

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

El análisis de la construcción del modelo situacional de un problema matemático desde el marco del experimentador inmerso

Tesis

que para obtener el título de

Licenciada en Matemáticas

presenta

Alejandra Mejía Saldaña

Director de tesis

Dr. José Antonio Juárez López

Puebla, Pue., abril de 2014.

Dedicado a mi familia

Con todo mi cariño para:

Mis padres: Maura Saldaña López y Honorio Mejía Rojas

> Mi esposo: José Carlos Suárez Medel

Mi hija: Fernanda Suárez Mejía

Tener éxito en la vida no es llegar a tener fama, sino a realizar aquello que realmente deseas.

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a Dios por haberme acompañado y guiado, dándome la fortaleza necesaria en los momentos difíciles en el transcurso de mi carrera.

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias. Agradezco a mis padres a quienes amo profundamente, les agradezco el cariño, comprensión, confianza y apoyo incondicional brindado en los momentos buenos y malos de mi vida y durante toda mi carrera, y quienes sin escatimar esfuerzo alguno sacrificaron gran parte de su vida para educarme, formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino, enseñándome a ser responsable.

Gracias por el gran amor que siempre he recibido de ustedes, por su gran corazón y capacidad de entrega, pero sobre todo por sus consejos que me orientaron a tomar las mejores decisiones y creer en mí.

Agradezco a Carlos por todo el amor y confianza que siempre me han brindado, apoyándome en los momentos difíciles de mi vida. Gracias por estar a mi lado y por darme hermosos momentos juntos.

Gracias a todos mis amigos, en especial, a Mary, Cris, Iván, Enrique, Ángel, Ricardo, Fer, Alex, Kary, Carmen, Paty, Montse, Yohanan y Trini que considero como parte de mi familia, y quienes durante la carrera estuvimos juntos para apoyarnos en los momentos de trabajo y de diversión, gracias por su amistad sincera y por los momentos hermosos que hemos pasado juntos.

Agradezco a todos los profesores de la facultad que han contribuido a mi formación como matemática.

En especial al Dr. José Antonio Juárez López, quien es mi asesor de tesis; gracias por el apoyo, consejos, enseñanzas y atenciones que me ha brindado, demostrarme que siempre podré contar con su amistad.

Les agradezco a mis sinodales: la Dra.Lidia Aurora Hernández Rebollar, el Dr.Josip Slisko Ignjatov y la Dra.María Araceli Juárez Ramírez, por haber aceptado dedicar una parte de su tiempo a revisar este trabajo y ayudarme a mejorar esta tesis.

De todo corazón, muchas gracias.

Ale

Índice general

	Intr	oducción	Ι
1.	Mai	rco teórico	1
	1.1.	Tipos de problemas	2
	1.2.	Comprensión	2
	1.3.	Resolución de problemas verbales	4
	1.4.	Modelo situacional	9
		1.4.1. La perspectiva de Rolf A. Zwaan sobre el	
		modelo situacional	13
	1.5.	Modelo matemático	15
	1.6.	El modelo de indexación de eventos	16
	1.7.	El Marco del Experimentador Inmerso (MEI) $$	19
2.	Met	sodología del estudio	25
	2.1.	Tipo de investigación	25
	2.2.	Características de la población estudiada para el	
		instrumento de investigación	26
	2.3.	Instrumento de recolección de datos	27
	2.4.	Fase de aplicación del instrumento	28
	2.5.	Clasificación de respuestas	29
	2.6.	Características de la población estudiada para las	
		entrevistas	29

	2.7.	Entrevistas	29
3.	Aná	ilisis cualitativo	31
	3.1.	Análisis de diversos modelos situacionales desde la perspectiva del MEI	31
	3.2.	Dimensiones identificadas en los modelos situa-	
		cionales \dots	40
	3.3.	Análisis de las entrevistas	47
		3.3.1. Interpretación y análisis de las entrevistas con la modalidad de lectura directa3.3.2. Interpretación y análisis de las entrevistas	
		con la modalidad de dictado	54
Co	onclu	siones	59
	Bibl	iografía	63
Ar	nexos	5	69

Introducción

Podemos decir que la matemática es la materia idónea para ejercitar el pensamiento humano, por ello las matemáticas y la resolución de problemas son una herramienta básica en la escolaridad y en su aprendizaje intervienen una serie de procesos cognitivos.

La siguiente investigación está ubicada en la didáctica de la matemática y se encuentra en el área de la enseñanza de las matemáticas, es por ello que a continuación hablaremos algo acerca de la didáctica de la matemática.

Rico (2012) dice que la Didáctica de la Matemática tiene como objeto delimitar y estudiar los fenómenos que se presentan durante los procesos de organización, comunicación, transmisión, construcción y valoración del conocimiento matemático.

La Didáctica de la Matemática, alias ciencia de la educación matemática, es el campo académico y científico de investigación y desarrollo que se propone identificar, caracterizar y entender los fenómenos y procesos, en potencia o en acto, implicados en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de cualquier nivel educativo (Rico, 2012).

El estatus epistemológico de la Didáctica de la Matemática y su carácter científico, según Rico (2012) lo establecen la enseñanza y aprendizaje de la matemática que conforman una actividad científica y forman parte de la propia disciplina matemática.

La Didáctica de la Matemática según Rico (2012) trata de conjuntar herramientas de muy diversas procedencias para atender a una tarea social relevante y abordar el núcleo de su competencia: los fenómenos de transmisión, comunicación y construcción del conocimiento matemático, de los que se derivan los problemas de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Una ciencia humana en proceso de constitución es la Didáctica de la Matemática.

Los objetos de estudio y trabajo para la Didáctica de la Matemática son los problemas que surgen en los distintos ámbitos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La finalidad investigadora transforma estos ámbitos de actuación y configura la Didáctica de la Matemática como una disciplina científica, y considera la investigación como una actividad de planteamiento, delimitación y resolución de problemas, proporciona un modelo para el diseño y desarrollo de una investigación educativa.

De los procesos de pensamiento podemos hacer objetos de aprendizaje, a través de situaciones problemáticas que se pueden abordar con las herramientas que ofrecen las matemáticas. Y una de las herramientas es la resolución de problemas, la cual estimula a los alumnos a afrontar situaciones nuevas, a responder cuestiones para las que no se conoce una respuesta mecánica, elaborar estrategias para resolver dichas situaciones, elaborar modelos de la situación para solucionar el problema, a plantear preguntas en las cuales puedan encontrar un camino para poder solucionar una nueva situación y finalmente aplicar sus conocimientos junto con sus destrezas.

En el aprendizaje de matemáticas, es probable que la ausencia del modelo situacional pueda ocasionar que el alumno no

comprenda el problema y, mucho menos, sea capaz de construir el modelo matemático necesario para su solución.

La mejor comprensión se puede inferir del mejor modelo situacional presentado en forma de un dibujo (Diezmann, 2000a).

Planteamiento del problema

El objetivo de esta investigación es analizar la construcción del modelo situacional durante la comprensión de un problema matemático desde la perspectiva del marco del experimentador inmerso y se prestará especial atención a las posibles diferencias o similitudes en la construcción de dicho modelo, también se analizarán las dimensiones segun Zwaan, que aparecen durante la construcción.

Las preguntas a las que se pretendió dar respuesta mediante este estudio y que sirvieron como guía en el diseño del instrumento para la recolección de datos, así como para el análisis de las respuestas, se comentan en seguida.

¿Qué elementos caracterizan la construcción del modelo situacional durante la comprensión textual de un problema cuando se utiliza la perspectiva del Marco del Experimentador Inmerso?

¿Qué dimensiones de la construcción del modelo situacional están presentes durante la comprensión textual del problema "Un paseo turístico" desde la perspectiva del Marco del Experimentador Inmerso?

Durante los últimos veinte años se han contrastado empíricamente diversos paradigmas acerca de la comprensión textual haciendo uso, principalmente, de estudios cuantitativos en donde el tiempo de reacción frente a determinados experimentos de lectura es fundamental. Por ejemplo, Bestgen y Dupont (2003) realizaron dos experimentos en los que los participantes leveron algunos textos, frase por frase, los cuales les dieron instrucciones acerca de cómo organizar los elementos en un diseño, para que luego realizaran una tarea de reconocimiento. Otros investigadores han señalado la importancia que puede tener la influencia de la eficiencia en el lenguaje y las habilidades de comprensión sobre la construcción del modelo situacional (Zwaan y Brown, 1996). Particularmente se ha puesto mayor énfasis en el análisis de la construcción del modelo situacional, llamado también por algunos autores como representación mental de la situación (van Dijk y Kintsch, 1983) que se describe en un texto. Sin embargo, se han realizado muy pocos estudios cualitativos en los que la construcción del modelo situacional es el principal objeto de estudio (Diezmann, 2000 a, b) sobretodo para conocer el papel que juegan las dimensiones (Zwaan y Radvansky, 1998) en la comprensión de problemas de matemáticas.

Diversas investigaciones tratan de conocer con mayor profundidad los diferentes factores que afectan la comprensión de problemas matemáticos verbales (Cummins, Kintsch, Reusser y Weimer, 1988; Kintsch y Greeno, 1985). El desempeño de los alumnos en la resolución de problemas matemáticos que define el éxito o el fracaso de cada estrategia de enseñanza. Por eso, desde hace tiempo, se intenta tener una visión científica sobre las causas que afectan tal desempeño para poder mejorarlo. Las dificultades para los alumnos aumentan bastante cuando los problemas implican un proceso de modelización matemática. Pues la mayoría de los alumnos al resolver un problema lo hace a

veces de forma mecánica, sin hacer un razonamiento necesario para comprender el problema. Es bastante conocido que muchos estudiantes han desarrollado la creencia de que todos los datos dados en el problema se tienen que incluir en las operaciones, con lo que llegan a respuestas incorrectas para la solución del problema.

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó una metodología con el enfoque cualitativo.

Inicialmente se aplicó el instrumento de investigación a una población de 140 estudiantes de primer grado de secundaria, de la ciudad de Puebla, posteriormente se realizaron entrevistas semiestructuradas cuyo propósito fue profundizar el estudio cualitativo con el fin de observar la construcción del modelo situacional que los sujetos realizan durante la comprensión de los problemas bajo el marco del experimentador inmerso.

El trabajo está conformado por tres capítulos, las conclusiones, la bibliografía correspondiente y los anexos.

En el primer capítulo se encuentra una panorámica general de los diversos trabajos que se han realizado acerca de este tema de investigación, destacando los posibles factores que influyen en éste. Así como las bases que darán sustento a los resultados obtenidos en nuestra investigación.

En el segundo capítulo exhibimos la metodología utilizada para la realización de nuestra investigación donde se muestra la manera en la que se llevó a cabo este estudio; se describen las características de la población estudiada como su edad promedio y su nivel socioeconómico.

También se presenta aquí el instrumento de acopio de datos, el

cual consta de una hoja de trabajo con una versión modificada de un problema que se encuentra en un libro de texto de primer grado de secundaria.

Asimismo se describe la aplicación de dicho instrumento. Se describen también algunas características de la entrevista.

En el tercer capítulo se presenta el análisis cualitativo de los resultados obtenidos mediante el instrumento de investigación y también se hace la interpretación y el análisis de las entrevistas realizadas a los estudiantes.

En las conclusiones, se incluye una breve discusión sobre los resultados obtenidos.

La bibliografía que se presenta en esta investigación tiene la finalidad de dar a conocer al lector las referencias bibliográficas que se utilizaron, asimismo servirle como una guía de consulta para profundizar en este tema y de referencia en otras investigaciones.

