos argumentos que sustentan el planteamiento de este constructo y que se desprenden del supuesto de que los MS contemplan todo el conocimiento que se deja implícito en el texto o que se presupone.

- Permiten recordar y organizar la información generada a partir de un texto-base desorganizado.
- Debido a que las palabras y expresiones que se utilizan en un texto se refieren a varios elementos, desde objetos individuales y sus relaciones hasta hechos en algún mundo posible, los MS permiten que cada comprendedor genere una interpretación particular del texto, la cual está sujeta a la experiencia de cada individuo.
- Por último, los MS, además de integrar la base- textual con el conocimiento previo del lector, constituyen el fundamento para el aprendizaje, ya que “el mejor aprendizaje puede ser conceptualizado como la modificación de modelos de situación”.

1.5.1. Modelo de Indexación de Eventos

A diferencia de otros autores, para Zwaan, citado en Ibáñez (2007), el modelo de situación no es solo un requisito para la comprensión o parte de ella , sino su equivalente. En éste sentido, según Zwaan y Radvansky (1998),

citado en Ibáñez (2007), la pregunta de investigación a responder no es ¿cómo los lectores comprenden un texto?, sino ¿cómo ellos construyen un modelo de situación (MS)?.

Tratando de dar respuesta a ésta pregunta Zwaan propone el modelo de indexación de eventos describiendo cómo un modelo de situación se construye y actualiza a partir de 5 dimensiones (tiempo, espacio, protagonistas, causalidad e intencionalidad), ya que plantean que uno de los defectos de los estudios sobre la construcción de un modelo de situación es, precisamente, que éstos solo toman en cuenta la “espacialidad” o la “causalidad”, dejando de lado otras dimensiones que influyen a la hora de alcanzar este nivel de representación.

Para Zwaan (1995), citado en Ibáñez (2007), los eventos son los puntos focales de las situaciones comunicadas en la narración y se conectan a la memoria a través de las cinco dimensiones antes mencionadas, por lo que al comprender una historia simple, los lectores construyen representaciones de los personajes, eventos, estados, metas y acciones descritos.

Al procesar el primer evento de la historia, el lector construye cinco índices, ver figura 1.16. Cada evento de la historia es indexado en el marco de tiempo en el que este ocurre, la región espacial en la que ocurre, los protagonistas que involucra, el estatus causal en relación con los eventos previos y su relación con las metas del protagonista. De esta forma, y en tanto que la narración es procesada, el lector monitorea la construcción en curso, con el propósito de detectar si los eventos nuevos requieren de la actualización de cualquiera de las dimensiones que ya han sido establecidas, Zwaan, Langston y Graesser (1995), citado en Ibáñez (2007).

Como se puede notar en la figura 1.16, en la construcción y actualización de un modelo de situación, (Zwaan y Radvansky, 1998), citado en (Ibáñez, 2007) distinguen:

1. Un “modelo actual”, que se entiende como el modelo en construcción, el cual es denominado como modelo en tiempo t_n ,
2. un “modelo integrado” de las situaciones, que corresponde al modelo en t_1 a través de t_{n-1} y

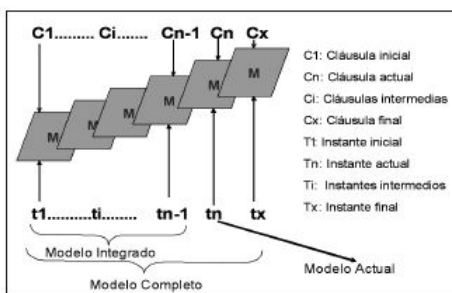


Figura 1.16: Construcción de un modelo de situación, citado en Ibáñez (2007)

3. un “modelo completo” de las situaciones en el tiempo t_1 a través de t_x .

El modelo actual es construido en tiempo t_n , mientras una persona lee una cláusula u oración determinada, llamada C_n .

El modelo integrado es el modelo global que fue construido al integrar de una vez los modelos que fueron construidos en los tiempos t_1 a t_{n-1} , mientras la persona lee las cláusulas C_1 a C_{n-1} .

Debemos señalar que el modelo completo no siempre va a ser el final, los individuos pueden repensar una narración y generar inferencias adicionales, lo que podría llevar a desarrollar modelos completamente nuevos.

El modelo de indexación de eventos plantea que durante la comprensión los individuos transforman las cláusulas de un texto en eventos o más bien en la representación de un evento, los cuales se integran para constituir el modelo de situación.

El modelo distingue entre:

- (1) un marco situacional, que es concebido como un marco espacio temporal que pone la situación en un espacio y un tiempo determinado,
- (2) las relaciones situacionales, concebidas como el tipo de vínculo que se establece dentro de cada una de las cinco dimensiones y
- (3) el contenido situacional, que incluye información como entidades (protagonistas y objetos) y sus propiedades (atributos físicos y psicológicos).

Los problemas y posibles limitaciones evidenciados en este modelo son tratados por Zwaan en su siguiente propuesta, el experimentador inmerso.

1.5.2. El Experimentador Inmerso

Más adelante, Zwaan enfoca su atención en las mismas cinco dimensiones, pero esta vez, en cómo ellas inciden en la manera en que los eventos se “activan”, “construyen” e “integran” durante la construcción de un modelo de situación, desde este enfoque el individuo que comprende es concebido como un experimentador inmerso en la situación descrita.

La idea central en la propuesta del experimentador inmerso, Zwaan (2004), citado en Ibáñez (2007), es que las palabras activan experiencias. De esta manera, la forma del referente resulta de la simulación perceptual a partir de las experiencias previas del comprendedor, es decir, leer o escuchar una palabra activa representaciones (lexicales, gramaticales, fonológicas, motoras, táctiles) experienciales de palabras, así como también representaciones (motoras, perceptuales, emocionales y, frecuentemente, una combinación de éstas) experienciales asociadas a sus referentes.

Esta nueva propuesta pretende describir la forma en que comprendemos el lenguaje, uno de los objetivos centrales de esta propuesta es entregar un sustento teórico sólido a los planteamientos acerca del tercer nivel de representación. En este sentido, el modelo de situación continúa siendo concebido como la representación de la situación descrita lingüísticamente, pero esta vez, el análisis se enfoca en un aspecto más micro del mismo nivel de representación, los eventos, para, de esta manera, dar un mayor sustento al aspecto macro, que es, en definitiva, el modelo de situación.

Una de las mayores diferencias entre las propuestas anteriores y la propuesta del experimentador inmerso es que ésta última se presenta como una teoría acerca de la comprensión humana que, por supuesto, no está restringida como algunos otros modelos a la comprensión de textos narrativos.

La propuesta del experimentador inmerso distingue tres procesos centrales de la comprensión lingüística: “activación”, “construcción” e “integración”. El primero opera al nivel de las palabras, el segundo a nivel clausal y el

tercero a nivel discursivo, Zwaan (2004), citado en Ibáñez (2007).

1.6. Planteamiento del Problema de Investigación

1.6.1. Objetivo

El objetivo de esta investigación es explorar la forma en que los niños bilingües, en este caso de quinto y sexto grado de primaria, comprenden un texto matemático, y dado que son bilingües, haremos un análisis de las representaciones mentales y las respuestas dadas por los niños. También se hará una comparación de los resultados obtenidos en español y nahuat.

Más allá de hacer una comparación, buscamos resultados que nos puedan indicar si la comprensión textual de un problema matemático es más entendible en su lengua materna o en su segunda lengua, el español. Se pretende que al realizar los reactivos los alumnos puedan mostrarnos, mediante varios análisis, suposiciones o ideas como consecuencia de las observaciones y evaluaciones realizadas.

La investigación que se presenta constituye solo una parte de un trabajo más amplio, aquí nos centramos en la relación entre comprensión lectora en matemáticas y las representaciones mentales.

1.6.2. Problema de Estudio

Las preguntas que nos guiaron a esta investigación fueron las siguientes:

¿Cómo los niños bilingües representan mentalmente los textos matemáticos escritos en español y en nahuat?

¿Cómo es la comprensión lectora de un niño de tercer grado de primaria, según los modelos mentales?

Según algunas teorías, ¿cómo son los modelos mentales de textos matemáticos, en niños bilingües?

1.6.3. Fundamentación Teórica

Desde la mitad de la década de los setenta, el estudio de los procesos cognitivos a que da lugar la apropiación de los saberes matemáticos constituidos del currículum ocuparía un lugar esencial en la reflexión sobre la matemática escolar. Uno de los autores destacados y que es considerado el primer psicólogo que abordó la cuestión de los contenidos escolares desde la perspectiva de la psicología del desarrollo cognitivo fue Gérard Vergnaud, el interés de este autor y sus colaboradores fue desde entonces el estudio de los procesos de construcción de conocimientos matemáticos escolares tales como las operaciones aritméticas, entre otros.

Los aportes cognoscitivistas fueron esenciales en el avance de la reflexión sobre la enseñanza, especialmente por el hecho de haber posibilitado la ruptura con la didáctica “precientífica”, la cual consideraba la enseñanza (de las matemáticas) como un arte y, como tal, difícilmente susceptible de ser analizada y regulada, citado en (Ávila, 2006).

