



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

FAVORECIENDO LA COMPRENSIÓN DE PROBLEMAS VERBALES MATEMÁTICOS  
EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA MEDIANTE ENTREVISTA TERAPÉUTICA

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA**

PRESENTA

**MARÍA ANTONIA GUTIÉRREZ CIRIACO**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. JOSÉ ANTONIO JUÁREZ LÓPEZ**

CO-DIRECTORA DE TESIS

**DRA. LIDA AURORA HERNANDEZ REBOLLAR**

PUEBLA, PUE.

JUNIO, 2020



**DRA. LIDIA AURORA HERNÁNDEZ  
REBOLLAR SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN  
Y ESTUDIOS DE POSGRADO, FCFM-BUAP  
PRESENTE:**

Por este medio le informo que la C:

**LIC. MARIA ANTONIA GUTIERREZ CIRIACO**

Estudiante de la Maestría en Educación Matemática, ha cumplido con las indicaciones que el Jurado le señaló en el Coloquio que se realizó el día 05 de diciembre de 2019, con la tesis titulada:

***"FAVORECIENDO LA COMPRENSIÓN DE PROBLEMAS VERBALES  
MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA MEDIANTE  
ENTREVISTA TERAPÉUTICA"***

Por lo que se le autoriza a proceder con los trámites y realizar el examen de grado en la fecha que se le asigne.

ATENTAMENTE.

H. Puebla de Z. a 24 de junio de 2020



**DR. JOSIP SLISKO IGNJATOV  
COORDINADOR DE LA MAestrÍA  
EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA**

DRA'LAHR/i'agm\*

Facultad  
de Ciencias  
Físico Matemáticas

Av. San Claudio y 18 Sur, edif. FM1  
Ciudad Universitaria, Col. San  
Manuel, Puebla, Pue. C.P. 72570  
01 (222) 229 55 00 Ext. 7550 y 7552

## **AGRADECIMIENTO CONACYT**

Al Consejo Nacional de Ciencia y tecnología, porque contribuyó en este trabajo, por su contribución para la maestría.

Gracias por el apoyo económico para estudiar la maestría.

## Agradecimientos:

- A Dios por permitirme llegar a este grado.
- A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por brindarme conocimientos con miras a mejorar la práctica docente.
- A mis asesores: Dr. José Antonio Juárez López, Dra. Lidia Hernández Rebollar, por su tiempo y dedicación, guía, revisión para realizar esta tesis.
- Al cuerpo docente de la maestría en educación matemática: Dra. Estela de Lourdes Juárez Ruiz, Dra. María Araceli Juárez Ramírez, Mtro. Adrián Corona.
- A toda la comunidad educativa de la Institución Educativa Octavio Paz por su disposición.
- A mi familia, en especial a mis padres, hermanos e hijos Sergio David, Iván Antonio, y esposo por generar en mi motivación.
- A todos mis compañeros de maestría en especial a: Martha Patricia Velasco, Ruth García Solano, por su apoyo incondicional.

## INDICE

Introducción .....	1
<b>1.-Antecedentes y revisión de literatura .....</b>	<b>2</b>
1.1 La importancia de la comprensión textual.....	3
1.1.1 Modelo situacional .....	5
1.1.2 Dimensiones en la construcción coherente de un modelo situacional .....	9
1.2 Modelos de comprensión textual.....	12
1.2.1 Modelo de indexación de eventos .....	13
1.2.2 Marco del Experimentador Inmerso .....	16
1.3 El modelo situacional en la comprensión de los problemas matemáticos.....	19
1.3.1 El papel de los dibujos en la comprensión textual de problemas matemáticos .....	20
1.4 Planteamiento del problema .....	23
1.4.1 Objetivos.....	23
1.4.2 Preguntas de investigación.....	23
1.4.3 Justificación .....	23
<b>2.-Metodología .....</b>	<b>24</b>
2.1 Método de investigación .....	24
2.1.1 Características del grupo de estudio.....	26
2.1.2 Diseño del instrumento diagnóstico y su aplicación .....	27
2.1.3 Intervención mediante la entrevista terapéutica .....	28
<b>3.-Análisis.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b> Análisis de las pruebas y resultados .....	<b>33</b>
<b>3.2</b> Análisis de los casos particulares.....	<b>34</b>

3.2.1 Resumen de las observaciones más importantes.....	74
4.- Conclusiones. ....	75
Referencias bibliográficas.....	78
Anexos .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1</b> Construcción de un modelo de situación.....	14
Tabla 1.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide.....	36
Tabla 2.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.....	39
Tabla 3.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado.....	41
Tabla 4.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide.....	43
Tabla 5.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado .....	45
Tabla 6.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado. ....	47
Tabla 7.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide.....	49
Tabla 8.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.....	51
Tabla 9.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado.....	53
Tabla 10.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide.....	55
Tabla 11.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado .....	57

Tabla 12.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado. ....	59
Tabla 13.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide.....	61
Tabla 14.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado. ....	63
Tabla 15.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavadista. ....	65
Tabla 16.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide.....	67
Tabla 17.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado. ....	70
Tabla 18.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado. ....	72

## **RESUMEN**

En este trabajo de investigación se presenta el análisis de diversas representaciones mentales construidas de acuerdo a una situación descrita en un problema matemático, por parte de 25 estudiantes del tercer grado de una escuela secundaria mixta pública. Desde la perspectiva del modelo de indexación de eventos, se modificó un problema verbal existente, que se presentó a estos estudiantes con el objetivo de dibujar la situación descrita en dicho problema. El Modelo Situacional permitió analizar las diversas representaciones realizadas por los estudiantes, en particular la de espacialidad la cual es una categoría de información donde el comprendedor monitorea a medida que ellos construyen dicha representación, esto se presenta en estos modelos durante el proceso de comprensión textual del problema. Estos modelos situacionales son representaciones multidimensionales compuestos por diferentes categorías, en este estudio se abordaron cinco: temporalidad, espacialidad, causalidad, intencionalidad y protagonista. Los resultados de estas pruebas mostraron que no es fácil para los estudiantes dibujar la situación de un problema verbal matemático planteado, confirmando una vez más la importancia del modelo situacional y de sus fases durante el proceso de comprensión textual del problema.