Finalmente en los anexos aparece el instrumento de acopio de datos el cual consta de una hoja de trabajo con el planteamiento del problema "Un paseo turístico" el cual fue re-escrito en términos del marco del experimentador inmerso.

También se ubican las guías para la realización de las entrevistas, estas guías de entrevista constan de dos modalidades, lectura directa y dictado.

> Alejandra Mejía Saldaña Facultad de Ciencias Físico Matemáticas,

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 2014

Capítulo 1

Marco teórico

Resolver problemas de matemáticas es una tarea que realizan los alumnos a lo largo de su educación, ya que les permite desarrollar las habilidades necesarias para aplicar sus conocimientos matemáticos a situaciones de la vida cotidiana.

Las dificultades experimentadas por los alumnos en la resolución de problemas escolares son el resultado de modos de enseñanza basados exclusivamente en dietas de problemas estereotipados, presentados por lo general como instancias de aplicación, para los cuales las consideraciones ligadas a la realidad son, por lo general irrelevantes, y el uso mecánico de algoritmos resulta suficiente y eficiente para su resolución.

La mayoría de los alumnos al resolver un problema lo hace de forma mecánica, sin hacer un razonamiento necesario para comprender dicho problema. De hecho, tienden a someter todos los datos que se les presentan a diferentes operaciones matemáticas (a veces escogidas al azar) y con eso pretenden dar un resultado.

1.1. Tipos de problemas

Un alumno en su trayectoria escolar tendrá que enfrentarse a diferentes tareas matemáticas para poder resolver problemas. Vicente y Orrantia (2007), por ejemplo clasifican a los problemas en: problemas verbales realistas, problemas algebraicos y problemas aritméticos.

Los problemas verbales realistas son aquellos que reproducen fielmente situaciones del mundo real.

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

Los problemas aritméticos se resuelven mediante la aplicación de operaciones aritméticas básicas.

1.2. Comprensión

Según Polya (1976, p.18), los cuatros pasos en la resolución de problemas son:

- 1. Comprender el problema
- 2. Concebir un plan
- *. Determinar la relación entre los datos y la incógnita.
- *. De no encontrarse una relación inmediata, puede considerar problemas auxiliares.
- *. Obtener finalmente un plan de solución.
- 3. Ejecución del plan
- 4. Examinar la solución obtenida.

La comprensión, puede definirse como la construcción de un modelo situacional a partir de la representación superficial de dicho texto y de los conocimientos previos del lector (Tijero, 2009)

Para que un alumno resuelva exitosamente un problema de matemáticas, debe comprender el problema. Pero no sólo debe comprenderlo, sino también debe desear resolverlo. El enunciado verbal del problema debe ser comprendido. El alumno deberá, también, poder separar las principales partes del problema, la incógnita, los datos, la condición. Si hay una figura relacionada con el problema, debe dibujar la figura y destacar en ella la incógnita y los datos. Es necesario dar nombres a dichos elementos y por consiguiente introducir una notación adecuada.

Para entender un problema, se considera que una primera etapa es ubicar las estrategias que ayudan a representar y entender la situación y las condiciones del problema. También se debe tomar en cuenta la importancia de otras heurísticas como dibujar una gráfica o diagrama lo cual se ha indagado en términos del efecto que tienen tales actividades y representaciones en la resolución de problemas (Csíkos, Szitányi y Kelemen, 2011; Diezmann, 2000a, b; Voyer, 2010.)

Los especialistas comienzan a sostener que "la comprensión exitosa de un texto no involucra solo la construcción de una representación de dicho texto, sino también la construcción de una representación mental de la situación descrita en él..." (Ibáñez, 2007, p.87), representación que otros autores llaman Representación Mental de la Situación (RMS) o simplemente Modelo Situacional (MS) (van Dijk y Kintsch, 1983).

La comprensión del lenguaje se asume como una simulación perceptual de la situación descrita (Zwaan, 2004).

1.3. Resolución de problemas verbales

El hacer un dibujo o diagrama de la situación planteada en el problema puede resultar crucial para el que intenta resolver un problema verbal (Diezmann, 2000a). Por lo que, una gran cantidad de problemas verbales en los que interviene o se describe una situación real, la cual necesariamente debe ser modelada por los comprendedores, se presentan al sujeto como si tal representación mental de la situación fuese un proceso inmediato. Para Diezmann, representar la información escrita de un problema en un diagrama es, en principio, un proceso de traducción que involucra la decodificación de información lingüística y la codificación de información visual. Por otro lado, Csíkos, Szitányi v Kelemen (2011) encontraron en su estudio, un programa de intervención fue exitoso para los estudiantes del grupo experimental al hacerlos más conscientes acerca de la importancia de hacer dibujos para los problemas matemáticos verbales. De hecho, los resultados hallados por estos investigadores apoyan el punto de vista de muchos docentes quienes subrayan la importancia de la modelación de situaciones matemáticas reales por medio del uso de problemas verbales en el aula, si éstos son seleccionados cuidadosamente. Incluso, señalan que esta actividad puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades aritméticas sin tener que resolver muchos problemas similares.

Durante muchos años de investigación sobre la resolución de problemas se ha puesto especial atención a 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 (Leiss, Schukajlow, Blum, Messner y Pekrun, 2010). En su trabajo, Borromeo (2006)

señala la distinción teórica y empírica entre las fases del proceso de modelación dentro de la resolución de problemas. Esta investigadora clasificó en cuatro grupos los diferentes ciclos de modelación que diversos autores han descrito. En el primer grupo se distingue entre el modelo situacional (o representación mental de la situación) y el modelo real. En el segundo grupo estas fases se encuentran mezcladas. En el tercer grupo se encuentran los estudios que no distinguen entre el modelo situacional y el modelo real. En el cuarto grupo se considera que se parte de la situación real hacia el modelo matemático sin pasar por el modelo situacional y el modelo real.

Por su parte, Borromeo (2006) sostiene que el modelo situacional es una fase importante en el proceso de modelación debido a que en él se describe la transición entre la situación real y el modelo situacional como una fase de comprensión de la tarea.

En la Figura 1.1 se observa el esquema propuesto por Borromeo (2006).

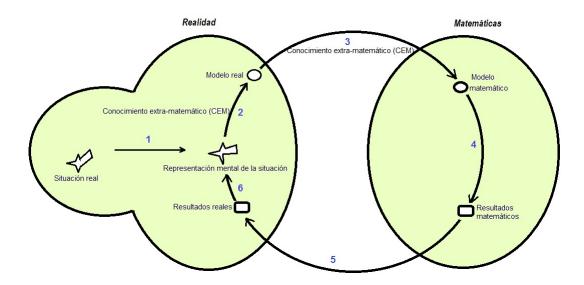


Figura 1.1: Esquema del proceso cíclico de modelación desde una perspectiva cognitiva inspirado en Borromeo (2006), p. 92

- 1. Comprendiendo la tarea.
- 2. Simplificación/Estructuración de la tarea; uso/necesidad de (CEM), dependiendo de la tarea.
- 3. Matematización; CEM es requerido aquí fuertemente.
- 4. Trabajar matemáticamente, usando competencias matemáticas individuales.
- 5. Interpretando.
- 6. Validando.

Desde esta misma perspectiva cognitiva, diversos trabajos se han enfocado en el complejo proceso de comprensión textual durante la resolución de problemas verbales, tanto de álgebra y problemas realistas, así como con problemas aritméticos de tipo cambio, comparación y combinación (Vicente y Orrantia, 2007). Estos investigadores sugieren la necesidad de crear un modelo de la situación del problema, aplicando para ello el conocimiento

del mundo real que posea el alumno.

Desde diferentes modelos teóricos se afirma que dicha necesidad se presenta, tanto para problemas realistas como para problemas aritméticos y algebraicos.

Por su parte, Reusser (1988), propone que es necesario producir, lo que él llama Modelo Episódico de la Situación, entre el texto base (Kintsch y van Dijk, 1978) y el modelo matemático del problema.

En la Figura 1.2 se observa el esquema del Modelo Episódico de la Situación.

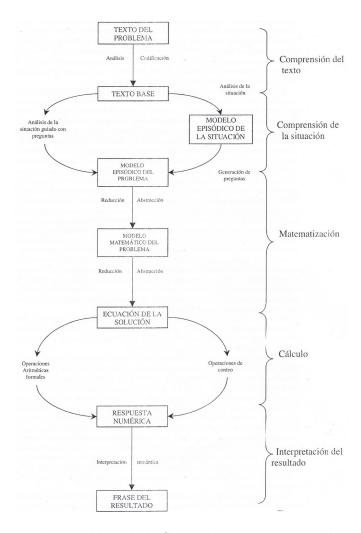


Figura 1.2: Modelo Episódico de la Situación, entre el texto base y el modelo matemático del problema, tomado de Reusser (1988).

1.4. Modelo situacional

Kintsch, psicólogo norteamericano, desarrolló un modelo explicativo de la comprensión de textos en el que, el modelo situacional juega un papel determinante en los procesos cognitivos que tienen lugar en la lectura e interpretación de la información escrita. La resolución de problemas matemáticos verbales implica dicha comprensión de la base textual, así como de la correcta construcción del modelo situacional que permita al sujeto que resuelve elaborar posteriormente el modelo matemático. De la misma forma, se han realizado investigaciones que intentan esclarecer las razones por las que los estudiantes tienen dificultades al elaborar diagramas o representaciones de problemas, señalando que una inadecuada representación de los mismos puede limitar las capacidades de los niños en la resolución de problemas, y proponen, a su vez, investigar los factores que influyen en dicha representación (Diezmann, 2000b).

El modelo situacional, es el constructo en la memoria episódica que representa el evento o situación sobre la que habla el texto. En este sentido, van Dijk y Kintsch (1983) señalan la necesidad de los modelos situacionales, argumentando que éstos no son meramente construcciones plausibles, sino que son imprescindibles para dar cuenta de los fenómenos de la comprensión del discurso y la memoria. Esto implica que el texto base solo representaría aquellos significados expresados por el texto, pero la comprensión real involucraría la construcción de un nuevo modelo, o actualización de un modelo antiguo. Estos modelos serían subjetivos, por lo que implicaría que la comprensión es personal, única y definiría una interpretación específica de un texto específico en un momento específico.

Lo más importante sobre los modelos de situación es que son resultado de la información que se deriva del conocimiento previo del lector. En otras palabras, el lector genera proposiciones puente, inferencias, fragmentos de su propio conocimiento previo, fragmentos del conocimiento previo social, etc.

No obstante la cantidad de investigaciones que señalan la importancia del modelo situacional durante la comprensión del texto del problema, algunos investigadores como Voyer (2010), sostiene que la cuestión de la influencia de la construcción de dicho modelo sobre el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas verbales permanece abierta. En el mismo sentido, van Dijk y Kintsch (1983) subrayan que "sabemos muy poco acerca de las condiciones que favorecen o inhiben la construcción de los modelos situacionales a partir de los textos" (van Dijk y Kintsch, 1983; p. 346).

Kintsch y van Dijk (1978) plantean que los sujetos representan los textos a partir de dos niveles: el código de superficie y el texto-base. Posteriormente, los autores agregan un nivel más: el modelo situacional, el cual consideran como una estructura integrada de información que recoge información episódica previa acerca de alguna situación así como información general instantánea de la memoria semántica (van Dijk y Kintsch, 1983). Así, establecen que para estudiar la comprensión de los textos se necesitan tres niveles:

1. Código de superficie

Este nivel corresponde a la formulación literal de palabras y frases que pueden recordarse aunque se desconozca el significado. En este nivel de representación, el procesamiento se centra en las reglas para combinar las palabras de forma que se cumplan las restricciones sintácticas del lenguaje. El lector aporta, principalmente, sus conocimientos léxicos y sintácticos.