Por otra parte, la lectura bilingüe requiere de varios tipos de conocimientos de los procesos de lectura en las dos lenguas: conocimientos lingüísticos, conocimientos de la lectura de tipo social y cognitivo y conocimientos del tema y del mundo, que tienen como contexto dos culturas.

El estudio de la relación entre el bilingüismo y la lectura, entre otros procesos cognitivos, no es solo una cuestión teórica sino que tiene serias implicaciones para la educación escolar que en muchos casos llegan a impactar la vida futura de las y los educandos, citado en (Miguez, 2009).

En nuestro país existe una subvaloración de las lenguas indígenas frente al español y en las escuelas en zonas indígenas se presentan altos índices de fracaso escolar, en vez de que el bilingüismo resulte benéfico para el éxito académico, también podemos mencionar que en nuestro país no se han observado las ventajas cognitivas del bilingüismo en la lectura entre la lengua materna y su segunda lengua.

Debido a que existen niños y escuelas bilingües en el estado de Puebla y como la investigación en la lectura bilingüe aún es muy escasa, el interés de esta investigación se basa en estudiar mediante modelos mentales, la comprensión textual que surge en niños de quinto y sexto grado de primaria al

recibir clases en dos idiomas, en este caso, español y nahuat, el foco de interés son los problemas matemáticos.

Además aunque existe una amplia base de literatura sobre las dificultades de los estudiantes en algunas áreas de las matemáticas (por ejemplo, contar), la literatura sobre los estudiantes de nivel primaria y sus “dificultades para generar diagramas o modelos mentales” aún es muy escasa.

El saber constituido se presenta bajo formas diversas, por ejemplo bajo la forma de preguntas y respuestas.

Permite definir en cada instante los objetos que se estudian con ayuda de las nociones introducidas precedentemente y, así, organizar la adquisición de nuevos conocimientos con el auxilio de adquisiciones anteriores. Promete pues al estudiante y a su profesor un medio para ordenar su actividad y acumular en un mínimo de tiempo un máximo de “conocimientos” bastante cercanos al “conocimiento erudito”. Evidentemente, debe estar completada con ejemplos y problemas cuya solución exige poner en acción esos conocimientos, Sánchez y Zubieta (1993), citado en Diezmann (2000a).

En representación de la información escrita en un problema un diagrama es inicialmente un proceso de traducción que consiste en la decodificación de la información lingüística y la codificación de la información visual, durante este proceso, existe el potencial para la adquisición de conocimientos a través de la reorganización de la información.

El diagrama es una representación eficaz del problema ya que la información del problema está representada por ubicación en un plano y, por lo tanto, un gran número de inferencias de percepción sobre la información problema es posible.

Los diagramas asumen un papel importante en las matemáticas, ya que proporcionan los marcos de representación que son aplicables a una amplia gama de estructuras problemáticas, además las representaciones esquemáticas o modelos mentales inadecuadas de problemas pueden limitar la capacidad de resolución de problemas de los niños, por lo tanto, es importante investigar los factores que influyen en la representación del problema (Diezmann, 2000a).

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es explorar las dificultades que presentan distintos alumnos en la generación de modelos mentales.

Para plantear los ejercicios nos basamos en el tercer nivel (modelo de situación) que es desarrollado por Zwaan, el cual, por lo descrito anteriormente, es más profundo y no hace a un lado los dos niveles anteriores aunque si le da mayor importancia al tercer nivel.

Capítulo 2

Metodología

Para realizar la investigación se localizaron dos escuelas bilingües del municipio de Cuetzalan en la Sierra Norte de Puebla, en las cuales, la lengua materna es el nahuatl, trabajamos con niños de quinto y sexto grado de primaria, debido a que consideramos que es en este nivel en donde los niños, además de saber interpretar su segunda lengua, también inician con la comprensión de textos matemáticos a un nivel más profundo.

El estudio que se realizó fue cualitativo, es decir:

- Se llevó a cabo la observación de los modelos situacionales realizados por los niños.
- Se establecieron suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas en los modelos mentales.
- Se proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar o fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras.

Cabe señalar que los niños que se eligieron para esta investigación hablan dos idiomas, nahuatl y español.

La primera fase de la investigación consistió en la búsqueda de los problemas matemáticos, como parte de esa búsqueda se revisaron los libros de texto de matemáticas (SEP) de quinto y sexto grado de primaria y algunos artículos relacionados con el tema.

Los problemas que se eligieron son de tipo verbales realistas, ya que este tipo de problemas son aquellos que producen situaciones del mundo real, se trata de problemas que necesitan de un razonamiento basado en el conocimiento sobre el mundo, además de ser problemas que requieren conocimientos matemáticos ya que para su solución se requiere el conocimiento de operaciones aritméticas.

Además los problemas seleccionados están orientados hacia:

- Alcanzar un nivel de representación.
- La identificación de los niveles de representación por los cuales procesan la información proporcionada los niños.
- La manera en que los elementos se “activan”, “construyen” e “integran” durante la construcción de un modelo de situación, es decir, la propuesta del experimentador inmerso.
- Construir un micro mundo de lo que se comunica en la historia, con la estructura lingüística actuando como un conjunto de pistas de procedimientos acerca de cómo construir aquel mundo o modelo de situación.
- Describir la forma en que comprenden el lenguaje.
- Describir algunas de las cinco dimensiones: tiempo, espacio, protagonistas, causalidad e intencionalidad.

Debido a que están basados en el modelo de indexación de eventos y el experimentador inmerso propuestos por Zwaan. Además, los problemas están escritos de tal manera que el niño pueda entender y comprender lo que se le está solicitando, de manera que pueda dar un significado, elaborar juicios, decodificar ideas, y relacionarlo con el conocimiento que se le ha dado previamente, y así será capaz de obtener el modelo correcto.

Se asumió que para el momento en que se aplicaron los problemas, los temas incluidos en ellos ya habían sido enseñados.

2.1. Instrumento de Acopio de Datos

Como ya lo hemos mencionado, representar un problema por medio de un dibujo es una estrategia muy útil para comprender el enunciado de un problema y poner los medios para su resolución. Es importante que en el dibujo se describan y reflejen todos los elementos del problema. La realización de un dibujo posibilita una solución eficaz del problema si hace posible que los alumnos puedan utilizar a partir de él otras estrategias.

Es por ello que para nuestra investigación se elaboraron 3 reactivos, en cada uno de ellos los niños de quinto y sexto grado, realizaron un modelo mental del problema planteado y también contestaron las preguntas que fueron planteadas de forma directa, se elaboraron los reactivos primero en español y se tradujeron a nahuatl, para luego aplicarse a un total de 89 niños de quinto y sexto grado.

Cada grupo se dividió en 2 partes, la división se hizo al azar, a una parte se le dieron reactivos en español y a la otra parte en nahuatl, las instrucciones fueron las siguientes: no pueden compartir ideas ni comentar resultados, deben resolver los problemas de acuerdo a las indicaciones respectivas, cuando terminen entregan las hojas y guardan silencio, por otra parte, los profesores no tuvieron contacto con los alumnos mientras ellos resolvían los reactivos proporcionados.

A cada niño se le dieron 3 reactivos y contaron con un máximo de 60 minutos para resolverlos, después de que se les dieron algunas indicaciones.

A continuación presentamos los reactivos que fueron aplicados:

Al primer problema lo llamaremos “problema del caracol”, al segundo le asignaremos el nombre de “problema de Santiago” y al tercero lo nombraremos “problema del koala”.

El “problema del caracol” se centró en la identificación de dificultades que los estudiantes presentan para generar modelos mentales y destacar la importancia de los conocimientos previos, ya que el caracol es un molusco que habita en esa zona, por tal motivo los niños tienen la posibilidad de hacer un mejor mapa mental y activar los conocimientos previos relacionando el animalito con la situación planteada.

El “problema de Santiago” contiene elementos como, protagonistas, tiempo y espacio, todos ellos para que el niño pueda realizar una representación mental de manera que se pueda analizar el sentido de la medida, sentido espacial y el sentido de los números, entre algunos otros.

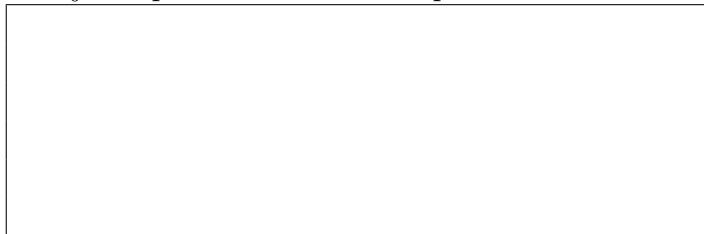
El “problema del koala” se centró en la identificación de la serie de dificultades que los estudiantes experimentan en la generación de diagramas de propósito general para problemas nuevos, este problema es similar al “problema del caracol”, sólo que ahora es un koala el protagonista, se supone que los niños no identifican este tipo de animales y es por ello que queremos explorar la manera en que van a construir sus modelos mentales y resolver el problema, el problema fue tomado de los artículos de Diezmann abajo mencionados, el cual aplicó a niños con algunas características similares.