Palabras clave: Modelo Situacional, Problemas verbales, estudiantes, espacialidad, dibujo

## **Abstract**

This research work presents the analysis of various mental representations constructed according to a situation described in a mathematical problem, by 25 third grade students from a public mixed secondary school. From an event indexing model perspective, an existing verbal problem was modified, which was presented to these students with the aim of drawing the situation described in such a problem. The Situational Model allowed to analyze the different representations made by the students, in particular that of spatiality which is a category of information where the comprehensior monitors as they construct such a representation, this is presented in these models during the textual comprehension process of the problem. Situational models are multidimensional representations made up of different categories. In this study, five were covered: temporality, spatiality, causality, intentionality and protagonist. The results of these tests showed that it is not easy for students to draw the situation of a verbal math problem

posed, confirming once again the importance of the situational model and its phases during the process of textual understanding of the problem.

Keywords: Situation Model, Word problems, students, spatiality, drawing

## **Introducción**

Debido a la importancia que tiene la construcción del modelo situacional en la comprensión textual para la resolución de problemas matemáticos verbales, se generó la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo mejorar la comprensión de problemas matemáticos verbales mediante la entrevista terapéutica? La entrevista terapéutica se utilizó con el fin de obtener información acerca de cómo los sujetos realizaron la construcción del modelo situacional durante la comprensión de los problemas.

Con base en lo anterior, el presente estudio aborda el análisis de diversas representaciones mentales de una situación descrita en un problema matemático que construyeron estudiantes de tercer grado de secundaria. Se trabajó bajo la perspectiva teórica del modelo de indexación de eventos (Zwaan y Radvansky, 1998). Se presentó un problema matemático a estudiantes de una escuela secundaria de la Ciudad de Puebla, para que realizaran el dibujo de la situación descrita en él. El dibujo nos permitió analizar las diversas representaciones realizadas por los estudiantes. En particular la dimensión de espacialidad fue analizada, que es una categoría que se presenta en los modelos situacionales durante el proceso de comprensión textual del problema.

Este trabajo está dividido en cuatro capítulos. En el primer capítulo de esta tesis se describe un resumen de las investigaciones relacionadas con las dificultades en la comprensión textual, modelos que las describen teóricamente, así como las teorías de van Dijk y Kintsch (1983).

En el capítulo dos se presenta la metodología que se usó en la tesis, incluyendo un enfoque cualitativo, donde se mencionan características del grupo de estudiantes de tercero de secundaria, los tres reactivos con los que se efectuó este trabajo, así como el diseño de los instrumentos pre-test, post-test con los que se llevó a cabo el estudio y la entrevista terapéutica conforme con Cohen y Manion (1990)

En el tercer capítulo se describen los resultados y los análisis de diversas representaciones mentales de un problema matemático, con el objetivo de conocer o identificar (de acuerdo al caso) el modelo situacional que construyeron los estudiantes de secundaria seleccionados a partir de un diagnóstico previo.

Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo realizado, así como del diseño y aplicación de los instrumentos pre-test y post-test implementados.

# Capítulo 1

## Antecedentes y revisión de literatura

### 1.1 La importancia de la comprensión textual

Al hablar de la comprensión textual incluiremos el término cognición, definido por algunos autores como la forma en que conocemos (Gardner, 1987, citado en Ibáñez, 2007) .

El interés por la cognición ha aumentado en las últimas décadas, en la actualidad también es de gran interés para otras disciplinas denominadas ciencias cognitivas. En el dominio de la cognición se han distinguido las estrategias cognitivas las cuales constituyen métodos o procedimientos mentales para adquirir, elaborar, organizar, utilizar información, resolviendo los problemas y tomando decisiones adecuadas.

Anteriormente, la comprensión era concebida como un proceso que implicaba solo la recuperación del significado, cuyo propósito era explicar cómo los lectores pasaban del estímulo visual escrito a la fase de lectura oral mediante la secuencia de mecanismos y procesos.

Posteriormente, a mediados del siglo XX, ocurre la revolución cognitiva donde se generó un cambio de perspectiva en el estudio del lenguaje. Esto se relaciona con el surgimiento de la gramática generativa, cuyas ideas respecto de la concepción del lenguaje cuestionan las tendencias dominantes en el área de la comprensión.

En términos de representaciones mentales, entendidas como constructos que subyacen a la revolución cognitiva en psicología y que resultan útiles para dar cuenta del pensamiento humano en términos conductuales, se interpreta la actividad cognitiva humana (Gardner, 1985, citado en Tijero, 2009).

Podemos notar que los psicólogos cognitivos han venido explorando la mente humana y la forma en que ésta incorpora la información del mundo y para ello han propuesto distintos modelos.

La comprensión textual es el proceso a través del cual un lector "interactúa" con el texto, sin importar la longitud o brevedad de un párrafo. Es un elemento fundamental en la comunicación humana, engloba conceptos importantes para el ser humano como: entender, concebir y discernir.

Kintsch y van Dijk (1978) asemejaron la concepción de la mente como un computador que procesa la información secuencialmente en términos de reglas y símbolos abstractos. Sin embargo, una computadora no tiene acceso a su valor semántico, ya que este lo determina su programador, así que la computadora solo opera sobre la forma física de los símbolos. Estos sustentos de base sobre la comprensión del discurso para esta concepción de la cognición surgirían, entre otras disciplinas, desde la lingüística y desde la inteligencia artificial (Ibáñez, 2007).