2. Base de texto (ó texto base)

La base de texto captura el significado del texto. Es el conjunto interrelacionado de todas las proposiciones que representan el significado de un texto. Se trata de un conjunto que tiene estructura y no de una lista de proposiciones sin conexión entre sí. Y se han distinguido tres tipos de estructura en la base de texto: "microestructura", "macroestructura" y "superestructura esquemática".

Microestructura. Es el conjunto de proposiciones del texto relacionadas localmente, cuando éste se considera frase a frase.

Macroestructura. Es el conjunto de proposiciones que sintetizan su significado y se construye a partir de la microestructura aplicando ciertos operadores.

Superestructura. Es la relación más general que se puede encontrar entre las ideas del texto.

3. Modelo situacional

El modelo situacional es una representación mental en la que aparecen las ideas que provienen del texto y las que son propias del lector. Incorpora todas las elaboraciones e inferencias necesarias para establecer coherencia en la base de texto y se define como "la representación cognitiva de los acontecimientos, acciones, personas, y, en general de la situación sobre la que trata el texto" (van Dijk y Kintsch, 1983, p. 12).

Por ello, el modelo situacional puede concebirse como ocurrencias específicas de un tipo de situación. Así, respecto de la situación "ir a comer a un restaurante", el modelo situacional

incluirá el día en que tuvo lugar el evento, los participantes específicos, el restaurante visitado, posiblemente lo que comieron y cuánto costó, entre otros aspectos.

Por esta razón, van Dijk y Kintsch (1983) consideran que el modelo situacional es esencial para la comprensión. Inclusive, arguyen que es la base para la interpretación textual.

Los autores ofrecen cuatro argumentos que sustentan el planteamiento de este constructo y que se desprenden del supuesto de que el modelo situacional contempla todo el conocimiento que se deja implícito en el texto o que se presupone.

Primero, el modelo situacional reduce las posibilidades de distorsionar las relaciones de coherencia local (microestructura) del texto.

Segundo, permite recordar y organizar la información generada a partir de un texto-base desorganizado.

Tercero, debido a que las palabras y expresiones que se utilizan en un texto refieren a varios elementos, desde objetos individuales y sus relaciones hasta hechos en algún mundo posible, el modelo situacional permite que cada sujeto genere una interpretación particular del texto la cual está sujeta a la experiencia de cada individuo.

Por último, el modelo situacional, además de integrar la basetextual con el conocimiento previo del lector, constituye el fundamento para el aprendizaje, ya que "el aprendizaje puede ser mejor entendido como la modificación de los modelos situacionales" (van Dijk y Kintsch, 1983, p. 342).

1.4.1. La perspectiva de Rolf A. Zwaan sobre el modelo situacional

El modelo situacional supone ir más allá de una representación lingüística o conceptual del texto para afirmar que la comprensión involucra la construcción de una representación mental de lo que el texto trata: personas, objetos, lugares, eventos y acciones descritas en el mismo, y no solo palabras, oraciones y párrafos (Zwaan, 1999b).

Algunos especialistas han basado la construcción de un modelo de situación en el uso estratégico que los individuos hacen de su conocimiento previo (van Dijk y Kintsch, 1983); otros, han puesto especial atención en las inferencias que un individuo es capaz de generar durante la comprensión y, particularmente, Zwaan ha asignado un rol esencial a los eventos presentes en una narración y que los individuos son capaces de relacionar (o indexar) (Zwaan, Langston y Graesser, 1995; Zwaan y Radvansky, 1998).

Para Zwaan, a diferencia de Kintsch, el modelo de situación no es solo un requisito para la comprensión o parte de ella, sino su equivalente.

Para Zwaan y Radvansky (1998), la pregunta de investigación a responder no es cómo los lectores comprenden un texto, sino cómo ellos construyen un modelo de situación.

Si el problema se refiere a alguna situación específica, la comprensión requiere que el alumno sea capaz de construir un modelo situacional y, basándose en él, el correspondiente modelo matemático. La mejor manera de verificar la presencia del modelo situacional es mediante los dibujos creados por los estudiantes.

Esto se puede ver en investigaciones recientes (Juárez y Slisko, 2011; 2013) que han reportado los resultados donde muestran las diversas y profundas dificultades que tienen los estudiantes de secundaria al dibujar su imagen mental de cierta situación a la que se refiere un problema, por ejemplo, en el caso del planteamiento "El árbol caído":

"Un árbol ha sido roto por el viento de tal manera que sus dos partes forman con la Tierra un triángulo rectángulo. La parte superior forma un ángulo de 35° con el piso, y la distancia, medida sobre el piso, desde el tronco hasta la cúspide caída es de 5 m. Halla la altura que tenía el árbol." (Mancera, 2008, p. 333)

En ambos estudios se encontró que, después de aplicar a treinta estudiantes de tercer año de secundaria el problema "El árbol caído", sólo diez de ellos fueron capaces de dibujar la situación real descrita en el texto. De estos diez estudiantes, sólo uno de ellos relacionó los datos del problema con el dibujo en forma correcta. Los 9 alumnos restantes, aunque dibujaron la situación real correctamente, introdujeron los datos del enunciado en forma incorrecta, ya sea asignando los 35° al ángulo formado por las partes del árbol o localizando la medida de 5m en la parte del árbol que quedó en pie o, en algunos casos a la parte caída.

Los otros 20 alumnos que no lograron dibujar correctamente la situación descrita en el problema se clasificaron inicialmente en dos categorías: Los que dibujaron el árbol caído o roto y los que dibujaron el árbol entero.

La primera categoría formada por 11 estudiantes, en la que a su vez podemos dividir en dos subcategorías, la primera está conformada por 5 estudiantes que parecen haber sido influidos por el título del problema: "El árbol caído" y efectivamente es lo que dibujaron, un árbol caído a causa del viento.

Para estos alumnos la situación fue representada mediante un árbol en momentos distintos, cuando se encontraba en pie, antes de la acción del viento, y cuando cayó, después de la acción del viento. Curiosamente, uno de estos 5 alumnos dibujó un triángulo no rectángulo situado en la base del árbol antes de caer, al parecer motivado por el hecho de que en el texto se menciona la formación de un triángulo.

La segunda subcategoría, formada por 6 estudiantes, se caracteriza por el hecho de que los dibujos realizados muestran un árbol roto por el viento, pero que estrictamente no forman un triángulo rectángulo o dicho triángulo aparece como algo ajeno al modelo situacional.

Nathan, Kintsch y Young (1992), citado por Vicente y Orrantia (2007), proponen un modelo teórico según el cual para resolver un problema, en primer lugar, el sujeto ha de leer y comprender el enunciado. Una vez comprendido el problema, 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.

1.5. Modelo matemático

La solución de un problema requiere una formulación matemática detallada. Al conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que traducen, de alguna manera, un fenómeno en

cuestión o un problema realista, lo denominamos Modelo Matemático.

En la ciencia, la noción de modelo es fundamental para la constitución y expresión del conocimiento. En especial, la matemática, con su arquitectura, permite la elaboración de modelos matemáticos, lo que posibilita una mejor compresión, simulación y previsión del fenómeno estudiado.

Un modelo puede ser formulado en términos familiares, tales como: expresiones numéricas o fórmulas, diagramas, gráficos o representaciones geométricas, ecuaciones algebraicas, tablas, programas computacionales, etc.

Por otro lado, cuando se propone un modelo, éste proviene de aproximaciones realizadas para poder entender mejor un fenómeno. Sin embargo, no siempre tales aproximaciones están de acuerdo con la realidad. Sea como sea, un modelo matemático retrata, aunque con una visión simplificada, aspectos de la situación investigada.

1.6. El modelo de indexación de eventos

Zwaan se sitúa en un límite difuso entre el enfoque cognitivista y el emergente y propone el Modelo de Indexación de Eventos (Zwaan, Langston y Graesser, 1995; Zwaan, Graesser y Magliano, 1995; Zwaan y Radvansky, 1998), describiendo cómo un modelo de situación se construye y actualiza a partir de ciertas dimensiones (tiempo, espacio, protagonistas, objetos, causalidad e intencionalidad).

Zwaan (2004) pretende dar respuesta a factores de tipo representacional que no quedaban suficientemente claros en el Modelo de Indexación de Eventos.

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 situacional. Desde este enfoque, el individuo que comprende es concebido como un experimentador inmerso en la situación descrita (Zwaan, 2004).

La propuesta de Zwaan y colaboradores acerca de la forma en que un modelo de situación es construido y actualizado se comienza a manifestar con la presentación de su Modelo de Indexación de Eventos. Zwaan, Langston y Greasser (1995) 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, Langston y Greasser (1995) 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, a saber, espacio, protagonistas, causalidad e intencionalidad, 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. Cada evento de la historia es indexado en el marco de tiempo en el que éste 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).

El modelo de indexación de eventos distingue tres tipos de modelos de situación, el modelo actual, el modelo integrado y el modelo completo (Zwaan y Radvansky, 1998), asimismo, se identifican cuatro tipos de procesos que operan durante la construcción del modelo de situación.

- (1) Construcción, se refiere a la fabricación de un modelo de la situación a partir de la cláusula que está siendo leída.
- (2) Actualización, se refiere al proceso de incorporación del modelo actual al modelo ya integrado de la situación descrita en las cláusulas previas.
- (3) Recuperación, se refiere al proceso de traer partes del modelo integrado o el modelo final desde la memoria de largo plazo a la memoria de trabajo de corto plazo a través de la memoria de trabajo de largo plazo.
- (4) La mantención del foco, foregrounding, se refiere al proceso que construye y mantiene pistas de recuperación en la memoria de trabajo de corto plazo relacionados con partes del modelo integrado en la memoria de trabajo de largo plazo (Zwaan y Radvansky, 1998).

El modelo (Zwaan y Radvansky, 1998) distingue entre:

(1) Un marco situacional, que es concebido como un marco espacio temporal que ubica 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.

Las relaciones espaciales, por ejemplo, denotan la relación entre las entidades dentro de una ubicación determinada.

(3)El contenido situacional, que incluye información como entidades (protagonistas y objetos) y sus propiedades (atributos físicos y psicológicos).

Como sostiene, Zwaan y Radvansky (1998, p.179), "el modelo de indexación de eventos no es y no pretende ser, un modelo completo de la construcción de modelos de situación."

1.7. El Marco del Experimentador Inmerso (MEI)

Particularmente se ha puesto mayor énfasis en el análisis de la construcción del modelo situacional, llamado también por algunos autores como representación mental de la situación que se describe en un texto. Sin embargo, se han realizado muy pocos estudios cualitativos en los que la construcción del modelo situacional es el principal objeto de estudio (Diezmann, 2000 a, b) sobretodo en lo que se refiere a las dimensiones de dichos modelos, así como el papel que juegan en la comprensión de textos.

De acuerdo con Zwaan y Radvansky (1998) los modelos situacionales son representaciones multidimensionales y, por lo tanto, se necesita identificar las dimensiones críticas de dichos modelos. Así, también, necesitamos comprender cómo los lectores construyen y monitorean las múltiples dimensiones. Señalan también

que es, tanto teórica como metodológicamente importante, diseccionar la construcción de los múltiples aspectos del modelo situacional.