Problema 1 escrito en español

Problema 1

Un caracol se encuentra en el fondo de una laguna de 12 m de profundidad. Por las mañanas sube por la pared de la laguna 3 m y por la noche, al quedarse dormido, resbala 2 m.

Dibuja lo que se describe en el problema anterior.



Contesta la siguiente pregunta y en el recuadro escribe las operaciones que realizaste para contestarla.

¿Cuántos días tardará en salir de la laguna el caracol?

R:



Problema 1 escrito en nahuat

Tekit sé.

Se atekokol moajsi taijtikopa se aichkual tein kipia majtaktiomome tamachiujmej. Keman tanesi in atekokol tejko eyi tamachiujmej itech in tepamit uan keman tayoua, kemej kochtiuj, moxolaua ome tamachiujmej.

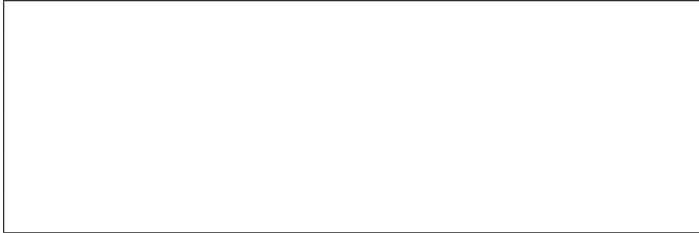
Xikixnexti tein ajko mitstapouijkej.



Xitanankili in tatsintokalis uan kampa in takaujtok xikchiua nochin tapoualmej tein mitspaleuiskej maj xitanankili.

¿Kanachimej tonalmej uejkauas nejín atekokol uan ijkón kisas itech in uejkata aichkual?

R:

**Problema 2 escrito en español****Problema 2**

Santiago entra en una pirámide y camina 6.5 m al centro de ella por un túnel que está en el nivel de la calle. A partir de ahí el túnel sube 2 metros y se mantiene horizontal durante 3.5 metros; en ese punto el túnel tiene una caída de 1 metro y llega a un pequeño cuarto. ¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle? ¿Cuántos metros?

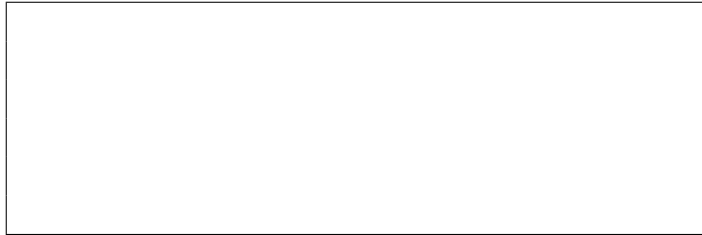
En el recuadro siguiente dibuja lo que plantea el texto anterior.



Contesta las siguientes preguntas y realiza las operaciones que realizaste para llegar a la respuesta.

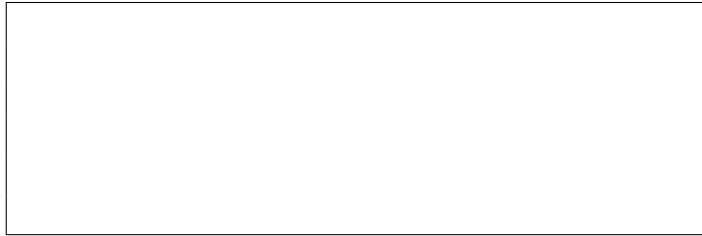
¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle?

R:



¿Cuántos metros?

R:



Problema 2 escrito en nahuatl

Tekit ome.

Santiago kalaki itech se uejkaujkayotepamineltokalis uan nejnemij talijtik ojti chikuasen uan tajko tamachiuujmej; in talijtik ojti motenmelaua iuan tometsoj. Ompa in talijtik ojti tejko ome tamachiuujmej uan kisentoka eyi tamachiuujmej uan tajko; satepan in talijtik ojti temoua se tamachiuuj uan yejko itech se kalkonet.

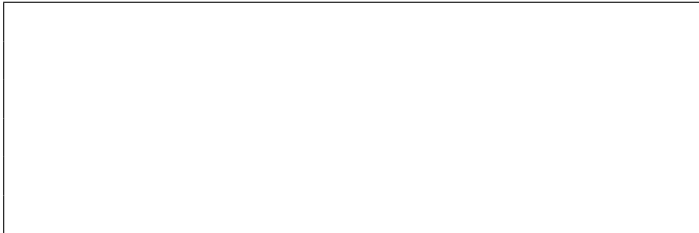
Xikixnexti tein ajko mitstapouijkej.



Xitanankili in tatsintokalis uan kampa in takaujtok xikchiua nochin tapoualmej tein mitspaleuiskej maj xitanankili.

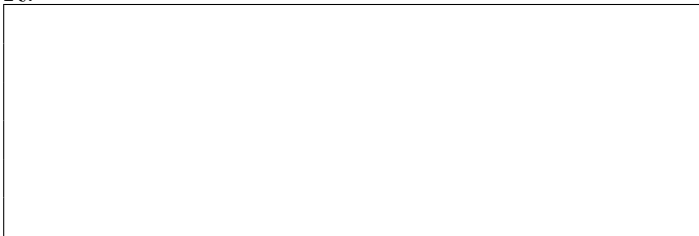
¿In kalkonet moajsi tani óso ajko kampa yetok tometsoj?

R:



¿Kanachimej tamachiujmej?

R:



Problema 3 escrito en español

Problema 3

Un koala soñoliento quiere subir a la cima de un árbol que se encuentra a 10 metros de altura. Cada día, el koala sube 5 metros, pero cada noche mientras duerme, se desliza hacia atrás 4 metros. A este ritmo, ¿cuántos días tardará el koala para llegar a la cima?

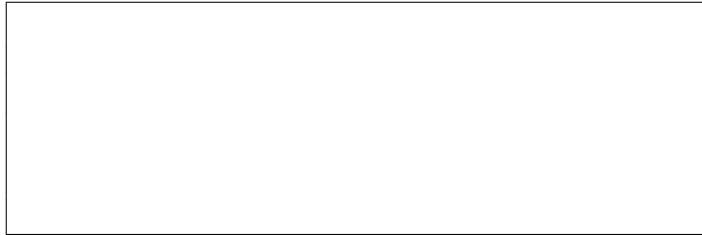
Dibuja lo que se plantea en el problema anterior.



Contesta la pregunta y en el recuadro, escribe las operaciones que realizaste para contestar la pregunta.

A este ritmo, ¿cuántos días tardará el koala para llegar a la cima?

R:

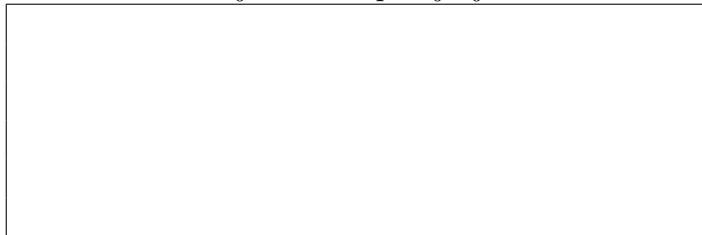


Problema 3 escrito en nahuatl

Tekit eyi.

Se osomat kineki tejkos ajkokopa se kuouit tein kipia majtak tamachiuimej. Tonayan, in osomat tejko makuil tamachiuimej, sayoj kemej tayoua uan kochtiuimej, moxolaua naui tamachiuimej.

Xikixnexti tein ajko mitstapouijkej.



Xitanankili in tatsintokalis uan kampa in takaujtok xikchiua nochin tapoualmej tein mitspaleuiskej maj xitanankili

Ijkón, ¿Kanachimej tonalmej uejkauas in osomat uan iyejkos ajkokopa itech nejín kouit?

R:



Capítulo 3

Análisis de los Resultados

Una primera observación general es la variedad de dificultades y errores que los estudiantes presentaron al representar el modelo situacional y como consecuencia tuvieron obstáculos para la resolución de los problemas ya que para algunos estudiantes, la generación de un diagrama es el primer paso hacia una solución exitosa y sin embargo, los estudiantes también pueden ser engañados por los diagramas auto-generados en el proceso de solución, además de que algunos de los estudiantes representaron características (irrelevantes) de un problema en lugar de las características estructurales (pertinentes).

Surgieron algunos fenómenos como: la falta de sentido de la medida, la falta de sentido espacial, y la falta de sentido de los números, otro error común que cometen los estudiantes es representar cantidades incorrectamente, además algunos diagramas de los estudiantes a menudo carecen de la información necesaria para determinar localizaciones precisas, por ejemplo la ubicación del koala y del caracol, además en estos problemas surge un error común que cometen los estudiantes como representar cantidades incorrectas, también un error fue identificar la base del árbol como un metro. Algunos resultados son similares a los obtenidos por (Diezmann, 2000a).

En los problemas escritos en nahuatl se observó falta de comprensión de las situaciones descritas en cada problema, la mayoría de los niños no logra realizar los diagramas adecuados.

A continuación analizaremos los resultados obtenidos de manera particular.

3.1. Problemas escritos en español

Problema 1 o “Problema del caracol”

Análisis de los resultados de Quinto Grado.