Debido a esto, a mediados de la década de los ochenta y principios de los noventa comienzan a surgir modelos acerca de la comprensión del discurso. Según van Dijk y Kintsch (1983), esta representación del discurso corresponde a lo que se ha denominado “modelo de situación”, además sostienen que la comprensión exitosa de un texto involucra la construcción de una representación de dicho texto, y la construcción de una representación mental de la situación descrita en él. Tomando en cuenta lo anterior, la comprensión textual concebida como proceso estratégico se comprende como una instancia en que cada sujeto enfrenta el texto escrito y pone en acción una serie de recursos que tienden a una construcción de los significados textuales basada en sus propios conocimientos previos. Entender un texto requiere construir una representación mental que sea coherente. La representación mental comúnmente llamada modelo situacional (van Dijk y Kintsch 1983) o modelo mental, es el resultado de una interacción entre su conocimiento del lector y la información en el texto.

Las suposiciones anteriores no solo inspiran las principales nociones teóricas y componentes del modelo, sino también establecen las relaciones necesarias con otros modelos de uso discursivo en la lingüística y las ciencias sociales. Supongamos que alguien es testigo de un accidente de coche. Podemos asumir que tal persona construye una representación mental de ese accidente, y que su comprensión de los eventos observados consiste en ese proceso de construcción y su memoria.

Ahora, supongamos que otra persona escucha una historia sobre el mismo accidente. Suponemos que entender tal historia también implica la construcción de una representación mental de la historia. Por supuesto, una representación del accidente. Pero, la característica cognitiva común de ambos entre la persona que presencia el accidente y la persona que escucha la historia es que cada uno construye una representación en la memoria, sobre la base de los datos visuales y lingüísticos, respectivamente. A continuación, asumiremos que tanto el testigo del accidente

como el oyente de la historia del accidente no representan simplemente los datos visuales y verbales, como los movimientos de objetos o personas (eventos) o los sonidos emitidos cuando se cuenta la historia, sino también, o, mejor dicho, una interpretación de los eventos y la expresión (van Dijk y Kintsch, 1983).

Según Tijero (2009), la psicolingüística es una disciplina en la cual la comprensión de textos escritos se equipara, inicialmente, con la decodificación y, entre algunos de los grandes aportes que la psicolingüística ha entregado al estudio de este complejo fenómeno, encontramos el modelo estratégico de van Dijk y Kintsch(1983), el modelo de construcción- integración y el modelo de indexación de eventos, estos modelos son de mayor importancia ya que no solo buscan describir el proceso de comprensión sino llegar a explicar cómo se genera. Durante las últimas décadas, la comprensión ha sido abordada por diversas ciencias cognitivas, otorgándole un carácter cada vez más interdisciplinario. También, los modelos y teorías resultantes han incorporado descubrimientos, supuestos y planteamientos de investigaciones anteriores, considerando al menos, dos fenómenos dignos de atención, la integración y el dinamismo, los cuales están presentes ampliamente en los trabajos de Zwaan.

La comprensión del discurso y los fenómenos que dicha propiedad puede llegar a producir, lo expuesto anteriormente permiten sustentar la idea de que, para aplicar, criticar o mejorar un modelo acerca del procesamiento lingüístico, no basta con conocer sus componentes y cómo estos funcionan, sino que, al mismo tiempo, es absolutamente necesario conocer el origen de sus supuestos y planteamientos. En este sentido, se sostiene que para llegar a un entendimiento cabal de las propuestas de Rolf Zwaan, es fundamental conocer el contexto científico histórico en el que se sitúan, lo que implica poseer una idea acerca de la investigación en el área de la comprensión y de las ciencias cognitivas, y, por supuesto, de la forma en que esta se ha desarrollado. En esta dirección, Ibañez (2007) hizo un análisis crítico de la forma del trabajo investigativo de Rolf Zwaan acerca de la comprensión del discurso, tanto de la investigación en el área de la comprensión discursiva, como en el de las ciencias cognitivas. Para esto, se seleccionaron las propuestas más representativas del trabajo del investigador, desde el año 1995 hasta el año 2005.

### **1.1.1 Modelo situacional**

El concepto de modelo situacional nos permite conceptualizar la representación de mundos individuales, contruidos por medio de experiencia y aprendizaje, los cuales son activados durante la lectura. La noción de modelo situacional también cuenta para las diferentes interpretaciones de un texto generado por dos personas. En efecto, bajo algunas circunstancias, cuando la representación del contenido del texto es difícil de construir, las personas recuerdan el modelo situacional evocado por el texto en vez de la representación del texto mismo. A la inversa hay algunas situaciones en las cuales el texto es recordado, pero no el modelo situacional, particularmente para novatos en un específico dominio descrito en el texto.

Los lingüistas han facilitado gran parte del conocimiento de la psicología, a través de una factibilidad notacional de esquemas ocupando palabras y oraciones, con esto se facilita el conteo de las mismas. Por el contrario, los psicólogos construyen muchos modelos para palabras y pocos para imágenes (Tapiero, 2007).

Actualmente se reconoce que el entendimiento de un discurso depende más de un pragmático conocimiento que de la semántica del contenido de las palabras.

En una situación más reciente, en la cantidad del conocimiento del dominio específico, se observa que el conocimiento del lector tiene que estar relacionado con el nivel de dificultad en la construcción de un modelo de esa situación. Esta gran cantidad de conocimientos acerca de los eventos representados en el texto, facilita la elaboración de un modelo situacional (Tapiero, 2007).

Desde 1970, los investigadores han enfocado su interés en múltiples facetas del proceso de comprensión que definen la representación mental del lector. En la siguiente generación, se da como meta los modelos desarrollados, donde se describe el proceso cognitivo para entender la compleja actividad que los lectores deberían mejorar cuando estos procedan a estudiar el texto.