La propuesta del Marco del Experimentador Inmerso (MEI) propuesta por Zwaan (2004), sostiene básicamente que el comprendedor del lenguaje es un experimentador inmerso en la situación que se describe en el texto o en el discurso. Cuando se comprende el lenguaje, los ojos de la persona y los movimientos de sus manos son consistentes con lo que se percibe o se actúa en la situación descrita. La premisa básica es que el lenguaje es un conjunto de señales para que el comprendedor construya una simulación experiencial (percepción más acción) de la situación descrita. En esta conceptualización, "el comprendedor es un experimentador inmerso de la situación descrita y la comprensión es la experiencia vicaria de la situación descrita" (Zwaan, 2004, p.36). Para él, la comprensión es el resultado de la experiencia vicaria que tiene el sujeto cuando intenta entender un texto.

La idea central del Experimentador Inmerso (Zwaan, 2004) 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 experienciales de palabras (lexicales, gramaticales, fonológicas, motoras, táctiles) así como también representaciones experienciales asociadas a sus referentes (motoras, perceptuales, emocionales y, frecuentemente, una combinación de éstas).

El Experimentador Inmerso, no se limita a describir cómo construimos un modelo de situación a partir de la lectura de un texto narrativo o de cualquier tipo de texto, sino más bien pretende describir la forma en que comprendemos el lenguaje. Para esto, se centra en el rol asignado a los eventos durante la comprensión.

Uno de los objetivos centrales de la propuesta del Experimentador Inmerso es entregar un sustento teórico sólido a los planteamientos acerca del tercer nivel de representación (MS). 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 forma, dar un mayor sustento al aspecto macro, que es, en definitiva, el modelo de situación.

El MEI distingue tres procesos centrales de la comprensión del lenguaje: "activación", "construcción" e "integración". Zwaan asume, junto con Kintsch (1988), que las primeras palabras entrantes resultan en un patrón difuso de activación, el cual es subsecuentemente reducido por un mecanismo restrictivo de satisfacción que toma información contextual en consideración. Este autor asume también que el principal objetivo de la comprensión del lenguaje es la construcción de una representación mental de la situación referencial, es decir, un modelo situacional.

El MEI distingue tres componentes generales del proceso de comprensión: la activación, la construcción y la integración. En dichos componentes no se asume que operan secuencialmente, pues el primero opera al nivel de las palabras, el segundo a nivel clausular y el tercero a nivel discursivo.

Activación. Las palabras entrantes activan redes funcionales que, también, son activadas cuando el referente es experimentado. El grado de difusión de la representación depende de la

22 Marco teórico

frecuencia de distribuciones y de la primacía y lo reciente de nuestras experiencias con su referente. El mecanismo de restricción-satisfacción por el cual una red funcional activada previamente difundida es restringida para encajar la simulación mental es llamado articulación y ocurre durante la construcción.

Construcción. La construcción es la integración de redes funcionales en una simulación mental de un evento específico. Durante la construcción, las redes funcionales inicialmente activadas llegan a ser articuladas por medio de un mecanismo de restricción-satisfacción. Los principios generales del modelo de construcción-integración de Kintsch (1998) no desarrollado con los sistemas de símbolos perceptuales en mente, proporciona una manera de conceptualizar este proceso. Dado que la comprensión del lenguaje ocurre normalmente rápido, la velocidad normal del habla es casi 2.5 palabras por segundo y la velocidad normal de lectura es casi el doble de rápido (y es creciente), el comprendedor intenta interpretar cada palabra inmediatamente. Por tanto, la construcción es un proceso inmediato y creciente. En algunos casos, la red funcional activada por una palabra restringe la activación de la red funcional activada por la siguiente palabra (Zwaan, 2004).

Componentes de la construcción

- 1. Tiempo
- 2. Región espacial
- 3. Perspectiva
- 4. Entidad focal
- 5. Relación
- 6. Entidad de fondo o secundaria
- 7. Rasgo

Integración. Una vez que la representación de un evento ha sido parcialmente construida, se pasa a un siguiente proceso de construcción. De esta forma, los componentes relevantes de la construcción o las construcciones anteriores constituirán parte del contenido de la memoria de trabajo, de la misma manera que lo harán las redes funcionales activadas por las palabras actuales e influirán por tanto la construcción actual.

La integración se refiere, justamente a la transición entre una construcción y la siguiente. El supuesto es que estas transiciones están basadas en la experiencia.

Tipos de transiciones entre las construcciones. En las descripciones de escenas estáticas, el experimentador modula típicamente la atención y las transiciones asociadas son perceptuales, mayormente visuales, por naturaleza. Las transiciones típicas en las descripciones escénicas son acercadas, panorámicas, exploradas y fijadas, donde cada construcción simula la experiencia visual de un objeto, parte de un objeto o una característica del objeto. Por tanto, las construcciones estimuladas por esos marcos de atención son experiencias visuales de las entidades denotadas y las transiciones entre ellas son procesos visuales comunes.

En las descripciones de escenas dinámicas o secuencias de acciones en las cuales el experimentador es estrictamente un observador, las transiciones son moduladas por cambios en la escena que atraen la atención. En ambas descripciones, tanto de escenas estáticas como dinámicas, es a menudo el caso que la atención cambia a partir del ambiente hacia un estado interno del experimentador. Por ejemplo una emoción (ej. Temor después de ver su propia oficina revuelta), un estado cognitivo (ej.

24 Marco teórico

confusión al ver una obra de arte abstracta o un recuerdo al oler un olor determinado).

Capítulo 2

Metodología del estudio

El propósito de este estudio es, analizar la construcción del modelo situacional durante la comprensión de un problema matemático desde la perspectiva del marco del experimentador inmerso, y ver que dimensiones aparecen durante la construcción, para esto se utilizó la siguiente metodología.

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación se realizó en base al enfoque cualitativo; ya que este enfoque trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones. Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación y busca principalmente la dispersión y expansión de los datos o información (Hernández, Fernández y Baptista, 2004).

Con el fin de averiguar cómo los estudiantes construyen el modelo situacional al tratar de resolver un problema matemático textual, se presenta un estudio de corte cualitativo mediante la aplicación de una hoja de trabajo con una versión modificada de un problema que se encuentra en un libro de texto de primer grado de secundaria. Así como la aplicación de entrevistas.

Se trata de un estudio exploratorio, donde analizamos a detalle cada una de las pruebas contestadas por los estudiantes, que si bien es cierto que son diferentes, y por ello analizaremos los procedimientos que se sigue en cada prueba. En este estudio se tiene la finalidad de indagar acerca de las dimensiones del modelo situacional que construyen los sujetos durante el proceso de lectura, de igual manera averiguar más profundamente la manera en la que se construyen los modelos situacionales frente a una versión modificada del problema original y que para nuestros fines llamamos "versión del experimentador inmerso". También analizaremos los datos que se obtuvieron en las entrevistas realizadas para ver con detalle cómo es que construyen el modelo situacional.

Cabe mencionar que el instrumento de investigación y las entrevistas se realizaron en diferentes escuelas secundarias de la ciudad de Puebla.

2.2. Características de la población estudiada para el instrumento de investigación

Los sujetos que consideramos para el estudio son 140 estudiantes de primer grado de secundaria de una escuela de la Ciudad de Puebla, México. La mayoría de los estudiantes de dicha institución pertenecen a un nivel socioeconómico medio y su edad oscila entre los 12 y 14 años. En esta institución se llevan

a cabo las actividades docentes apegadas al Plan y Programas de estudio de Educación Secundaria vigentes.

2.3. Instrumento de recolección de datos

En este apartado se comenta acerca de las características del instrumento de recolección de datos, el cual consiste en una hoja de trabajo con una versión modificada de un problema que se encuentra en un libro de texto de primer grado de secundaria (Chávez, Escalera y Hubard, 2003) y que para nuestros fines llamamos "versión del experimentador inmerso".

El instrumento usado en la investigación, consistió en una hoja de trabajo con el planteamiento del problema "Un paseo turístico" el cual fue re-escrito en términos del MEI. El planteamiento del problema original es el siguiente:

"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?" (Chávez, Escalera, y Hubard, 2003, p. 143)

El planteamiento del problema re-escrito en términos del MEI al cual llamamos "Un paseo turístico" es el siguiente:

"Imagina que entras en una pirámide y caminas 6.5 metros al centro de ella por un túnel que está en el nivel de la calle, hace frío y huele a humedad. 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. ¿Te encuentras por debajo o por arriba del nivel de la calle? ¿Cuántos metros?"

El enunciado del problema "Un paseo turístico", se dividió en dos partes y en cada parte había un recuadro en donde los estudiantes tenían que dibujar la situación descrita y en un recuadro final se les pedía que dibujaran o escribieran lo que consideraron necesario para contestar las preguntas del problema.

Dado que los modelos situacionales son considerados en la literatura como representaciones mentales, en el instrumento aplicado se consideró como Modelo Situacional al dibujo que los sujetos realizaron para representar la situación descrita en cada parte del enunciado que contiene el problema.

La razón por la que se realiza la separación entre el modelo situacional, que se espera dibujen los alumnos en los dos primeros recuadros y el modelo matemático que sería en el último recuadro, se debe a que en la mayoría de los libros de texto estos elementos se mezclan sin comentarios o aclaraciones. Está podría ser una probable razón por la que los alumnos no los distinguen y que no son capaces de intuir sus características principales.

2.4. Fase de aplicación del instrumento

El instrumento se aplicó a la población mencionada. Al momento de la aplicación del instrumento se les dio la indicación de que no se trataba de ninguna prueba o examen que pudiera afectar su calificación, para que los estudiantes contestaran con toda tranquilidad. Por otro lado, se les dio la indicación de que la hoja de trabajo debería resolverse de manera individual.

2.5. Clasificación de respuestas

Una vez que se aplicó el instrumento a los estudiantes se procedió a clasificarlos de acuerdo con sus respuestas dadas a las preguntas que se les pide que resuelvan.

Se tomaron las siguientes categorías: correcta e incorrecta, donde la respuesta esperada es, que se encuentren por arriba del nivel de la calle, un metro.

2.6. Características de la población estudiada para las entrevistas

Los sujetos que consideramos para realizar las entrevistas son 10 estudiantes, los cuales fueron escogidos al azar por los profesores que están frente a grupo de los cuales 8 son de sexo femenino y 2 son de sexo masculino que cursan el primer grado de secundaria de la segunda escuela de la Ciudad de Puebla, México, y cuya edad oscila entre los 12 y 14 años.

2.7. Entrevistas

Las guías de entrevista tienen dos modalidades: lectura directa y dictado.

Se utilizaron estas dos modalidades pues según Zwaan y Radvansky (1998, pag. 164) hacer una comparación de la construcción de los modelos situacionales a través de diferentes modalidades sería muy fructífera para la investigación. Si se construyen modelos de la situación durante la lectura, o al escuchar, o ver, entonces podríamos suponer que utilizamos modalidades independientes para la construcción de estos modelos. De esta ma-

nera los estudiantes que son buenos para la construcción de los modelos situacionales deben demostrar esta capacidad a través de las diferentes modalidades.

El texto que se utilizó fue el del problema re-escrito en términos del MEI.

Se empleó la entrevista como una herramienta que tiene como propósito profundizar en el estudio cualitativo, esta entrevista se ha definido como un diálogo que inicia el entrevistador con el fin de obtener información acerca de cómo los sujetos realizan la construcción del modelo situacional durante la comprensión de los problemas bajo el marco del experimentador inmerso.

Se utilizó la entrevista semi-estructurada, ya que es una herramienta de investigación más abierta y flexible. Además de que una de las ventajas de un enfoque menos estructurado es que permite ajustar las preguntas según la postura y comentarios de los entrevistados.