Como podemos notar en los siguientes ejemplos, algunos niños como lo muestra la figura 3.1, realizaron modelos mentales en los cuales no incluyeron los elementos importantes para poder responder las preguntas, también podemos notar que hacen caso omiso al hecho de que el caracol está en una laguna, es decir, la espacialidad no es la correcta, sin embargo, la espacialidad dibujada sólo puede ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida, ya que es posible que ellos consideren a un caracol sobre una piedra de río y no conciban la imagen de una laguna, analizando al mismo niño observamos que la respuesta que da a la pregunta es: “tarda 5 días ” y al justificar la respuesta realiza una suma “ $5 + 1 = 5$ ”, es posible que aunque no realizó un mapa adecuado haya realizado un razonamiento correcto, ya que realiza la suma, pero al sumar se equivoca, es decir, le falta conocimiento matemático, tal como lo menciona Diezmann (2000a).

En la figura 3.2 podemos notar que es un caso similar al mencionado, notamos que el niño dibuja unas piedras y sobre ellas el caracol en varias etapas, la respuesta que da es: “ 3 días” y la justificación es: “un caracol se metió a una laguna de 12m y se subió a la montaña”, podemos notar que al tratar identificar la situación no localiza en su memoria alguna imagen relacionada con lo descrito, es por ello que primero menciona una laguna y luego lo relaciona con una montaña, también se puede destacar que el conocimiento matemático se logra perder tratando de realizar el ambiente adecuado para la situación.



Figura 3.1: Niño 22 “A” Te.

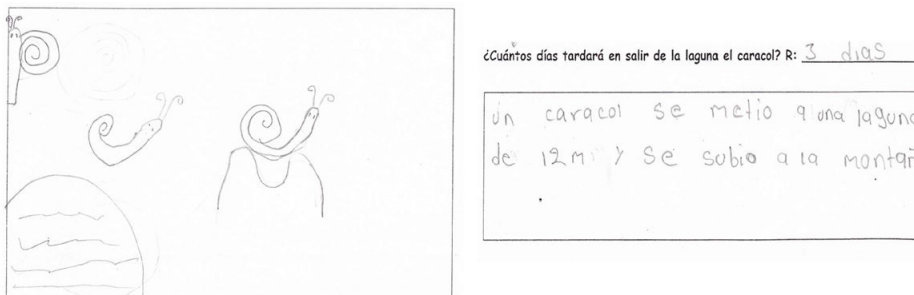


Figura 3.2: Niño 3 “B” SM.

Análisis de los resultados de Sexto Grado.

La mayoría de los niños no dibuja la laguna, sin embargo realizan un sistema de medida en el que ubican el caracol con las características mencionadas.

Ejemplos:

En la imagen 3.3 podemos notar que el niño realiza una escala del 1 al 12, pero al contestar la pregunta su respuesta fue: “12 días” y la justificación: “fui sumando 3 y 2”, podríamos decir que aquí influyó un poco lo que llama Brousseau como contrato didáctico ya que el niño sólo está haciendo lo que el profesor espera como respuesta y sin saber cómo manejar los valores dados sólo suma.

En el siguiente ejemplo podemos notar que el sentido de espacialidad es el adecuado, sin embargo el niño presenta problemas en el sentido numérico,

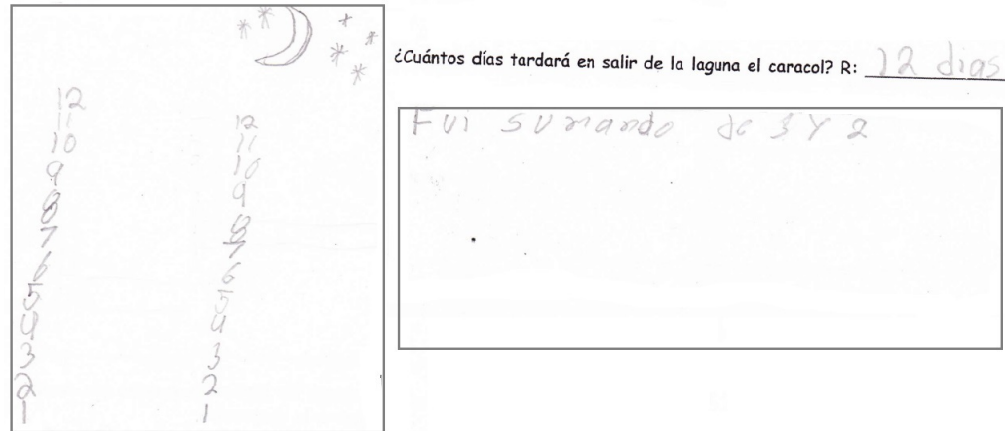


Figura 3.3: Niño 19 “B” SM.

ya que la respuesta que da al problema es “5 días”, posiblemente la respuesta se acerca debido a la estructura del diagrama o modelo mental que realizó, también su justificación “hice dibujos para saber en cuántos días saldrá” nos ayuda a llegar a la conclusión mencionada, también podemos decir que la representación de la información del diagrama implicó la decodificación de la información lingüística y la codificación de la información visual.



Figura 3.4: Niño 16 “B” SM.

Problema 2 o “Problema de Santiago”**Análisis de los resultados de Quinto Grado.**

Al resolver este problema, los niños tenían muchas dudas con respecto al contenido textual del problema y uno de los errores más generalizados como consecuencia fue la medición incorrecta del “nivel del suelo”, en el ejemplo de la figura 3.5 se puede notar en el diagrama que este niño también mostró una falta de comprensión de nivel del suelo, podríamos mencionar que al momento de construir el modelo mental para integrar la información no logra relacionar la información adecuadamente y poder contestar las preguntas correctamente, observando la primera respuesta que da es: “abajo” con la justificación “Porque el túnel está horizontal y dice una pequeña caída significa que está abajo”, el simple hecho de que el texto diga que el túnel tiene una caída de 1 metro hace pensar al niño que el cuarto está abajo del nivel de la calle, la segunda pregunta la contesta mencionando que son “5.5 metros” y la justificación que da es “Porque le quitamos 1 metro a 6.5 y da 5.5”, es decir sólo toma como referencia la primera y la última cantidad que se describe en el texto y por lo tanto podemos concluir que el niño careció de sentido espacial y numérico.

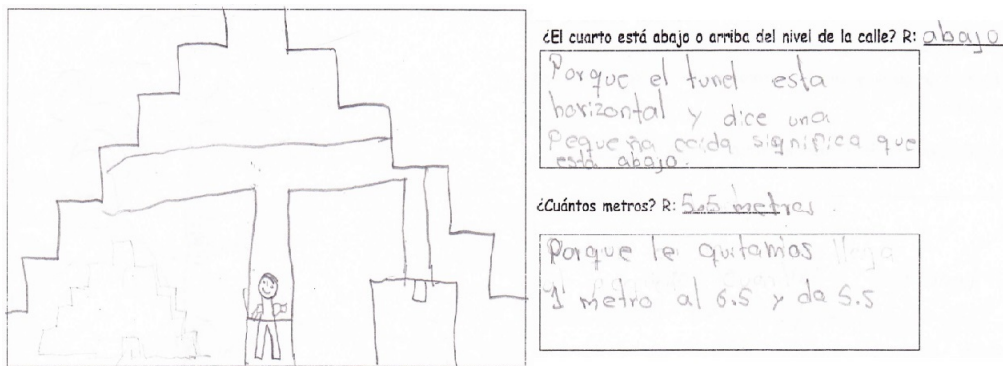


Figura 3.5: Niño 24 “B” SM.

En el ejemplo de la imagen 3.6 tenemos algo similar en cuanto “nivel del suelo” y modelo situacional, observando las respuestas, tenemos en la primera respuesta “abajo” y no incluye una justificación, luego la segunda respuesta

es: “13 metros” y de igual manera no incluye la justificación, podemos observar que para llegar al segundo resultado lo que hizo el niño fue sumar todos los valores que encontró en el texto $6,5 + 2 + 3,5 + 1 = 13$, lo cuál describe Brousseau como contrato didáctico.

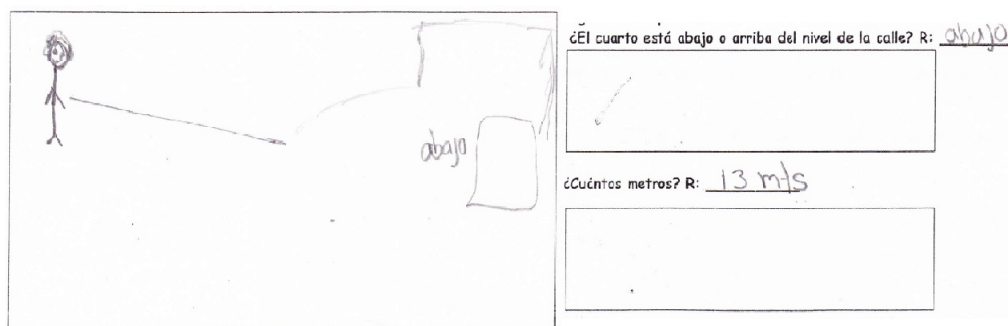


Figura 3.6: Niño 3 “B” SM.

Análisis de los resultados de Sexto Grado.