Uno de los fuertes y nuevos argumentos de esta generación de modelos, es que el correcto significado de texto ya no es tan complejo cuando lo escucha en su cabeza el lector, pero emerge de un contexto situacional a partir de un diseño completo.

Específicamente, discutimos como prioridad que el conocimiento es activado y representado como un archivo para una comprensión exitosa con la finalidad de una mejora del proceso de lectura.

La indexación a través de componentes que promueven la activación del conocimiento de fondo en la representación mental de los lectores y la construcción coherente de un modelo situacional, asigna a cada componente un diferente peso y estatus, con fuertes implicaciones en ambos, generando una misma representación. Estos elementos no pueden ser ignorados cuando se busca una evolución sobre discurso de comprensión (Tapiero, 2007).

La primera generación de componentes se centró en la representación mental del texto (el producto de la lectura del proceso) y estuvo principalmente basado en las propiedades de la representación mental.

La construcción coherente de la representación de un texto, es para proveer lo básico de las inferencias que identifican relaciones semánticas entre elementos textuales y habilitan la lectura para relacionar las diferentes partes del texto del uno con el otro.

El lector percibe como un sistema de proceso cognitivo en el cual la memoria de trabajo es una estructura crucial en la que se determina el número de elementos de los lectores que pueden retener para mantener coherencia mientras procesan un texto. Debido a esto la comprensión es concebida como una actividad de la resolución de problemas. Los lectores tienen que descubrir una secuencia de causas ligadas que conectan una serie de oraciones.

El lector construye una representación para explicar un posible mundo y los lectores deberían establecer relaciones de causalidad entre los hechos de este mundo en orden para construir una representación mental coherente de una narrativa.

El modelo situacional o representación referencial de un discurso es la representación del mundo del lector que se refiere al texto, o a la representación cognitiva de eventos, acciones, personas y en general el texto acerca de una situación (van Dijk y Kintsch, 1983).

Un modelo mental es una representación de lenguaje o texto o más bien una representación misma del lenguaje (Tapiero, 2007). Aparte de esta esencia hay elementos para caracterizar modelos mentales.

¿Es ello una imagen? ¿Un esquema? ¿Un conjunto de proposiciones? Es probable que estos modelos situacionales reflejen propiedades y relaciones del mundo percibido.

Los esquemas se definen como estructuras mentales complejas y fijas que se recuperan de la memoria cuando es necesario y se usan para organizar eventos experimentados. La proposición del esquema ha sido considerada como una unidad de lenguaje básico y también ha sido extensamente propuesta como una unidad compuesta de modelos situacionales (Tapiero, 2007).

Construir un modelo situacional requiere la contribución y uso del conocimiento previo también.

Los estados, eventos y acciones son los elementos núcleo de los modelos situacionales, ellos permiten la lectura para organizar representaciones del mundo y para construir el modelo situacional evocado por el texto al empezar a leer (Tapiero, 2007).

Los modelos situacionales resultan en automático mapas entre lingüística de entrada y estructuras de conocimiento activo llamado escenario. Los conocimientos de los lectores activan y recuperan la situación evocada en las guías de texto y orientan su asignación o relevancia a través del proceso de lectura. Mientras todos los individuos crean un modelo espacial de una situación descrita, el modelo de cada persona es altamente específico, más o menos complejo, y claramente enfocado sobre cierta información y únicamente activan información procesada permitiendo al lector construir un ideal de modelo situacional que perfectamente encaja en la situación descrita.

Según Tapiero (2007), los mecanismos cognitivos que son involucrados en la elaboración de un modelo situacional se muestran en una construcción coherente de una representación mental, específicamente en la activación del conocimiento y como ello cuenta para la integración de una situación y la información contextual juega un mejor rol. En particular esta autora asume que son fundamentales para la elaboración de una coherente representación los componentes de recuperación y la actualización de procesos. Juntos constituyen el esqueleto de una teoría válida de lo que la comprensión significa en términos de coherencia.

Según Zwaan y Radvansky (1998), los modelos situacionales son representaciones en las que se identifican varias dimensiones críticas de dichos modelos, en donde es necesario comprender cómo los lectores construyen y monitorean las múltiples dimensiones.

Los modelos situacionales son representaciones mentales integradas para describir un estado de eventos.

El progreso define en el entendimiento científico cómo los modelos situacionales son involucrados en el lenguaje de comprensión y la memoria recuperada. Mucha de esta búsqueda se enfoca en establecer la existencia de modelos situacionales, frecuentemente usando tareas que evalúan una dimensión de un modelo situacional. En gran parte la psicología cognitiva considera la comprensión de textos como la construcción y recuperación de una representación mental del texto en sí misma y no de la situación descrita por el texto (Tapiero, 2007).

La comprensión del lenguaje implica necesariamente la construcción de una representación del estado de cosas descrito en un texto. Además, la memoria exitosa de lo que es comprendido podría necesariamente involucrar la recuperación de esas representaciones.

Los psicólogos cognitivos centran la atención en las representaciones mentales de las situaciones descritas verbalmente, que se conocen como modelos mentales o modelos de situaciones (van Dijk y Kintsch, 1983).

Según van Dijk y Kintsch (1983) los esquemas pueden usarse como bloques de construcción para un modelo de situación. En los últimos 15 años, muchos investigadores han argumentado que la construcción de un modelo de situación coherente es equivalente a la comprensión exitosa de un texto. Los esquemas son representaciones mentales de situaciones estereotipadas, asumiendo que los lectores construyen la representación de situación en conjuntos como textos (Tapiero, 2007)

Este cambio en la definición de la noción de comprensión desplaza el problema de la investigación de "cómo los lectores comprenden un texto" al más específico "¿Cómo construyen los lectores un modelo de situación coherente?" Estas son algunas ideas a considerar sobre cómo investigar modelos de situaciones multidimensionales y así obtener una mejor comprensión científica de la comprensión del lenguaje.

van Dijk y Kintsch (1983) han listado diversas razones por las que se necesitan modelos situacionales para explicar el procesamiento del lenguaje. Varias de estas razones valen la pena reiterar aquí.