Cabe mencionar que con las entrevistas se amplía la información obtenida a partir de las respuestas dadas con el instrumento.

Capítulo 3

Análisis cualitativo

3.1. Análisis de diversos modelos situacionales desde la perspectiva del MEI

En un primer acercamiento a los datos obtenidos mediante el instrumento mencionado encontramos que, al construir el modelo de la situación descrita en el problema, y con el fin de obtener una visión general sobre la construcción del modelo situacional desde el marco del experimentador inmerso por parte de cada uno de los 140 alumnos que contestaron el instrumento se calculó el porcentaje de aciertos.

De las aplicaciones que se hicieron, sólo 32 alumnos que realizaron la actividad dieron la respuesta correcta a las preguntas que se pedían en el problema, es decir que se encontraban a un metro por arriba del nivel de la calle. Por otro lado, resulta interesante el hecho de que 13 estudiantes no pudieron determinar si se encontraban por arriba o por debajo del nivel de la calle y 5 estudiantes determinaron que se encuentraban al nivel de la calle. Por otro lado, 54 estudiantes contestaron que se encontraban por debajo del nivel de la calle. En otro caso, 36 sujetos

respondieron que se encontraban por arriba del nivel de la calle a una distancia distinta de 1m.

т	· c	• /				1	α 1	0 1
La	intorn	nacion	SP	concentra	en	Θ	Chiadro	3 1
\mathbf{L}^{α}	1111011		\sim	COLICCITULA	\sim 11	\sim 1	Cuadio	$o \cdot \mathbf{r}$

Clasificación de las respuestas de acuerdo con los modelos situacionales bajo el MEI									
Dieron la respuesta correcta	No pudieron determinar si se encontraban por arriba o por debajo del nivel de la calle	Determinaron que se encontraban en el nivel de la calle	Determinaron que se encontraban por debajo del nivel de la calle	Determinaron que se encontraban por arriba del nivel de la calle a una distancia distinta de 1m					
22.85%	9.28%	3.57%	38.57%	25.71%					
32/140	13/140	5/140	54/140	36/140					

Cuadro 3.1: Clasificación de las respuestas de acuerdo con los modelos situacionales bajo el MEI.

En los modelos situacionales que realizaron los estudiantes pudimos apreciar que, aparecen un mayor número de elementos realísticos que acompañan a la situación, como la pirámide, la calle, el túnel, las escaleras (o rampas), el viento, la humedad y el cuarto e incluso nubes y autos.

La mayoría de los alumnos que dibujan la situación con muchos elementos realísticos contestan mal a las preguntas del problema.

Al analizar en primer lugar los dibujos de los estudiantes en los que afirmaron que se encontraban por debajo del nivel de la calle, encontramos diferentes comportamientos, pues suponemos que la palabra 'caída', la cual aparece en la segunda parte del enunciado del problema, determina la respuesta que dan los estudiantes en esta versión desde la perspectiva del MEI. Esta clase de respuestas indica una fijación en el verbo que se menciona en dicha parte del enunciado. Para estos estudiantes parece

no importar lo que sucedió antes de llegar al pequeño cuarto, esto es, la subida de 2 metros. En este sentido, Zwaan (1999b) argumenta que "...la interpretación de la gente sobre el significado de un verbo denotando el movimiento de personas u objetos en el espacio, tales como 'acercarse', depende de sus modelos situacionales..." (p.15.).

Los estudiantes que dibujaron la situación descrita en la segunda parte del enunciado del problema parecen haber realizado la activación, que según Zwaan (2004) consiste en que "las palabras entrantes activan redes funcionales que también son activadas cuando el referente es experimentado", del significado de resbalar o caer en una rampa al momento de leer la palabra 'caída'. Obsérvese cómo representan al protagonista (o él mismo) en posición casi horizontal, así como el cuarto al que llegarían. De ahí que su respuesta sea que tanto ellos como el cuarto se encuentran a 1 m por abajo del nivel de la calle. Su producción puede apreciarse en la Figura 3.1.

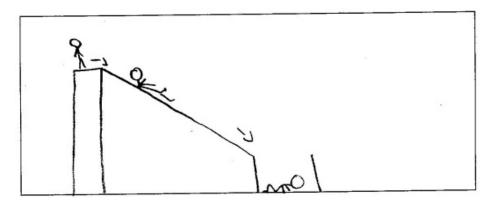


Figura 3.1: Modelo situacional en el que el sujeto S27 enfoca su atención en la palabra caída.

En la Figura 3.2 se muestra un modelo situacional realizado por un estudiante en el que se observa como al momento de leer la palabra 'caída' activa el significado de resbalar o caer pero no necesariamente cae o resbala de un rampa. Cabe mencionar que este alumno responde que se encuentra por arriba del nivel de la calle 1m.

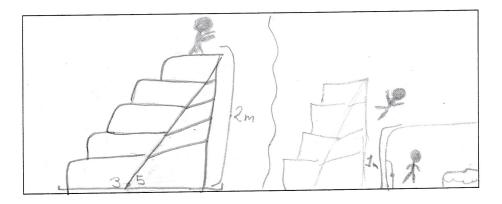


Figura 3.2: Modelo situacional en el que el sujeto S28 enfoca su atención en la palabra caída.

Es interesante también observar que cuando los alumnos leen la frase 'sube 2 metros' éstos dibujan la situación descrita utilizando una rampa o unas escaleras para realizar la subida. Obsérvese como representan al protagonista (o él mismo) en posición casi vertical realizando dicha subida en las Figuras 3.3 y 3.4.

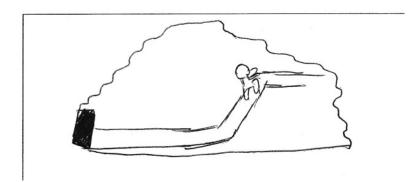


Figura 3.3: Modelo situacional en el que el sujeto S3 realiza la subida utilizando una rampa.

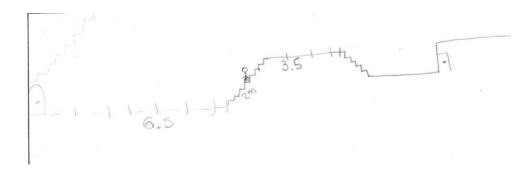


Figura 3.4: Modelo situacional en el que el sujeto S43 realiza la subida utilizando unas escaleras.

También resulta interesante observar la manera en que algunos alumnos representaron la subida trepando y dibujaron al protagonista (o él mismo) en posición totalmente vertical, lo cual se puede apreciar en la Figura 3.5.

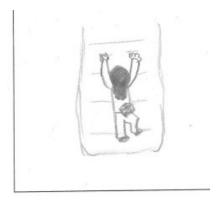


Figura 3.5: Modelo situacional en el que el sujeto S45 realiza la subida trepando.

Si consideramos las distintas dimensiones que intervienen en la construcción del modelo situacional desde la perspectiva del MEI, podríamos afirmar que la continuidad espacio-temporal juega un papel importante en este caso. El sujeto que trata de comprender el texto del problema tiene presente que se encuentra dentro del túnel y tiene como objetivo (intencionalidad) llegar a un cuarto. Esto puede apreciarse en las Figura 3.6 y 3.7.

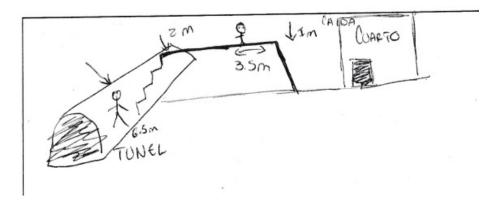


Figura 3.6: Modelo situacional realizado por el estudiante S26 en relación con la continuidad espacio-temporal.

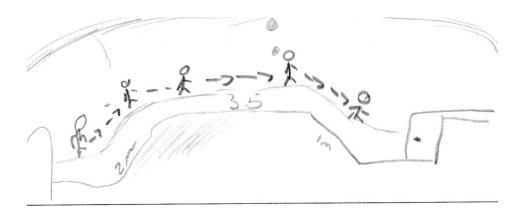


Figura 3.7: Modelo situacional realizado por el estudiante S81 en relación con la continuidad espacio-temporal.

Estos resultados muestran una vez más la gran importancia de la construcción coherente del modelo situacional y las grandes dificultades que tienen los estudiantes para lograrlo.

Sin embargo, la diversidad de los dibujos que aparecieron en este pequeño subconjunto de estudiantes nos muestra que no sólo la comprensión adecuada del texto del problema conduciría al estudiante a plantear el modelo matemático. La representación mental de la situación (RMS) que el alumno elabora antes de construir el modelo matemático (MM) podría ser determinante en la correcta resolución del problema. Analizando con mayor detalle las diversas producciones de los alumnos hallamos diferentes tipos de modelos situacionales.

Un modelo situacional en el que el sujeto va dibujando la situación descrita por cada parte del enunciado desde la perspectiva del MEI, se puede apreciar en las siguientes figuras. Nótese también que este estudiante considera los datos que aparecen en el enunciado del problema, elaborando así su modelo situacional en forma correcta, lo cual coincide con lo que Diezmann (2000a) encontró con niños de primaria, ya que afirma que aunque 'dibujar un diagrama' es preconizado como una estrategia útil en la resolución de problemas, generar un diagrama apropiado es problemático para muchos estudiantes. En las Figuras 3.8, 3.9 y 3.10 se muestran los dibujos realizados por e l único estudiante que construyó el modelo situacional adecuado a cada enunciado y asignó correctamente los datos pedidos en el problema. Obsérvese que este alumno prácticamente no pudo pasar al modelo matemático, pues se mantuvo presente siempre el modelo situacional.

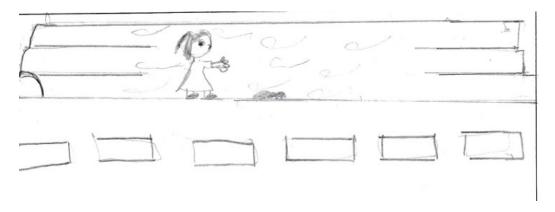


Figura 3.8: Modelo situacional realizado por el sujeto S82 para la primera parte del enunciado.

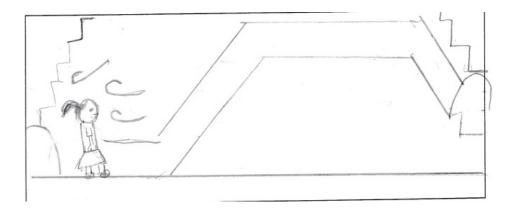


Figura 3.9: Modelo situacional realizado por el sujeto S82 para la segunda parte del enunciado.

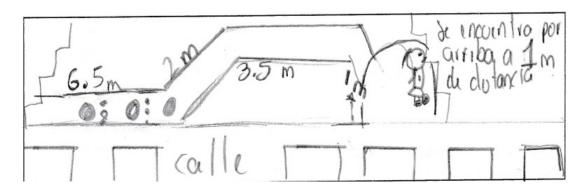


Figura 3.10: Modelo situacional realizado por el sujeto S82 para contestar las preguntas.

Este comportamiento del sujeto S82, puede explicarse también de acuerdo con lo que afirma Borromeo (2006), en el sentido de que: "El individuo tiene una representación mental de la situación, la cual está dada en el problema. Esta RMS puede ser muy diferente, por ejemplo dependiendo del estilo de pensamiento matemático del individuo: imaginaciones visuales en conexión con fuertes asociaciones con sus propias experiencias; o el enfoque se encuentra más en los números y hechos dados en el problema, los cuales, el individuo quiere combinar o relacionar"

3.2. Dimensiones identificadas en los modelos situacionales

Perspectiva. De acuerdo con Zwaan (2004) una de las componentes de la construcción de los modelos situacionales es la perspectiva. Para este investigador, la perspectiva "...es la relación espacio-temporal entre el experimentador y la situación..." (p. 43). Dicha componente tiene, a su vez otras subcomponentes, como son: ubicación, distancia y orientación.