En el ejemplo de la figura 3.7, el niño pudo ubicar espacialidad, protagonistas, pero no logró representar la intencionalidad del problema, luego la primera respuesta “14 m” con la justificación “sumé” y la segunda respuesta “14 cm” con la justificación “sumé” nos indican que intentaba sumar todas las cantidades que encontró en el texto, pero al sumar se equivoca, por lo tanto podemos concluir que se tuvo falta de sentido de la medida, la falta de sentido intencional, y la falta de sentido de los números.

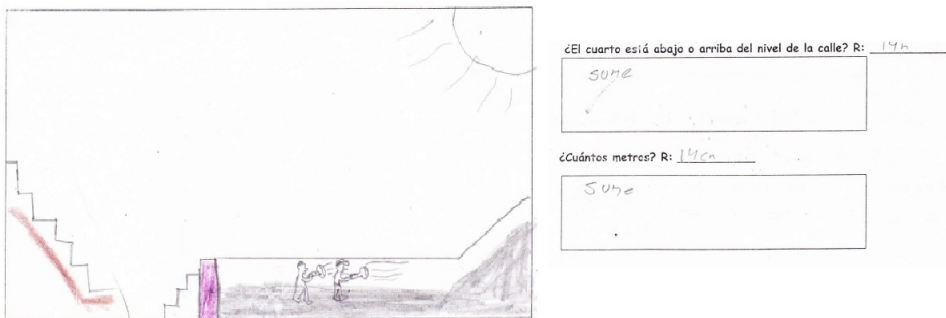


Figura 3.7: Niño 14 “B” SM.

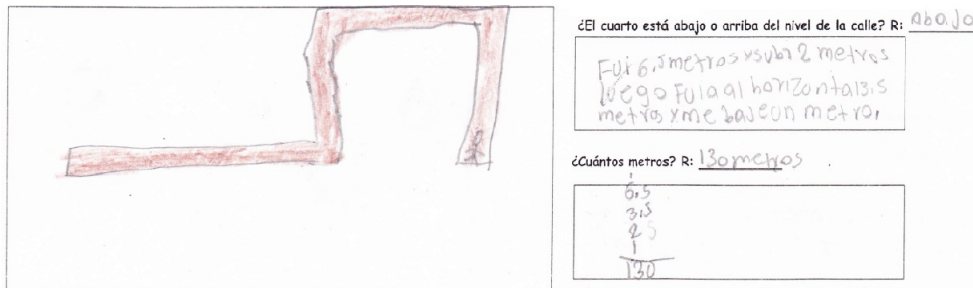


Figura 3.8: Niño 11 “B” SM.

En el ejemplo de la figura 3.8 podemos notar que aunque el niño no concibía la idea de pirámide o sólo quiso representar el recorrido que se hizo dentro de ella, logra trazar la trayectoria que se describe en el texto, esto indica que logra el sentido intencional y las respuestas que da son: primera respuesta “abajo” “fui 6.5 metros y subí 2 metros, luego fuí al horizonte 13.5 metros y me baje un metro”, segunda respuesta “130 metros” “6.5,3.5,2,1 y le da como

resultado 130", notamos que el niño se involucro en el problema sin que el texto lo dijera, es lo que llama **Zwaan** como **el experimentador inmerso**, también podemos notar que hace lo mismo que el niño anterior, suma todas las cantidades que se encuentran en el texto y además al momento de intentar sumar no logra sumar bien, al parecer no logra sumar cantidades con punto decimal, se puede decir que el niño carece de sentido de los números y operaciones.

Problema 3 o “Problema del Koala”

Análisis de los resultados de Quinto Grado.

Como ya se había mencionado este problema es similar al “Problema del caracol”, pero aquí surgió la duda sobre lo que es un “koala”, ya que el lugar en dónde viven no existe este tipo de animales, después de que se les dio a conocer la descripción de koala, ellos lo pudieron dibujar como se lo imaginaron, además del problema de no saber qué es un koala algunos niños presentaron algunas otras dificultades como carecer de la información necesaria para determinar localizaciones precisas, además de representar cantidades incorrectamente como lo muestra el ejemplo de la figura 3.9, en este ejemplo también notamos que su escala de medida que trazó en el árbol “5, 4 y 10” no fue de mucha ayuda ya que al momento de contestar su respuesta fue “8 días” y la justificación “ $4+4=8$ ” podemos observar que el modelo de la situación descrita lo que hace es confundirlo, también algunos niños siguieron con la idea del caracol y dibujaron un caracol en su modelo situacional como el ejemplo de la figura 3.10, en donde además de relacionar este problema con el primero tanto que hasta dibuja el caracol, busca todos los números y tratan de hacer una operación tal vez sin analizar lo que se está solicitando, la operación que realiza no se sabe si es suma o resta, es decir, carece de significado de números y operaciones y surge nuevamente lo que llama Brousseau como “contrato didáctico”, también un error fue identificar la base del árbol como un metro para poder guiarse y contestar las preguntas correctamente.

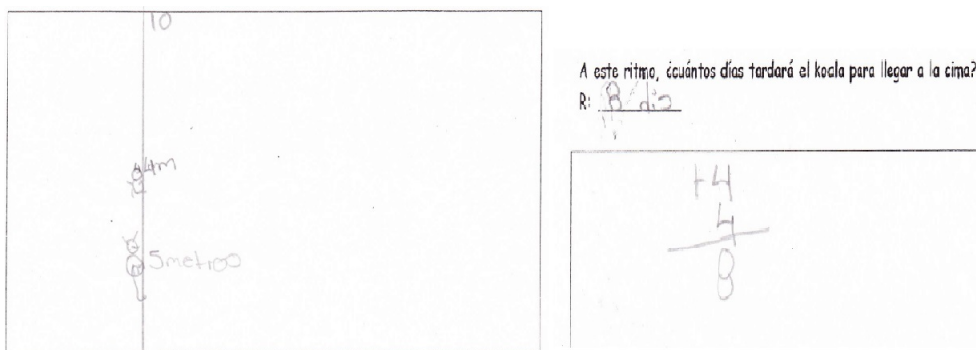


Figura 3.9: Niño 16 “B” SM.

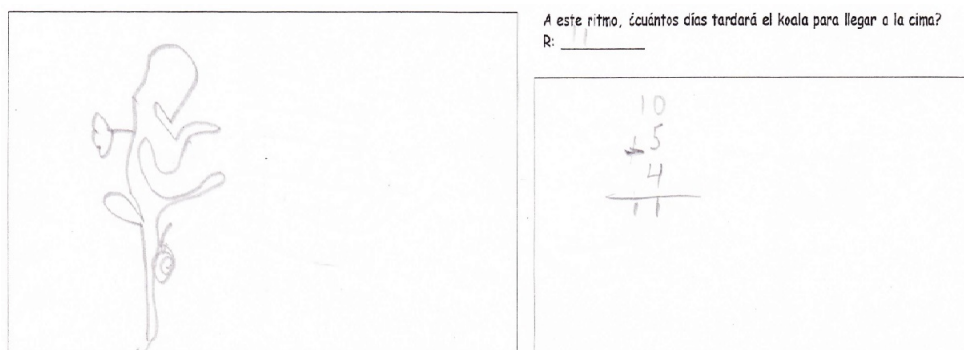


Figura 3.10: Niño 19 "B" SM.

Análisis de los resultados de Sexto Grado.

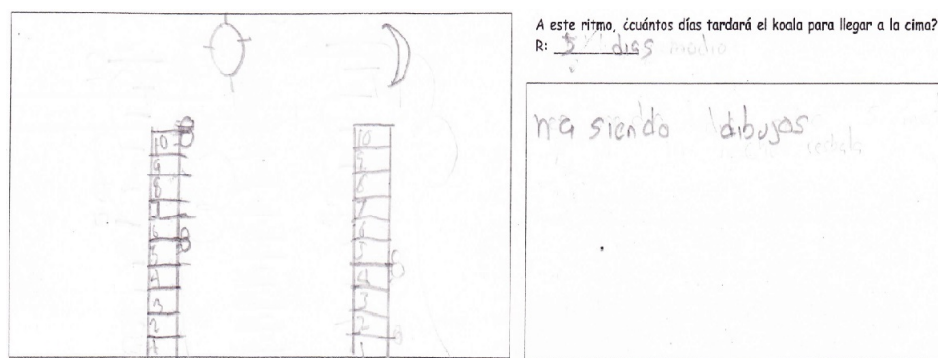


Figura 3.11: Niño 16 "B" SM.

Algunos niños como en el ejemplo de la figura 3.11, el modelo de la situación parece ser el adecuado para poder contestar las preguntas planteadas, sin embargo al dibujar el koala en su segunda escala sólo baja un metro por la noche en lugar de los 4 metros que indica la situación y al momento de contestar la pregunta parece que esto no le ayuda y responde "5 días" con la justificación "haciendo dibujos", es decir, el modelo realizado no fue de ayuda por los errores trazados en él.