Como muchos investigadores han observado, simplemente conectando oraciones adyacentes no produce una comprensión coherente.

A pesar de que hay una conexión explícita entre cada oración y la anterior, el conjunto completo no conduce a un modelo de situación integrado, por lo tanto, en la comprensión, debemos saber

cómo los lectores construyen y usan modelos de situación integrados. Entonces se necesitan modelos para explicar las similitudes en el rendimiento de comprensión. Si realmente construimos modelos de situación durante la lectura, la escucha o la visualización, entonces podemos suponer que utilizamos procedimientos cognitivos dependientes de la forma para construir estos modelos. En consecuencia, las personas que son buenas para construir modelos de situación deben demostrar esta habilidad a través de diferentes formas. Entonces podemos decir que se necesitan modelos para explicar la integración de la información verbal y visual.

Los teóricos de los modelos de situación argumentaron que los gráficos y las imágenes ayudan a la comprensión al ser incorporados conjuntamente con la información derivada del texto en un modelo de situación integrado (Rellensmann, Schukajlow y Leopold, 2017).

Cuando los textos se presentaron con imágenes apropiadas, es decir, imágenes en las que los dos pasos intermedios se representaron como si ocurrieran simultáneamente, las personas tendieron a construir representaciones mentales del procedimiento. Mientras se traduce un modelo situacional en un modelo matemático. De esta manera, la construcción de un dibujo situacional puede promover la generación de un dibujo matemático (Rellensmann et al, 2017).

### **1.1.2 Dimensiones en la construcción coherente de un modelo situacional**

Cuando las personas comprenden una historia, ellas no solamente construyen representaciones mentales de sus palabras y oraciones sino también de las situaciones que son protección para estas palabras y oraciones. Teórica y metodológicamente son importantes para dividir la construcción de múltiples aspectos del modelo situacional.

Si los lectores construyen modelos situacionales mientras leen historias entonces la comprensión debería ser facilitada para la extensión de las historias que converjan en una situación continua comparado con una situación discontinua. Esta discontinuidad presumiblemente hace la entrada más difícil para integrarse.

Zwaan, Langston y Graesser (1995), citados en Ibáñez (2007). Identifican al menos cinco dimensiones en los modelos de situación: tiempo, espacio, causalidad, intencionalidad y protagonista. A continuación, describiremos cada una de estas dimensiones

*Tiempo.* Los lectores hacen uso de sus conocimientos sobre situaciones experimentadas para construir modelos de situación. También argumentaríamos que la información temporal es crucial para la construcción de modelos situacionales.

*Espacio.* La naturaleza no lineal del espacio proporciona una falta de coincidencia interesante con la naturaleza lineal del lenguaje. Por ejemplo, dos objetos pueden estar cerca en el espacio y, sin embargo, describirse muy separados en el texto. Al hacer la correspondencia entre la organización espacial y la estructura lingüística, los investigadores pueden evaluar si un lector ha creado una representación mental del texto o de la situación descrita. Esta tensión entre la tridimensionalidad del espacio y la bidimensionalidad del lenguaje ha hecho que la construcción de modelos de situación espacial sea un área fructífera de investigación.

La investigación se ha centrado en tres preguntas: a) ¿Se utilizan modelos espaciales durante la comprensión? b) ¿Cómo se modifican durante la comprensión?, y c) ¿Se usan durante la recuperación de la memoria? Si el modelo de situación modela con éxito las relaciones espaciales, los elementos que están más alejados del enfoque actual deberían estar menos disponibles que los elementos cercanos. Si los modelos de situación espacial se construyen durante la comprensión, entonces los lectores deberían tener problemas para procesar la información que sea inconsistente con el modelo. Por ejemplo, cuando la ubicación de un protagonista de una historia es diferente de los objetos o personas que se describen en un texto, a las personas les resulta difícil relacionarlas con su modelo de situación, por lo que los procesos de comprensión llevan más tiempo.

Si los lectores no construyeran una representación espacial sobre la base de las oraciones, entonces la velocidad de comprensión de la información en esta condición no debe diferir de la condición de descripción continua. Cuando la información puede interpretarse como consistente con un modelo de situación anterior, ese modelo de situación solo necesita actualizarse.

La información sobre las relaciones espaciales entre un observador y los objetos en el entorno se interpreta con un marco espacial. Un marco espacial consiste en un conjunto de tres ejes ordenados.

La integración espacial. Un solo modelo de situación puede representar varias piezas de información sobre una situación. Específicamente, el rendimiento de la memoria es mejor cuando la información se puede integrar fácilmente en un modelo de situación que cuando se almacena a

través de varias representaciones. Esto sugiere que la integración de información específica de la situación solo puede ocurrir cuando un conjunto de hechos se refiere claramente a una única situación y que los modelos de situación se utilizan para tomar la decisión de recuperación de memoria a largo plazo. Las dos perspectivas más comunes proporcionadas en un texto son ruta y encuesta. Las perspectivas de ruta describen el movimiento como si una persona realmente estuviera viajando dentro del espacio. Se necesitan varias exposiciones a un texto para construir una imagen espacial. Manejar bien nuestro entorno físico es fundamental para el funcionamiento diario. No es de extrañar, entonces, que los lectores también puedan formar un diseño espacial de un texto descrito, denominado dimensión espacial.

*Causalidad.* En esta dimensión el lector crea una conexión causal entre el evento anterior y el evento entrante. Esto sugiere que los lectores son muy sensibles a los conectivos causales como señales para construir una relación causal entre los eventos.