Una de estas subcomponentes que resulta interesante analizar es la ubicación dentro de una región del espacio a partir de la cual la situación se experimenta y por lo tanto en la que se asume el sujeto que comprende el texto. De acuerdo con el MEI, es fundamental el tipo de perspectiva que los sujetos adoptan durante la construcción de los MS. Cuando los estudiantes se asumen dentro de la situación, la perspectiva se centra en lo que ven los sujetos a su alrededor, pero también la ubicación es implicada por un verbo, en este caso mediante la oración: "Imagina que entras en una pirámide...", lo anterior puede apreciarse en las Figuras 3.11, 3.12 y 3.13.

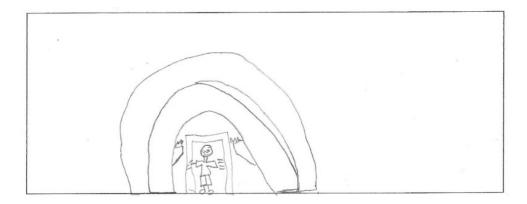


Figura 3.11: Perspectiva adoptada por el estudiante S63 en su modelo situacional.

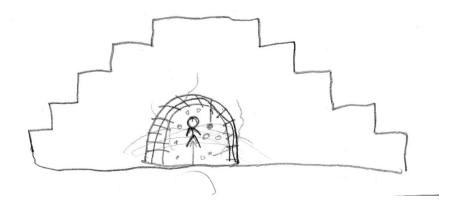


Figura 3.12: Perspectiva adoptada por el estudiante S80 en su modelo situacional.

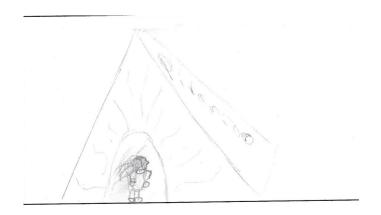


Figura 3.13: Perspectiva adoptada por el estudiante S90 en su modelo situacional.

En las siguientes Figuras (3.14, 3.15 y 3.16) tenemos los modelos situacionales de dos estudiantes. En ellos, observamos cómo los sujetos se enfocan en los detalles de uno de los objetos que se mencionan en el texto, en este caso el interior del 'túnel'. El fenómeno anterior ha sido observado en otros casos y revela que para un buen número de estudiantes es un obstáculo para la comprensión el hecho de construir su modelo situacional con muchos detalles.

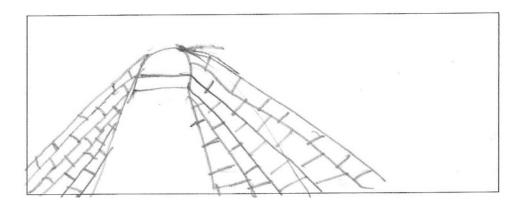


Figura 3.14: Perspectiva del estudiante S97 en su modelo situacional.

Nótese que en el modelo situacional del estudiante S97, el énfasis puesto en los detalles del interior del túnel se encuentra en la forma como están construidas las paredes del mismo.

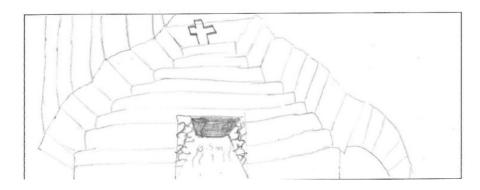


Figura 3.15: Perspectiva adoptada por el estudiante S105 en el modelo situacional para la primera parte del enunciado.

En este otro modelo de la situación, se aprecia cómo el estudiante S105 enfoca su atención en lo que significa para él la palabra pirámide, pues incluso dibuja claramente una alusión religiosa. Esto puede explicarse en relación con la memoria del sujeto y su capacidad para recordar ciertos eventos, como menciona Zwaan (1999a):

"Los acontecimientos que están cerca de nosotros en el mundo de la historia son más accesibles en la memoria que de los acontecimientos que sucedieron hace algún tiempo. Parecería que representa mentalmente las características esenciales de situaciones, como la perspectiva, el movimiento y las emociones." (Zwaan, 1999a; p. 83)

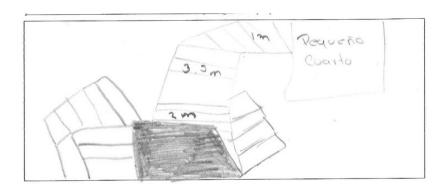


Figura 3.16: Perspectiva adoptada por el estudiante S105 en el modelo situacional para la segunda parte del enunciado.

En la Figura 3.16 podemos apreciar cómo el estudiante S105 representa el interior del túnel y el pequeño cuarto. Esta representación es un intento por plasmar el camino que recorrió en tres dimensiones.

En las Figuras 3.17 y 3.18 tenemos unos modelos situacionales realizados por los alumnos que se enfocan en los detalles de otro de los objetos que se mencionan en el texto, como es la 'pirámide', resaltando algunos elementos reales que aparecen a su alrededor.

Es interesante la forma como se ve influida la construcción de estos modelos por la interferencia de los conocimientos de la realidad que el sujeto puede evocar en el momento de imaginar la situación (Pérez, 1998).

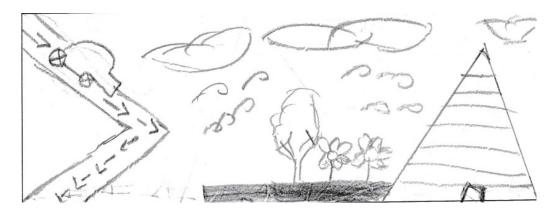


Figura 3.17: Perspectiva adoptada por el estudiante S22 en su modelo situacional.

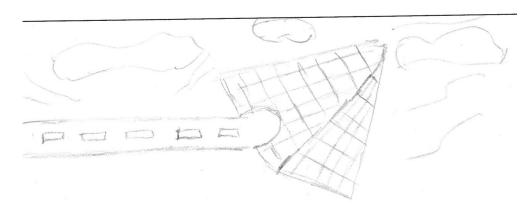


Figura 3.18: Perspectiva adoptada por el estudiante S25 en su modelo situacional.

Protagonistas. Para esta dimensión fueron observadas varias evidencias que señalan el foco que ponen los sujetos cuando se asumen dentro de la situación.

Como puede verse en las siguientes figuras.

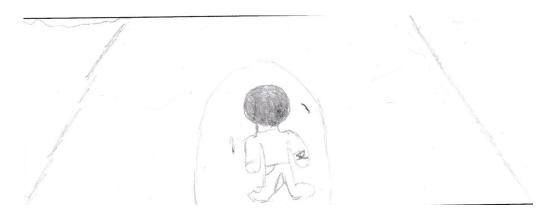


Figura 3.19: Perspectiva adoptada por un estudiante S140 en el modelo situacional en el que se asume dentro de la situación para la primera parte del enunciado.



Figura 3.20: Perspectiva adoptada por el estudiante S24 en el modelo situacional en el que se asume dentro de la situación para la primera parte del enunciado.

En este modelo, se aprecia cómo el sujeto S24 considera que es necesario el uso de un objeto como es la 'lámpara', este objeto no se menciona en el texto del problema, pero el sujeto al asumirse dentro de la situación necesita de la lámpara para entrar al túnel pues asume que el túnel está oscuro.

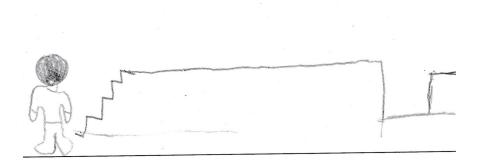


Figura 3.21: Perspectiva adoptada por el estudiante S140 en el modelo situacional en el que se asume dentro de la situación para la segunda parte del enunciado.

En esta dimensión hallamos que algunos alumnos construyeron su modelo situacional con un protagonista, el cual aparece en el dibujo como un muñequito. Creemos que cada sujeto considera a dicho personaje como si fuese él mismo.

3.3. Análisis de las entrevistas

3.3.1. Interpretación y análisis de las entrevistas con la modalidad de lectura directa

Para esta modalidad se presenta la interpretación y el análisis de algunas de las entrevistas realizadas a 8 estudiantes. Para realizar éstas se tomaron en cuenta algunas de las preguntas que aparecen en la guía de entrevista (Ver Anexos).

En esta sección se analizan las respuestas dadas por los alumnos cuando se les da el texto del problema y se les pide que durante la lectura vayan describiendo la situación que se encuentra en el problema. Diversas investigaciones se han propuesto conocer con mayor profundidad los diferentes factores que afectan la comprensión de problemas matemáticos verbales (Cummins, Kintsch, Reusser y Weimer, 1988; Kintsch y Greeno, 1985). El desempeño de los alumnos en la resolución de problemas matemáticos define el éxito o el fracaso de cada estrategia de enseñanza. Por eso, desde hace tiempo, se intenta tener una visión sobre las causas que afectan tal desempeño para poder mejorarlo (Kintsch y Greeno, 1985).

Algunas de las dificultades que presentan los alumnos son el resultado de modos de enseñanza basados exclusivamente en dietas de problemas estereotipados, presentados por lo general como instancias de aplicación, para los cuales las consideraciones ligadas a la realidad son, por lo general irrelevantes, y el uso mecánico de algoritmos resulta suficiente y eficiente para su resolución. El uso mecánico de algoritmos se puede observar en el siguiente diálogo:

S3: "Dice que si me encuentro por abajo o por arriba del nivel de la calle...que es por arriba de la calle... y son 12 metros"

E: "12 metros, ¿por qué?"

S3: "Porque 6.5 más 3.5, sumo .5 y me da 1 y 6 más 3 son 9 y si sumo son 10 más 2 metros son 12 metros"

E: "12 metros, y el 1 de la caída"

S3: "¡Ah! si"

E: "Que pasa con él"

S3: "No lo conté, entonces son 13 metros"

Cuando se les pregunta "¿qué parte de la situación te parece más importante de recordar?", parece ser que no todos los estudiantes coinciden con su respuesta. Esto puede explicarse en relación con la memoria del sujeto y su capacidad para recordar ciertos eventos, como menciona Zwaan (1999a). Y esto se puede apreciar en los diálogos siguientes:

E: "Qué parte del texto te resultó más importante recordar"

S1: "Cuando sube dos metros"

E: "¿Por qué?"

S1: "Pues se me hizo más fácil de recordar"

E: "De los momentos o los eventos que se describen en la situación alguno te es más fácil recordar, o sientes que alguno está más presente en tu memoria ¿cuál de esos momentos son los que más recuerdas?"

S2: "Bueno yo creo que el de la pirámide porque en una ocasión fui bueno no sé si se oiga bien o mal pero en una ocasión yo fui a las pirámides y todo eso"

E: "¿Qué parte del texto te resultó más importante recordar o que recuerdas más?"

S3: "La caída"

E: "La caída, ¿Por qué?"

S3: "Porque eso cuenta si está arriba o abajo de la calle"

E: "Qué parte de la expresión crees que es más importante, que te acuerdes más"

S6: "Este, cuando vas entrando"

E: "¿Por qué?"