Sin embargo, en la figura 3.12 se puede observar que aunque el modelo no es el más adecuado, algunos de los niños logran realizar los procesos adecuados para la situación descrita y no importando las características precisas del protagonista logran llegar a un resultado satisfactorio, la respuesta que da el

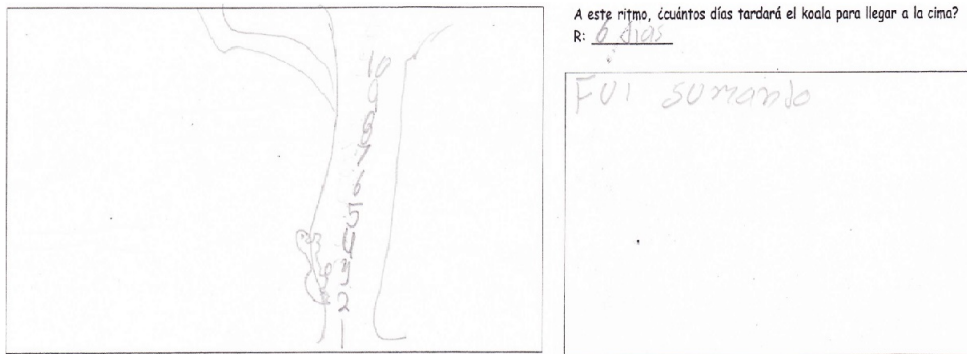


Figura 3.12: Niño 19 “B” SM.

niño del ejemplo es “6 días”, con la justificación “fui sumando”, no sabemos que sumó y si el resultado fue producto de alguna operación errónea o no.

3.2. Problemas escritos en nahuat

Problema 1 o “Problema del caracol”

Análisis de los resultados de Quinto Grado.

Al presentar este problema en nahuat ningún niño de quinto grado presentó una escala para representar los metros que el caracol subía y bajaba como lo hicieron la mayoría de los niños que lo contestaron en español, también pudimos observar que se les dificulta describir en el modelo situacional la espacialidad, intencionalidad y causalidad, es posible que se haya debido a la manera en que tradujeron el texto, o la falta de comprensión de éste. Un ejemplo de ello lo vemos en la figura 3.13, en el cual se muestra un modelo de la situación en el que sólo interpreta el día y la noche sin trazar alguna medida para ubicar los metros que sube y baja y tal vez esto no ayuda mucho a la hora de contestar la pregunta planteada, ya que su respuesta “eyi tonal” en español “3 días” y su justificación “keman etoyaya se tonal uan se youal uel etosot se tonal” en español “cuando estaba un día y una noche puede estar un día” nos indican que en primer lugar tal vez la comprensión no fue la correcta, esto puede ser por la falta de manejo del idioma nahuat escrito. En algunos otros como en el ejemplo de la figura 3.14 los niños sólo representan en el modelo mental al protagonista de la situación dejando las otras dimensiones a un lado, en este caso el niño dibujó el caracol de un lado en el día y en el otro en la noche, y la respuesta que da es: “24 horas” y en la justificación realiza dos multiplicaciones “ $12 \times 2=24$ ” y “ $12 \times 3=36$ ”, lo cual nos puede llevar a suponer que el niño no logra una comprensión adecuada del texto y esto lo lleva a no realizar un modelo mental adecuado que le ayude a construir un micro mundo en el que aparezca la situación descrita en el texto y que le pueda ayudar a contestar la pregunta, también llegamos a que el niño careció de sentido de la medida, la falta de sentido espacial, y la falta de sentido de los números.

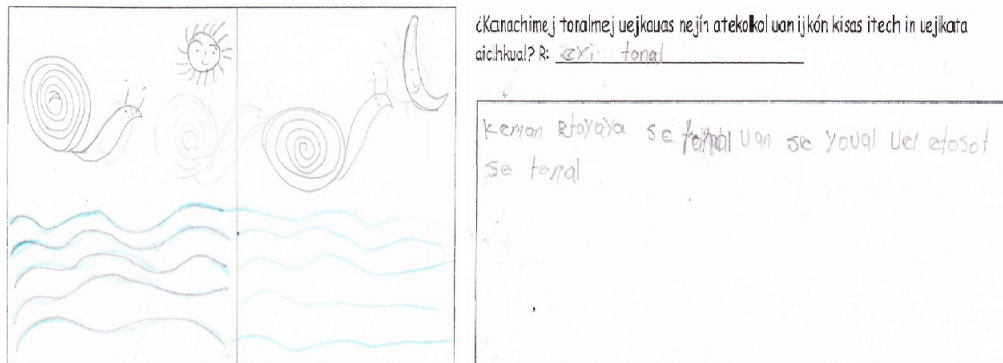


Figura 3.13: Niño 1 “B” SM.

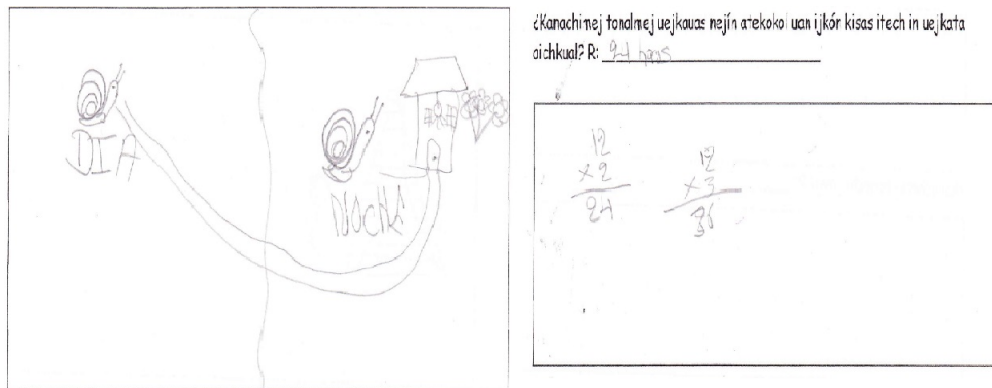


Figura 3.14: Niño 2 “B” SM.

Análisis de los resultados de sexto Grado.

Al explorar los resultados de este mismo problema pero ahora con niños de sexto grado pudimos observar que a diferencia de los niños de quinto grado la mayoría logra plantear en el modelo mental más dimensiones, dando a saber que el texto presentado en nahuatl tuvo una comprensión similar a los presentados en español.

Un ejemplo de ello lo mostramos en la figura 3.15, como lo comentamos en los problemas en español, algunos niños no muestran al caracol en una laguna tal vez porque en la zona no hay laguna y al caracol sólo lo han visto en un río o en la tierra andando, el niño de la figura muestra al caracol subiendo en una piedra, y la respuesta “Kisas, keme nauwi tonal” en español “saldrá,

como en 4 días” con la justificación “In atekokol kisas, keme nauwi tonalme keme ek wekapan in aichkual” en español “El caracol saldrá, como en 4 días porque se va cayendo en el árbol”, no se sabe de dónde saca el árbol para justificar la respuesta, ya que el árbol no se menciona en el texto del problema y en el modelo mental tampoco lo plantea, por lo tanto no se sabe si no se logró interpretar la palabra “laguna” en nahuatl o simplemente no la ubican en su memoria, ya que varios niños realizaron modelos similares.

En la figura 3.16 notamos que el niño hizo algo similar ya que en su diagrama traza un instrumento por el cual el caracol está subiendo y llegará a la cima de un árbol, de igual manera no se sabe de dónde saca el árbol si en la situación descrita no se menciona, además la respuesta que da “10 días” con la justificación “ $3+3+4=10$ ” nos indican que el niño careció de la comprensión de la situación y traducción del texto, de sentido numérico, la falta de sentido de la medida y la falta de sentido espacial.

Es necesario mencionar que una más de las observaciones fue que a los niños se les dificultó expresarse en nahuatl y cometieron algunos errores ortográficos, al grado de que a algunos no se les llega a interpretar lo que intentan comunicar.

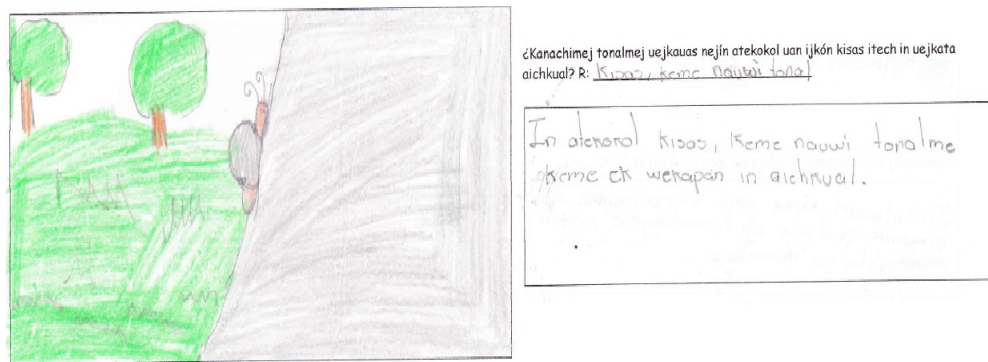


Figura 3.15: Niño 10 “B” SM.