En la mayoría de los casos, los lectores pueden actualizar el modelo formando conexiones causales sin que se lo indiquen los conectivos. En tales casos, el conocimiento del mundo juega un papel crucial. Existe una cantidad considerable de evidencia que sugiere que los lectores realizan un seguimiento de la información motivacional durante la comprensión. Varios estudios han encontrado que cuando se les pidió a las personas que recordaran una narrativa que habían leído antes, la información relacionada con el objetivo se recordó mejor que otra información que no estaba relacionada con las intenciones del protagonista (Ibañez,2007).

*Intencionalidad.* Los lectores también hacen un seguimiento de los objetivos del protagonista. Esto se conoce como la dimensión de intencionalidad. Esto sugiere que los lectores mantienen mentalmente el seguimiento del movimiento espacial del protagonista en su historia del mundo.

*Protagonista y objetos.* Forman la carne de los modelos de situación. Ya que la investigación se centra en si los lectores ejemplifican objetos cuando no se mencionan explícitamente en el texto. Donde los comprendedores son muy sensibles a una variedad de señales lingüísticas sobre la resolución anafórica, donde los lectores usan sus conocimientos previos para integrar información de diferentes oraciones involucrando propiedades de los protagonistas. Los lectores incorporan de forma rutinaria e inmediata información de género estereotípica en los modelos de situación. En una revisión de la búsqueda del modelo situacional Zwaan y Radvansky (1998) realzan la importancia del protagonismo y objetos durante la construcción de modelo situacional.

van Dijk y Kintsch (1983) argumentaron que los modelos situacionales fueron necesarios para explicar cuestiones de referencia, correferencia, coherencia, perspectiva, traslación, diferencias individuales, memoria, reordenamiento de efectos, solución de problemas, actualización de conocimiento, aprendizaje. Usamos el término modelo de situación para referirnos a una representación del discurso que captura aspectos de un micro mundo creado por el lector. En este sentido, los eventos son los componentes básicos de la comprensión, capturan los matices de las situaciones descritas en el texto narrativo.

## **1.2 Modelos de comprensión textual**

Según el modelo de Kintsch y van Dijk (1983), el procesamiento textual se realiza en varias fases. Las proposiciones que representan el significado del texto se agrupan en bloques, de acuerdo con un procesamiento del texto en ciclos sucesivos. La interrelación de esos bloques da lugar a una estructura o red proposicional que constituye el “texto base”. El texto base es transformado en macro proposiciones (macro texto) que representan la información esencial del texto, prescindiendo de la información irrelevante y redundante. Los conocimientos previos del lector (esquemas, planes, modelos...) guiarán y controlarán la comprensión.

De acuerdo con Zwaan y Radvansky (1998), la comprensión cabal de un texto requiere de un modelo en la forma de una representación cognitiva no proposicional y análoga, la que se entiende necesaria, entre otras funciones, para el razonamiento y la realización de inferencias. En términos más simples, comprender un texto implica entender “de qué trata” el mismo; sólo de este modo es posible luego hacer uso de la información obtenida.

Para alcanzar el objetivo, es decir, la construcción del modelo de situación, el lector debe recurrir a su conocimiento del lenguaje, del tema tratado y al conocimiento procedimental sobre la operatoria de la lectura. Todo lo anterior supone un conjunto de competencias adquiridas en múltiples experiencias vividas en diferentes contextos a través de un extenso proceso evolutivo que, en el caso de lectores adultos que leen textos especializados en ambientes académicos, se extiende por muchos años.

En efecto, alcanzar una capacidad de leer artículos científicos, manuales, informes de laboratorio y textos teóricos de una disciplina científica supone, primero, que se han alcanzado otras habilidades de lectura, unas más básicas y de adquisición más temprana. Un estudiante

universitario puede demostrar, en los procedimientos de selección para el ingreso a una universidad, ciertas competencias mínimas en el dominio de la lengua formal culta.

Estas capacidades suponen, a su vez, otras habilidades previas relacionadas con la mecánica de la lectura en los niveles más elementales de la organización del texto. La lectura de textos académicos se presenta así, como un desempeño intelectual de la más alta complejidad. En consecuencia, no es algo que se desarrolle en forma espontánea; sino que, por el contrario, ocurre solo en el marco de un espacio de aprendizaje sistemático y con objetivos explícitos (Zwaan y Radvansky, 1998).

Se consideran cuatro puntos acerca de la comprensión del lenguaje

- Las palabras activan áreas del cerebro, y a su vez evitan que estas áreas se cierren, generando una percepción de acciones.
- Las representaciones visuales de las formas del objeto y su orientación son rutinarios e inmediatos.
- La información que está descrita en un texto es más activa en su comprensión que la información que no está en la situación.
- El movimiento de sus ojos y manos del lector perciben y actúan en la descripción de situaciones.

A continuación presentaremos dos modelos de comprensión textual los cuales nos permiten comprender cómo los lectores realizan la comprensión textual. El Modelo de Indexación de Eventos y el Marco del Experimentador Inmerso.

### **1.2.1 El Modelo de Indexación de Eventos (MIE)**

El modelo de indexación de eventos (MIE) hace la predicción general de que la carga de procesamiento durante la comprensión varía en función del número de índices de situación compartidos entre el evento procesado actualmente y el estado actual del modelo situacional.

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

Sin embargo, en su estado actual, el modelo de indexación de eventos no es ni fue pensado como un modelo completo de construcción de modelos situacionales.