S6: "Porque como se dice, no sabes cómo llegar y vas siguiendo tu instinto, este y es el principio para llegar al cuarto"

E: "Hay alguna parte que tú recuerdes más, que te quede más en tu memoria, qué parte, qué información te queda más presente" S7: "Mm la pirámide y el túnel"

E: "De todo el texto ¿cuál es la información que más recuerdas?, ¿la que más tienes presente en la memoria?"

S8: "Que al entrar a la pirámide te vas por un túnel después vas subiendo y tiene una subida de 2 metros y luego una bajada y de ahí llegas al cuarto."

Voyer, (2010) afirma que los alumnos con habilidades aritméticas más débiles, al construir un modelo situacional, dan mayor importancia a la información explicativa que los alumnos con las habilidades aritméticas fuertes. Esto se puede apreciar en el dialogo siguiente donde el estudiante describe la situación de la siguiente manera.

E: "Si te pidiera ahora que leas nuevamente el texto y nos actúes como si estuvieras dentro del túnel"

S4: "Si, lo leo en voz alta"

E: "No, como tú quieras"

S4: "Ya"

E: "A ver"

S4: "Pues cuando dice "dentro de una pirámide" me imagino así como una cueva, amarillas las paredes aquí amarillas y con caracoles así (señalando la pared), y cuando dice "camina 6 metros en el centro", camino así hasta llegar a 6.5 metros camino derecho y cuando dice que "estás en el nivel de la calle" me imagino que estoy aquí ahorita pasando la calle(haciendo un movimiento con las manos tratando de imaginar la calle) y cuando dice "a partir del túnel sube 2 metros" me imagino que estoy

subiendo una escalera (haciendo un movimiento con las manos, representando esa subida) como color dorado hasta arriba pero ya lo demás lo que está abajo ya está todo oscuro (señalando el piso) y ya cuando dice "se mantiene horizontal" camino todavía durante 3.5 metros ya que camino cuando dice "tiene una caída de 1 metro" me encuentro así una caída pero así hasta abajo que hay una puerta y camino y brinco y caigo a esa puerta pero no caigo encima de puerta sino ya caí cerca de ahí y después entro a ese pequeño cuarto y me, yo me imagino que me encuentro arriba por lo que estoy subiendo una escalera y me imagino que ya que entré a ese cuartito cuando llegue la puertita me imagino que eran así como de largo 3 metros que es por lo menos 3 metros"

Cuando se menciona en el texto que "...a partir de ahí el túnel sube 2 metros..." ¿cómo imaginas que se debe realizar esta subida?, para esta pregunta también se tiene diferentes respuestas aunque la mayoría responde que realizan la subida con unas escaleras, pero también hubo algunos que no necesariamente responde que realizan la subida utilizando escaleras esto se puede ver en el siguiente diálogo.

S3: "Pues porque tenía que iba caminando 3.5 metros al nivel de la calle, después dice que subo 2 metros inclinado y hay una caída de 1 metro"

E: "A ver espérame, dices que subes 2 metros inclinado, porque inclinado que significa eso para ti"

S3: "Que está en diagonal"

E: "Como una rampa"

S3: "Aja"

Las dificultades para los alumnos aumentan bastante cuando

los problemas implican un proceso de modelización matemática, (Zwann, Radvansky, Hilliard y Curiel, 1998)

¿Dónde te encuentras?, ¿por debajo o por arriba del nivel por dónde entraste? Son las preguntas que se pretenden contestar, después de que el sujeto lea el texto del problema aunque según Tijero (2009) el sujeto puede leer con fluidez pero ello no garantiza la comprensión.

A continuación mostramos algunos diálogos donde dan respuesta a estas preguntas.

S3: "Estoy arriba y son 13 metros en total"

(El sujeto S3 menciona en un diálogo anterior que está sumando las cantidades)

E: "Te da 13 metros porque estas sumando todas las cantidades, ¡cierto!"

S3: "Si"

E: "Mm entonces desde que tú entras en la pirámide ya estás subiendo"

S3: "Mm no, no subo estoy entrando a la pirámide pero así por la calle y la subida empieza a los 2 metros y después hay una caída de 1 metro o sea y solo cae 1 metro"

E: "Entonces donde te encuentras, a qué altura del nivel de la calle"

S3: "A 1 metro"

E: "Ya no a 13"

S3: "No"

Otro dialogo es el siguiente:

E: "Entonces a dónde te encuentras en ese cuarto por debajo o por arriba del nivel de la calle" S7: "Por debajo"

E: "Por debajo, ¿cuántos metros?"

S7: "Mmm aproximadamente unos 13 metros"

E: "¿Cuántos?"

S7: "13"

E: "¿Por qué 13 metros?"

S7: "Porque señala que está debajo, bueno yo pienso que está muy debajo de la tierra y para que una pirámide quepa ahí no serían 2 metros"

Este estudiante S7 da esta repuesta, pues él, al activar su propia experiencia con la realidad, dice que para que una pirámide quepa por debajo de la tierra necesita más de dos metros, pues la palabra caída está más activa en su mente.

E: "Si tú ya hiciste todo este recorrido, ¿por qué te encuentras por debajo del nivel de la calle?"

S8: "Porque supuestamente dice el texto que va de bajada y te hacen la pregunta que si el cuarto esta debajo o por arriba de la calle, del nivel de la calle y pues yo me imagino que está abajo por la bajada"

Los modelos situacionales son las descripciones situacionales que el comprendedor construye a partir de las especificaciones descritas en el texto (reales o imaginarias), de su experiencia y conocimiento previos (Tijero, 2009), es por ello que se plantean las siguientes preguntas, ¿te resultó cómodo imaginarte a ti mismo dentro de la situación?, ¿por qué? esto puede verse en los siguientes diálogos:

E: "Tú te imaginas dentro de la situación como entrando en el túnel o imaginas a otra persona que va subiendo" S2: "Me imagino a otra persona"

E: "No tu misma"

S2: "No"

Después de volver a leer el texto este sujeto S2 contesta lo siguiente:

E: "¿Por qué no te imaginas tú en la situación?"

S2: "Mm no sé bueno en si a la vez pienso que es otra persona y a la vez pienso que soy dependiendo"

E: "Dependiendo de que"

S2: "Dependiendo de la ocasión o algo así"

E: "Digamos la ocasión es el momento donde te encuentras o lugar donde te encuentras por ejemplo cuando entras al túnel que imaginas que hay adelante o detrás de ti"

S2: "La persona y ya cuando va subiendo y para la zona de caída ya me imagino yo misma, o sea cuando entra me imagino a la persona pero ya cuando sube ya soy yo misma"

Otro diálogo donde el protagonista se imagina a si mismo.

E: "Tú te imaginas en la situación o imaginas a otra persona" S5: "A mí me veo entrando en los pasillos y cuando entro al cuarto me veo"

3.3.2. Interpretación y análisis de las entrevistas con la modalidad de dictado

Para esta modalidad se presenta la interpretación y el análisis de algunas de las entrevistas realizadas a 2 estudiantes. Para realizar éstas se tomaron en cuenta algunas de las preguntas que aparecen en la guía de entrevista (Ver Anexos).

En esta sección se analizan las respuestas dadas por los alumnos cuando se les lee el texto del problema y se les pide que vayan describiendo la situación que se encuentra en el problema.

En este dialogo se muestra como el sujeto contesta de manera correcta a las preguntas que se pedían.

E: "Entonces está por debajo o por arriba el cuarto"

S9: "Por arriba"

E: "Cuanto"

S9: "Yo diría 1 metro"

S9: "Por lo mismo por que sube 2 metros y cae 1 metro"

Ahora se muestra lo que el sujeto S10 responde:

E: "¿Te encuentras por debajo o por arriba del nivel de la calle?"

S10: "Por debajo"

E: "Por debajo, ¿Cuántos metros?"

S10: "1 metro"

E: "1m ¿Por qué?"

S10: "Porque hasta al último dice que cae 1 metro y queda en un cuarto"

De igual manera este sujeto se siente inmerso en la situación como puede apreciarse en el diálogo siguiente:

E: "Te imaginas tú en la situación"

S9: "Si"

E: "U otra persona"

S9: "No, yo"

E: "Tú mismo"

S9: "Si"

El supuesto básico es que leer o escuchar una palabra, activa representaciones experienciales de palabras así como representaciones experienciales asociadas con sus referentes (Zwaan, 2004). Esto se puede ver en los diálogos siguientes:

Cuando hablamos de la subida se tiene este diálogo:

E: "La subida de 2 metros cómo te la imaginas, cómo se hace esa subida, qué hay ahí"

S9: "Están como en forma cuadrada las escaleras y cada vez va subiendo como espiral"

E: "Ah espiral"

S9: "Y en las paredes van son cuadros con símbolos"

Y este otro diálogo cuando se habla de la caída:

E: "La caída como la imaginas"

S9: "La caída es una simple bajada con la escalera o algún túnel o alguna trampa"

Y para la información que más está presente se tienen los siguientes diálogos:

E: " De la información que está en la situación del texto que es la que más recuerdas"

S9: "A la hora de subir los 2 metros"

E: "Es la que más recuerdas ¿por qué?"

S9: "Pues porque para mí es donde emplea el conflicto cuando subes y cuando tienes que bajar"

E: "¿Qué es lo que más recuerdas?"

S10: "El cuarto y el túnel"

E: "¿Por qué?"

S10: "Porque según yo es lo principal"

E: "El cuarto porque es principal"

S10: "Porque ahí te quedas"

E: "Y el túnel"

S10: "Porque con ese puedes subir y bajar"

Conclusiones

Gran parte de los estudios que se han realizado hasta ahora pusieron de manifiesto las diversas dificultades que tienen los estudiantes cuando trabajan con problemas textuales. Uno de los primeros hallazgos interesantes en este estudio fue el hecho de que un porcentaje muy bajo de estudiantes elaboraron el modelo de la situación de forma que les permitiera resolver el problema en la versión en que se presentó el planteamiento. Parece ser que la versión modificada del problema desde la perspectiva del MEI, en términos de la construcción del modelo situacional que se produjo, tuvo un efecto poco positivo en la comprensión del texto del problema.

Sin embargo, se apreció que un número importante de estudiantes centran más su atención en las palabras que indican acciones. Con esto se comprueba que si en el texto del problema hay palabras o frases que los estudiantes tengan más presentes en su mente como la palabra caída puede ser confuso para ellos y por este motivo les resulte difícil comprender el problema y den una respuesta errónea a las preguntas. Sin embargo, cuando se enfrentan a un contexto que les es familiar son capaces de comprender mejor la situación descrita aunque en este sentido, hacer un dibujo o diagrama de la situación planteada en el problema puede resultar crucial para el que intenta resolver el

problema.

Los resultados de este estudio muestran que para los estudiantes el dibujar la situación de un problema textual no es fácil. Eso revela, una vez más, la gran importancia de la construcción adecuada del modelo situacional como parte del proceso de comprensión textual y como paso previo para la elaboración del modelo matemático.

Otro hallazgo interesante es que el diseño del instrumento de investigación bajo el MEI resultó ser de utilidad para averiguar con mayor detalle la construcción del modelo situacional ante un problema matemático simple en el que el lector se asume inmerso en la situación y trata de comprender el texto a partir de la perspectiva adoptada por él mismo.