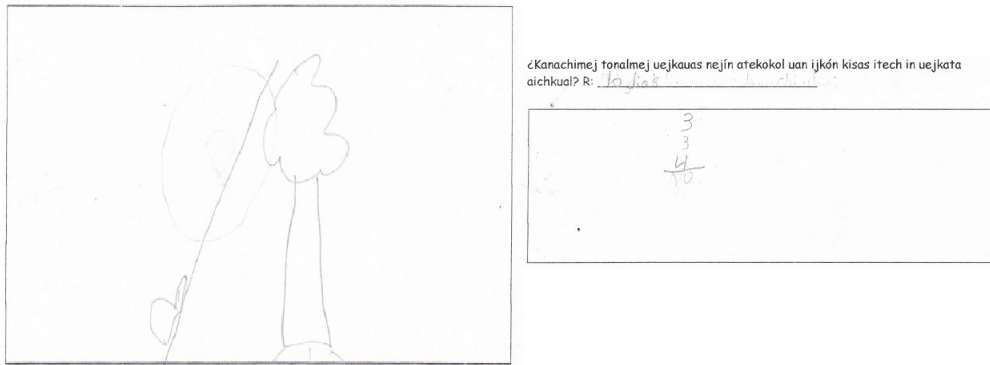


Figura 3.16: Niño 4 “B” SM.

Problema 2 o “Problema de Santiago”

Análisis de los resultados de Quinto Grado.

El problema de Santiago escrito en nahuat también causó dudas a los niños, decían que no le entendían y que estaba muy largo, sin embargo, algunos trataron de realizar lo que se les pedía en el reactivo presentaron algunas situaciones como las siguientes:

En la figura 3.17 notamos que el niño representa en el modelo mental un conjunto de 7 personas que están alineadas, luego dibuja una casa y al lado de la casa una persona, no se sabe si al leer el texto les cause conflicto alguna palabra y es por ello que construyen imágenes en su cerebro de acuerdo a lo comprendido y en este caso responde la primera pregunta de la siguiente manera: “tani” en español “abajo” justificando con el dibujo de una casa como la de su representación mental, la segunda respuesta que da es: “chikome” en español “siete” dando como justificación las siete personas que hizo en su diagrama, al parece no se comprendió la situación descrita y mucho menos las preguntas planteadas, cabe mencionar que al momento de querer expresarse en nahuat los niños cometen algunas errores, como en este caso el niño no sabe representar los números en nahuat.

En la figura 3.18 observamos que en este caso si se llegó a entender una parte de la situación o tal vez la situación como tal pero se llega a representar solo una parte de ella, ya que el niño representa una pirámide con un túnel y afuera de ella una persona, se puede decir que sólo representa la primera parte de la situación y lo demás se lo imaginó pero no logra representarlo ya

que la respuesta que da a la primera pregunta es: “tatania” que en español es “arriba” con la justificación “nik powuak” es español significa “conté”, la segunda pregunta que da es: “se” en español “uno” con la justificación “2-1=1”, podemos observar que aunque la respuesta es correcta, el modelo no logra cubrir todas las situaciones mencionadas en el problema.



Figura 3.17: Niño 4 “B” SM.

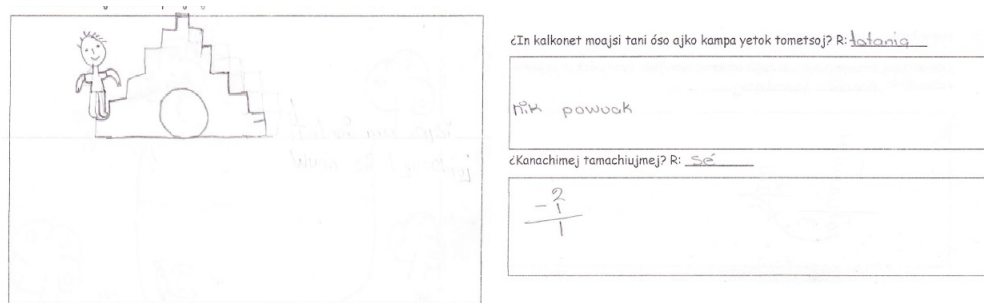


Figura 3.18: Niño 7 “B” SM.

Análisis de los resultados de Sexto Grado.

En este caso la mayoría no plasma en su modelo situacional una pirámide, en su lugar los niños construyen una casa, no se sabe si es por la variante, ya que como habíamos comentado esta varía en cada comunidad, una segunda observación que podemos hacer es que la mayoría de los niños agrega cosas que no están escritas al modelo situacional y también al momento de argumentar las respuestas.

Vemos en el siguiente ejemplo de la figura 3.19 que el niño construye un modelo representando un oso, una flor en la cual está subiendo una persona y una persona junto a una casa, al parecer no interpretó lo descrito en el texto o lo confundió con el de los otros problemas, en las respuestas pasa algo similar, la primera pregunta no la contesta pero argumenta escribiendo lo siguiente: “el oso le dice que no se junte con los que no le ayudan”, la segunda pregunta tampoco la contesta y esta vez la justifica planteando un diagrama mental en el cual nos representa un oso y dos personas a su lado. No se sabe realmente lo que el niño entendió de este problema, pero por lo planteado en su modelo situacional y las justificaciones que da, nos lleva a pensar que no interpretó toda la situación, sino que sólo una parte y la demás la inventó.

En el segundo ejemplo observamos que el niño tiene una diferente representación del modelo de la situación descrita, en este caso representa un bosque y en medio de él un camino que nos lleva a una casa o cuarto, el camino que traza es como el recorrido que hace Santiago y la casa pudiera ser el cuarto al que llega Santiago, y de igual manera pudieran surgir los mismos errores que con los problemas en español ya que las respuestas dadas fueron: “aj-ko” que en español significa “arriba”, dando como justificación “moajsi ajko kampa yetok yni metsoj porque kitoha queteko ojti ometama Chiume wan kisentoka” en español “se encuentra arriba donde está el camino, porque dice que el camino está dos metros y sigue”, la segunda respuesta que da es “110 tamachiuke” en español “110 metros” y realiza la operación “ $12+5+3=110$ ”, así podemos decir que al niño le faltó sentido de la medida, falta de sentido espacial y falta de sentido de los números, todo esto pudo ser causa de la interpretación de la situación descrita en nahuat además de algunos otros factores que tal vez no pudimos encontrar e interpretar.

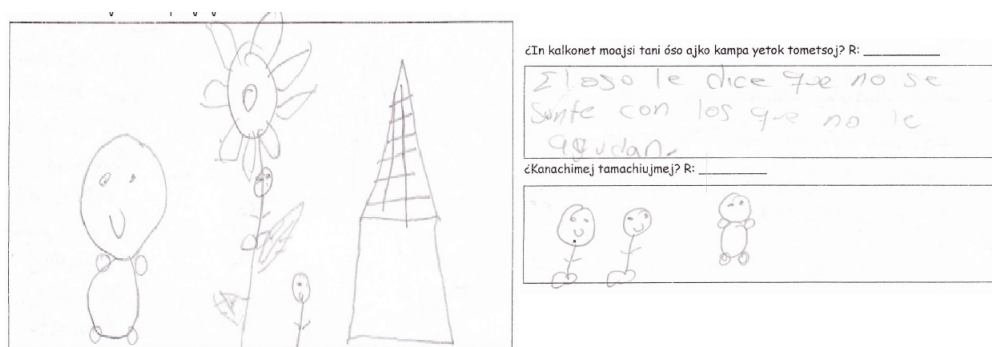


Figura 3.19: Niño 1 “B” SM.

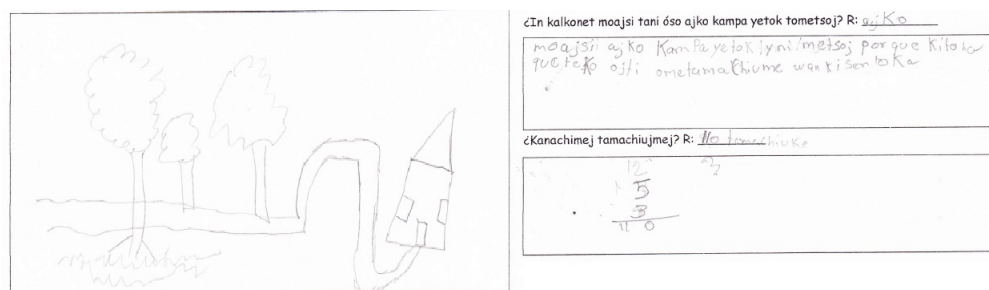


Figura 3.20: Niño 4 “B” SM.

Problema 3 o “Problema del Koala”

Análisis de los resultados de Quinto Grado.

Como ya se había mencionado este problema es semejante al del caracol, y en este caso los niños no tuvieron tantas dudas en cuanto a lo que es un koala como con los escritos en español, esto pudo haber sido por causa de la interpretación que se hizo del koala en nahuatl, también surge el mismo fenómeno que en los problemas escritos en español en cuanto que los niños ven una situación semejante a la del caracol y ya no notan qué protagonista de la situación se encuentra en el nuevo problema y representan el caracol. En la figura 3.21 observamos en el diagrama que el niño no utiliza un sistema de medida, sólo representa un árbol y en él un animalito subiendo, y la respuesta que nos da es: “makuil tonal” que en español significa: “5 días”, y justifica la respuesta realizando una suma “ $2+2+2+2+2=10$ ”, la justificación

Análisis de los resultados de Sexto Grado.