Zwaan et al (1995) propone el MIE describiéndolo cómo un modelo de situación que se construye y actualiza a partir de 5 dimensiones (tiempo, espacio, protagonistas, causalidad e intencionalidad). Donde cada evento de la historia es anexado a partir de las dimensiones mencionadas además de enfatizar que a medida que un evento de la historia es comprendido, el lector monitorea y actualiza el MS. De esta forma cada evento de la narración se va anexando desde la región espacial en la que ocurre, en el marco de tiempo en el que este ocurre, los protagonistas que involucra, el estatus causal en relación con los eventos previos y su relación con las metas del protagonista. Los eventos son los puntos principales durante la narración que se conectan a la memoria a través de sus dimensiones, por lo que, al comprender una historia simple, los lectores construyen representaciones de los personajes, eventos, estados, metas y acciones descritos. Esto lleva a que el lector genere un micro mundo de lo que se comunica en la lectura, utilizando un conjunto de pistas de procedimiento acerca de cómo construir aquel mundo o modelo de situación que le proporciona estructura lingüística,

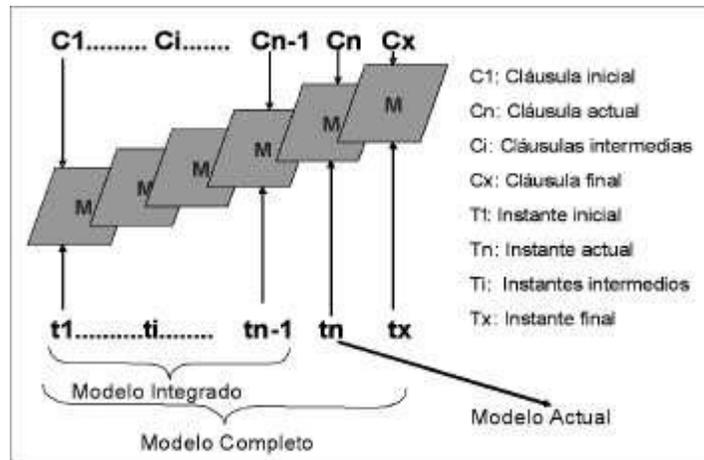


Figura 1. Construcción de un modelo de situación,

Fuente: Ibáñez, 2007

La Construcción de un modelo de situación está formado por: modelo actual, modelo integrado, modelo completo (Ibáñez, 2007). A continuación, se describen las partes cuyo esquema se aprecia en la Figura 1.

1. Modelo actual: en una narración el lector construye un modelo en un instante actual descrito como (Tn).

2. Modelo integrado: es el conjunto de las situaciones, que corresponden al modelo desde un instante inicial ( $t_1$ ) hasta antes del instante actual ( $T_{n-1}$ ).

3. Modelo completo: es el conjunto de todas las situaciones desde el instante inicial ( $T_1$ ) hasta el instante final ( $T_x$ ).

En el MIE se plantea que durante la comprensión el lector transforma las cláusulas de un texto en la representación de eventos, los cuales se integran para constituir el modelo de situación como a continuación se describe. Los lectores pueden repensar una narración y generar inferencias adicionales, lo que podría llevar a desarrollar modelos completamente nuevos.

Respecto del proceso de construcción de un modelo de situación, Ibáñez (2007) lo ilustra con lo siguiente: “La alumna del programa de postgrado en ciencias cognitivas se dirigió esa mañana al noveno piso. Deseaba entregar su artículo. El profesor estaba hablando por teléfono, pero la hizo pasar. La alumna le entregó el escrito” (p.90).

Lo anterior lo podemos entender de la siguiente manera: Durante la primera oración, el lector crea un modelo de situación donde puede incluir al protagonista (personas, animales, objetos, etc.), el protagonista está representado por la estudiante de más de veinte años, dentro de un edificio durante una mañana. De esta forma se representa al protagonista en un marco temporal y espacial, el que constituye el contenido del modelo actual. Este modelo actual se convierte en integrado y cuando el lector pasa a la segunda oración su representación es integrada a la de la primera a través de cualquiera de las cinco dimensiones. También se observa que el protagonista (alumna) no cambia, así que la integración se produce a través de la dimensión del protagonista. A la vez, a las dimensiones temporal y espacial, las cuales tampoco han cambiado, se integra ahora la intencionalidad, objetivo que se pretende (“deseaba entregar”). En este modelo actual en  $t_2$  se crea a la vez un segundo protagonista, el cual está representado por el profesor. Posteriormente se actualiza el modelo, integrando el modelo actual en  $t_2$ . De esta forma se continúa integrando eventos que son indexados a través de las cinco dimensiones mencionadas anteriormente, hasta llegar a formar un modelo de situación final completo.

Del ejemplo anterior podemos decir que el modelo tiene tres elementos: uno es el marco situacional que es en el que se coloca la situación en un espacio y tiempo determinado. Otro elemento son las relaciones situacionales que se puede interpretar como el vínculo que se establece dentro de cada una de las dimensiones (tiempo, espacio, causalidad, protagonista,

intencionalidad). Y por último tendríamos el contenido situacional, donde existe información de identidades como (protagonistas y objetos), además sus propiedades (atributos físicos y psicológicos). Estos elementos, son tratados por Zwaan en su siguiente propuesta, el marco del experimentador inmerso.

### **1.2.2 Marco del experimentador inmerso (MEI)**

Esta perspectiva teórica fue 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.

Según Zwaan (2004), la idea central en la propuesta del Experimentador Inmerso es que las palabras, a través de la entrada lingüística, activan experiencias. De esta manera, la forma del referente resulta de la simulación perceptual a partir de las experiencias previas del comprendedor. Es decir, leer o escuchar una palabra activa representaciones (lexicales, gramaticales, fonológicas, motoras, táctiles) experienciales de palabras, así como también representaciones (motoras, perceptuales, emocionales y, frecuentemente, una combinación de estas) experienciales asociadas a sus referentes. En este sentido, esta nueva propuesta, a diferencia de las anteriores, 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.

Durante la comprensión dentro de la propuesta del Experimentador Inmerso se sustentan los planteamientos acerca del tercer nivel de representación, haciendo énfasis del modelo de situación y la descripción de los eventos. De esta forma, continúa definiéndose al modelo de situación como la representación de la situación descrita lingüísticamente. Sin embargo, ahora se enfoca en un aspecto micro del mismo nivel de representación, y los eventos, dan un mayor sustento al aspecto macro, generando el modelo de situación. La propuesta del Experimentador Inmerso distingue tres aspectos esenciales de la comprensión lingüística: “activación”, esta se centra en las palabras, la “construcción” se enfoca en las cláusulas y finalmente la “integración”, es a nivel discursivo (Zwaan, 2004).