Asimismo, resultó interesante el hecho de que un número importante de estudiantes que contestaron la versión modificada del problema de la pirámide no lograron construir adecuadamente el modelo situacional e incluso durante la entrevista permanecieron con la idea de que el cuarto (o ellos mismos cuando se asumieron dentro de la situación) se encontraba por arriba o por debajo del nivel de la calle por varios metros, pues los datos que se les presenta en el problema los colocan en su modelo, aunque ésto no sea de una forma correcta, ya que están acostumbrados a que tienen que colocarlos y no son capaces de averiguar si dichos datos son correctos para la solución del problema. Este fenómeno está relacionado con el siguiente problema que plantea Reusser (1988, p.325): "Hay 125 ovejas y 5 perros en un rebaño. ¿Qué edad tiene el pastor?", Reusser grabó a los alumnos mientras resolvían este problema en voz alta. Una de sus grabaciones, catalogada como muy típica, fue transcrita así:

CONCLUSIONES 61

"125 + 5 = 130, eso es muy grande.... y 125 - 5 = 120, todavía es demasiado grande.... mientras que 125:5 = 25, eso está bien. Pienso que el pastor tiene 25 años". Pero a los alumnos que él entrevistó no sólo no les importó que los problemas planteados no tuvieran sentido alguno sino que, además, procedieron a combinar los números presentes en los problemas y produjeron respuestas. Para hacer esto tuvieron que suspender el requisito de que el enunciado del problema tuviera sentido.

Con los resultados obtenidos en este estudio, se confirma una vez más la importancia que tiene el modelo situacional durante el proceso de comprensión textual del problema planteado. Creemos que estos hallazgos pueden ser utilizados para emprender otras investigaciones que ayuden a esclarecer todo el proceso de modelación así como de servir como referentes en el diseño y elaboración de libros de texto en los que se plantea la resolución de problemas verbales.

También consideramos que estos resultados podrían contrastarse mediante el uso de la entrevista clínica, con el objeto de profundizar en el conocimiento de los complejos procesos que tienen lugar durante la comprensión textual de problemas matemáticos verbales.

Por otro lado, los profesores de matemáticas de secundaria tienen ahora más oportunidades para mejorar la comprensión de algunos temas que involucran problemas textuales, a través de los cursos estatales y nacionales de actualización, así como con los talleres breves en los que sea posible discutir y analizar los complejos y diversos procesos de comprensión lectora de los problemas matemáticos.

Bibliografía

- [1] Bestgen, Y. y Dupont, V. (2003). The construction of spatial situation models during reading. *Psychological Research*, 67, 209-218.
- [2] Borromeo, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 1-8.
- [3] Chávez O., Escalera, A., Hubard, I. (2003). *Matemáticas 1*. México, D.F.: Santillana.
- [4] Csíkos, C., Szitányi, J. y Kelemen, R. (2011). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 47-65.
- [5] Cummins, D., Kintsch, W., Reusser, K. y Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cognitive* psychology, 20, 405-438.
- [6] Diezmann, C. (2000a). 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.
- [7] Diezmann, C. (2000b). Making sense with diagrams: Student's difficulties with feature-similar problems. In *Proceedings of the 23rd Annual Conference of Mathematics Education Research Group of Australasia*, 228-234.
- [8] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004). *Metodología de la Investigación*. Chile: McGraw-Hill.
- [9] Ibáñez, R. (2007). Cognición y comprensión. Una aproximación histórica y crítica al trabajo investigativo de Rolf Zwaan. *Revista Signos*, 40(63), 81-100.
- [10] Juárez, J. A. y Slisko, J. (2011). Demostrando la importancia del modelo situacional en la resolución de problemas de matemática escolar: Un estudio inicial sobre la situación "el árbol caído". En Memorias del IX Congreso Virtual Internacional de Enseñanza de las Matemáticas CVEM 2011. http://cvem.webexone.com.
- [11] Juárez, J. A. y Slisko, J. (2013). Constructing a situation model of a trigonometry problem: An exploratory study. En Lindmeier, A. M y Heinze, A. (Eds.). Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 5,81. Kiel, Germany: PME.
- [12] Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 162-182.
- [13] Kintsch, W. (1998). Comprehension: A paradigm for cognition. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

BIBLIOGRAFÍA 65

[14] Kintsch, W. y Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.

- [15] Kintsch, W. y van Dijk, T. (1978). Toward a model of text comprehension. *Psychological Review*, 85(5), 363-394.
- [16] Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R. y Pekrun, R. (2010). The role of the situation model in mathematical modeling- task analyses, student competencies, and teacher interventions. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 119-141.
- [17] Nesher, P., Hershkovitz, S., y Novotna, J. (2003). Situation model, text base and what else? Factors affecting problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 1-24.
- [18] Pérez, M. P. (1998). La solución de problemas en matemáticas. En Pozo, J. I. (Coord.), *La solución de problemas*. México: Aula XXI. Santillana.
- [19] Polya, G. (1976). Cómo plantear y resolver problemas. México, D.F.: Trillas.
- [20] Reusser, K. (1988). Problem solving beyond the logic of things: Contextual effects on understanding and solving word problems. *Instructional Science*, 17, 309-338.
- [21] Rico, L, (2012). Aproximación a la investigación en Didáctica de la Matemática. Avances de Investigación en Educación Matemática, 1, 39-63.
- [22] Tijero, T. (2009). Representaciones mentales: discusión crítica del modelo de situación de Kintsch. *ONOMÁZEIN*, 1(19).

- [23] van Dijk, T. y Kintsch, W. (1983). Strategies of discourse comprehension. New York: Academic Press.
- [24] Vicente, S. y Orrantia, J. (2007). Resolución de problemas y comprensión situacional. *Cultura y Educación*, 19(1), 61-85.
- [25] Voyer, D. (2010). Performance in mathematical problem solving as a function of comprehension and arithmetic skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1073-1092.
- [26] Zwaan, R. (1999a). Embodied cognition, perceptual symbols and situation models. *Discourse Processes*, 28(1), 81-88.
- [27] Zwaan, R. (1999b). Situation models: The mental leap into imagined worlds. Current Directions in Psychological Science, 8, 15-18.
- [28] Zwaan, R. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension, En B. H. Ross (Ed.). The psychology of learning and motivation, 44, 35-62. Academic Press: New York.
- [29] Zwaan, R. y Brown, C. (1996). The influence of language proficiency and comprehension skill on situation-model construction. *Discourse Processes*, 21(1), 289-327.
- [30] Zwaan, R., Graesser, A. y Magliano, J. (1995). Dimensions of situation model construction in narrative comprehension. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21(2), 386-397.
- [31] Zwaan, R., Langston, M. y Graesser, A. (1995). The construction of situation models in narrative comprehension: An event-indexing model. *Psychological Science*, 6, 292-297.

BIBLIOGRAFÍA 67

[32] Zwaan, R. y Radvansky, G. (1998). Situation Models in Language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123 (2), 162-185.

[33] Zwaan, R., Radvansky, G., Hilliard, A. y Curiel, J. (1998). Constructing multidimensional situation models during Reading. *Scientific studies of Reading*, 2(3), 199-220.

Anexos

"Un paseo turístico"

Lee cuidadosamente el siguiente texto.

Imagina que entras en una pirámide y caminas 6.5 m al centro de ella por un túnel que está en el nivel de la calle, hace frío y huele a humedad. 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. ¿Te encuentras por debajo o por arriba del nivel de la calle? ¿Cuántos metros?

En el espacio de abajo, dibuja de la manera más realista posible y con todos los detalles la situación que se describe en el primer enunciado del texto anterior:

Imagina que entras en una pirámide y caminas 6.5 m al centro de ella por un túnel que está en el nivel de la calle, hace frío y huele a humedad.

segundo enunciado:	
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.	
En el siguiente recuadro, sin que aparezcan los detalles realistas de tus dibujos, escribe las operaciones o dibuja lo necesario para	
contestar las preguntas que aparecen abajo.	
contestar las preguntas que aparecen abajo.	

Guía de entrevista para el problema: Un paseo turístico Modalidad 1: Lectura directa

- * Dar al sujeto el siguiente texto y pedirle que durante la lectura vaya describiendo la situación que se encuentra en el problema.
- * Poner atención en los movimientos que realice con sus manos así como en el movimiento de su cabeza y sus ojos, esto es, si al describir la situación dichos movimientos se hacen en alguna dirección específica o permanecen fijos.
- * En el caso de las manos, observar el tipo de "dibujo" que se hace con ellas en el aire.
- * El zoom de la cámara debe ser el adecuado para captar dichos movimientos con detalle.

Imagina que entras en una pirámide y caminas 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. ¿Te encuentras por debajo o por arriba del nivel de la calle? ¿Cuántos metros?

Posteriormente o durante la entrevista se pueden hacer las siguientes preguntas con el fin de profundizar en los detalles de la construcción del modelo situacional. Cada pregunta debe tratar de atender a alguna de las dimensiones del modelo situacional propuestos por Zwaan. (espacio: perspectiva, ubicación; tiempo; protagonistas y objetos; intencionalidad)

- 1. Al leer el texto del problema ¿te resultó cómodo imaginarte a ti mismo dentro de la situación?, ¿por qué?
- 2. Si te imaginas en la situación que se menciona en el texto del problema, ¿qué parte de la situación te parece más importante de recordar?

- 3. En el primer enunciado, ¿qué imaginas que está detrás o delante de ti?, ¿cómo visualizas el túnel?
- 4. Cuando se menciona en el texto que "...a partir de ahí el túnel sube 2 metros..." ¿cómo imaginas que se debe realizar esta subida?
- 5. En la parte donde el túnel se mantiene horizontal, en la que se recorren 3.5 m, ¿dónde te encuentras?, ¿por debajo o por arriba del nivel por dónde entraste?

Preguntas para otro paradigma

- 6. Si te imaginas a ti mismo fuera de la situación, ¿desde qué ubicación observas la pirámide y el túnel?
- 7. Dibuja por favor la situación que me acabas de describir.

Guía de entrevista para el problema: Un paseo turístico Modalidad 2: Dictado

- * Dar al sujeto el siguiente texto y pedirle que durante la lectura vaya describiendo la situación que se encuentra en el problema.
- * Poner atención en los movimientos que realice con sus manos así como en el movimiento de su cabeza y sus ojos, esto es, si al describir la situación dichos movimientos se hacen en alguna dirección específica o permanecen fijos.
- * En el caso de las manos, observar el tipo de "dibujo" que se hace con ellas en el aire.
- * El zoom de la cámara debe ser el adecuado para captar dichos movimientos con detalle.

Imagina que entras en una pirámide y caminas 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. ¿Te encuentras por debajo o por arriba del nivel de la calle? ¿Cuántos metros?

Posteriormente o durante la entrevista se pueden hacer las siguientes preguntas con el fin de profundizar en los detalles de la construcción del modelo situacional. Cada pregunta debe tratar de atender a alguna de las dimensiones del modelo situacional propuestos por Zwaan. (espacio: perspectiva, ubicación; tiempo; protagonistas y objetos; intencionalidad)

- 1. Al leer el texto del problema ¿te resultó cómodo imaginarte a ti mismo dentro de la situación?, ¿por qué?
- 2. Si te imaginas en la situación que se menciona en el texto del problema, ¿qué parte de la situación te parece más importante de recordar?

- 3. En el primer enunciado, ¿qué imaginas que está detrás o delante de ti?, ¿cómo visualizas el túnel?
- 4. Cuando se menciona en el texto que "...a partir de ahí el túnel sube 2 metros..." ¿cómo imaginas que se debe realizar esta subida?
- 5. En la parte donde el túnel se mantiene horizontal, en la que se recorren 3.5 m, ¿dónde te encuentras?, ¿por debajo o por arriba del nivel por dónde entraste?

Preguntas para otro paradigma

- 6. Si te imaginas a ti mismo fuera de la situación, ¿desde qué ubicación observas la pirámide y el túnel?
- 7. Dibuja por favor la situación que me acabas de describir.