En este caso pudimos encontrar algunos ejemplos como los siguientes: En el primer ejemplo de la figura 3.22, primero observamos que en el modelo de la situación que realiza representa dos árboles con una escala, en uno representa el día y traza su escala hasta el número 10 y en el otro árbol representa la noche trazando su escala hasta el número 6 y no representa al protagonista de la situación, la primera respuesta que da el niño es “chiwase wan nauí temowa” en español “6 y 4 baja” y comenta “Ni sumaro in tapowalme , por cuando tonalla mo tecoltia wan cuando tallowa mo temoltia” en español “Sume estos números por cada día que subía y cuando se hace de noche baja”, al parecer el niño intenta solo repetir lo que dice el texto y agregando algunas otras situaciones que no son las adecuadas, no sabemos que números suma para llegar al resultado de “6 y 4 baja”, también es posible que en su justificación no haya sido bien escrita y por ello la interpretación al español no es la adecuada, esto pasa en algunos otros casos en donde la forma de expresarse en nahuatl no es la correcta.

Observamos ahora el segundo ejemplo y tenemos ahora un modelo de la situación muy particular, ya que el niño en lugar de trazar un árbol recto lo hace inclinado y la escala que traza en él sigue el camino de la rama inclinada, y esto al parecer lo confunde ya que no responde a la pregunta y solo justifica realizando una resta “ $5-4=1$ ” arriba de ella una nota que dice “repetir 10 veces”, ésta respuesta fue dada por otros niños que realizaron un modelo situacional distinto.



Figura 3.23: Niño 5 “B” SM.

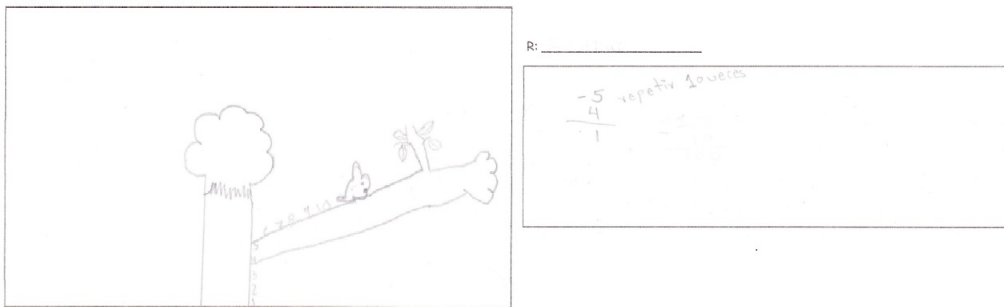


Figura 3.24: Niño 21 “B” Te.

Conclusión

Una de las conclusiones a las que llegamos es que los estudiantes presentan dificultades y errores en la generación de diagramas precisos y eficaces ya que no están generalmente asociados y esto es debido a la falta de experiencia en la representación esquemática, ya que como lo menciona Diezmann (2000a), la representación esquemática eficaz también depende de una sólida base de conocimientos matemáticos, que incluye el sentido de decisiones en situaciones matemáticas, además algunos resultados sugieren que se tuvo dificultades que podrían estar asociadas a la capacidad de establecer relaciones de estructura y organización de las oraciones en ambos idiomas.

Algunas dificultades de los estudiantes en la generación de un modelo situacional indican que, a pesar de su potencial, la estrategia de dibujar la situación es inicialmente una herramienta de resolución de problemas eficaz para muchos estudiantes. Mientras que las explicaciones para la falta de uso de los modelos mentales de los estudiantes y sus dificultades difieren de un estudiante a otro, sus dificultades se refieren fundamentalmente a la falta de conocimiento sobre las posibilidades y limitaciones de representaciones mentales como herramientas para la resolución de problemas. Claramente, los estudiantes deben ser educados en el uso del diagrama como una herramienta para resolver problemas. Los estudiantes necesitan saber por qué un diagrama puede ser útil en la resolución de problemas, qué diagrama es apropiado para una situación dada, y cómo utilizar un diagrama para resolver un problema (Diezmann, 2000a).

Por la manera en que contestaron y construyeron sus modelos mentales también es posible destacar que la comprensión lectora es deficiente en algunos niños. Es posible pensar que una comprensión lectora deficiente en nahuatl puede deberse a que las habilidades de lectura en español son pobres o a que

no pueden transferirse a la lectura en nahuat.

Los resultados sugieren que el idioma no es la única limitación en el aprendizaje de los niños, probablemente los medios de enseñanza no están siendo los adecuados. Si los métodos de enseñanza en español se modifican, es posible lograr un mayor aprendizaje; pero si se recurre al idioma materno como herramienta pedagógica, se aseguran y mejoran los procesos y resultados. El modelo de educación intercultural bilingüe propone que los estudiantes en la primaria indígena, al término de cada ciclo escolar, puedan egresar con una sólida apropiación del idioma o lengua materna y del español (SEP-DGEI, 2000). Sin embargo, la adquisición de una lectura y escritura en ambos idiomas sigue presentando debilidades. Los resultados de este estudio son un llamado de atención a los actores de la educación indígena para que redoblen esfuerzos que permitan atender de manera coordinada el aprendizaje de la lectoescritura en nahuat y español, de tal manera que permitan un mejor desarrollo de las habilidades cognitivas de los niños, (Bastiani, 2013).

Las investigaciones sobre el enfoque sociocultural cognitivo señalan que se aprende en la interacción social (Muñoz, 1986; Podestá, Cerón, Velásquez y Muñoz, 1988; Moreau, 1994), lo cual sugiere que, para que los niños logren un mayor aprendizaje, es conveniente crear en el aula situaciones comunicativas en español y su idioma materno (García, 2005). De manera que se pueda facilitar el establecimiento de procesos de acomodación y equilibrio entre imágenes y letras, códigos y estructuras gramaticales, morfológicas, sintácticas y fonéticas de ambos idiomas (García, 2005; Gómez, 1996), citado en (Bastiani, Ruíz, Estrada, Cruz, Aparicio, y Bermúdez, 2013)

Al hacer uso preferentemente del nahuat, se retoman saberes y conocimientos indígenas que permiten al estudiante otorgar un significado a lo que aprende y fortalezca su identidad lingüística.

De acuerdo a las observaciones obtenidas en ambos idiomas podemos concluir que los niños manejan sus conocimientos de manera similar en ambos idiomas.

Bibliografía

- [1] Ávila, A.(2006). Transformaciones y costumbres en la matemática escolar. *Paidós Educador*, páginas 23-49.
- [2] Bastiani, J., Ruíz L., Estrada E., Cruz T., Aparicio, J. y Bermúdez, F. (2013). Medición de conocimientos con reactivos en Chól y Español en niños de educación básica con modelos pedagógico intercultural bilingüe. *Revista Electrónica de investigación Educativa*, 15(1), 107-121.
- [3] Borromeo, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 1-8.
- [4] Diezmann, C. (2000a). Making sense with diagrams: Students' difficulties with feature-similar problems. *In Proceedings of the 23rd Annual Conference of Mathematics Education Research Group of Australasia*, pages 228-234, Freemantle.
- [5] Diezmann, C. (2000b). The difficulties students experience in generating diagrams for novel problems. En Nakahara, T. y Koyama, M. (Eds). *Proceedings 25th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 241-248.
- [6] Ibáñez, R. (2007). Cognición y comprensión. Una aproximación histórica y crítica al trabajo de investigación de Rolf Zwaan. *Revista Signos*, vol. 40, núm. 63, 81-100.
- [7] Miguez, P. (2009). Comprensión lectora y bilingüismo en estudiantes de primaria hablantes de hñähñü y español. *X Congreso Nacional de Investigación Educativa*, 1-11.

- [8] Parra, C., Saiz, I., Santaló, L., Gálvez, G., Charnay, R., Brousseau, G., Lerner, D. y Sadovsky, P. (1994). *Didáctica de matemáticas (Aportes y reflexiones)*. Primera Edición. Buenos Aires. Barcelona. México. Paídos, pp.51-63.
- [9] Rico, L. (2012). Aproximación a la investigación en Didáctica de la Matemática. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 1, 39-63.
- [10] Sánchez, E. y Zubieta G. (1993). Didáctica de las matemáticas (Escuela Francesa). *DME CINVESTAV*, 1, 3-17.
- [11] Schmelkes, C. y Elizondo N. (2012). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (tesis)*. Oxford University Press.
- [12] Tijero, T. (2009). *Representaciones mentales: discusión crítica del modelo de situación de Kintsch*. ONOMÁZEIN, vol. 1, núm. 19, 111-138.
- [13] Vicente, S., y Orrantia, J. (2007). Resolución de problemas y comprensión situacional. *Cultura y Educación*, 19(1), 61-85.
- [14] Zamora, I. (2012). Maseualtajtol Nimachtiloni. *Estudio de la gramática nahua de la Sierra Norte de Puebla*, páginas 7-22.
- [15] Zwaan, R. y Brown C. (1996). The influence of language proficiency and comprehension skill on situation model construction. *Discourse processes* 21, 289-327.
- [16] Zwaan, R. (1990). Situation models: The Mental Leap Into Imagined Worlds. *Current directions in psychological science*, pages 15-17.

Índice alfabético