Ampliando estos componentes del MEI diremos que en el proceso de “activación” las palabras entrantes estimulan “redes funcionales” de la misma forma que lo hacen sus referentes al ser experimentados, estas redes se expanden por la corteza cerebral y pueden involucrar las áreas sensoriales primarias, debido a que, frecuentemente tenemos diferentes perspectivas de ver las cosas. Las redes contienen el conjunto de nuestras experiencias o eventos. La forma en que se propaga la representación depende de una relación entre la frecuencia, lo reciente y la prioridad de una experiencia con todo lo que se relaciona. De esta forma la representación activada entrega el contexto para el patrón de activación de la próxima red funcional. Esto significa que entre más explícita sea la representación inicial, mayores serán las restricciones que esta exigirá a la siguiente activación. Derivado de esto se genera el mecanismo de restricción-satisfacción, donde una red funcional que se activa y es poco clara se le restringe para llegar a la simulación mental llamada “articulación” y ocurre durante la construcción. (Ibañez, 2007).

*Construcción* (construal). Aquí se unen las redes funcionales en una simulación mental de un evento específico. Esto quiere decir que, en este proceso, las redes funcionales activadas inicialmente son integradas para crear la representación de un evento. En esta propuesta, al igual que en el Modelo de Indexación de Eventos (Zwaan y Radvansky, 1998), el evento es la unidad referencial de la construcción. Por ello se dice que, durante la construcción, las redes funcionales activadas inicialmente son ‘articuladas’ a través de los mecanismos de restricción-satisfacción. Por ello esto funciona de forma similar al mecanismo de construcción-integración (Kintsch, 1988).

*Integración*. Para llegar a este punto la representación de un evento debió haber sido parcialmente construida para poder pasar posteriormente al proceso de construcción. Es decir, los elementos importantes de la construcción o las construcciones anteriores formarán parte del contenido de la memoria de trabajo, así como las redes funcionales activadas por las palabras. Estos elementos establecerán, en gran parte, la construcción en curso. Entonces podemos decir que el intervalo que existe entre una construcción y la siguiente será la integración. Este proceso es muy similar al proceso de actualización descrito en el modelo de indexación de eventos (Zwaan y Radvansky, 1998). Podemos concluir entonces que la propuesta del Marco del Experimentador Inmerso se centra en los tres procesos mencionados de activación, construcción e integración.

Se generan diferentes tipos de transiciones entre las construcciones, tanto en las descripciones de escenas estáticas como en las descripciones de escenas dinámicas de la siguiente manera:

En las descripciones de escenas estáticas, el experimentador emite típicamente la atención y las transiciones asociadas son perceptuales, en su mayoría visuales. Las transiciones típicas en las descripciones escénicas son más bien del tipo panorámicas, donde cada construcción simula la experiencia visual de un objeto, parte de un objeto o una característica del objeto. De esta manera, las construcciones generadas por esos marcos de atención son experiencias visuales de las entidades denotadas y las transiciones entre ellas son procesos visuales comunes (Juárez, Mejía, González, y Slisko, 2014)

A diferencia de las descripciones de escenas dinámicas o secuencias de acciones en las que el experimentador es el observador, las transiciones son emitidas por cambios en la escena que atraen la atención. En las descripciones dinámicas como las de escenas estáticas la atención cambia en el ambiente hacia un estado interno del experimentador: llámese una emoción, un estado cognitivo, o un recuerdo (Juárez, Mejía, González, y Slisko, 2014)

Ibáñez (2007) refiere que a partir la propuesta del Experimentador Inmerso y del modelo de Indexación de Eventos, se generó una evolución en la línea de investigación desarrollada por Rolf Zwaan, esta se ha complementado durante la última década; no obstante, esta descripción pierde gran parte de su riqueza si no se amplía a un análisis de consistencia de las propuestas. Sin embargo, para hacer un mejor análisis se debe contemplar precisamente los fenómenos producto del contexto científico histórico en el que la línea de investigación se ha desarrollado. Es decir, el contexto es esencial en la investigación de la comprensión del discurso, así como el desarrollo de las ciencias y tecnologías de la cognición, y algunos de sus productos constituyen, un cambio constante en cuanto a los planteamientos y enfoques que se unen para determinar una línea de investigación y la integración de concepciones y planteamientos pertenecientes a paradigmas diferentes. Por este motivo, Zwaan y Radvansky (1998) solo presentaron el formato del primer nivel de representación, el de la estructura de superficie, como una representación del texto manteniendo su estructura sintáctica y el segundo nivel o base textual como una red proposicional.

### **1.3 El modelo Situacional en la comprensión de los problemas matemáticos.**

Los modelos situacionales son representaciones multidimensionales. Nosotros necesitamos responder cómo los lectores construyen y monitorean múltiples dimensiones.

Según van Dijk y Kintsch (1983) en la enseñanza de las matemáticas nos preocupamos por conocer estrategias para que el estudiante logre el aprendizaje. En la resolución de problemas también se requieren de éstas para obtener una solución exitosa. Por lo tanto, la elaboración del dibujo del modelo situacional surge como una herramienta en la resolución de problemas contextualizados de matemáticas. Derivado de lo anterior los autores postulan que al leer un texto se trabaja con tres niveles de representación mental: el código de superficie, la base de texto y el modelo situacional. Estas etapas o niveles son parte del proceso mental de comprensión y transitan desde la identificación de las palabras, las oraciones y sus significados hasta la construcción de una imagen de la situación que se plantea en el texto. Esta imagen que se crea uno sobre lo que está leyendo puede ser un esquema, un diagrama, un cuadro, etcétera.

El alumno tiene que construir un modelo de la situación descrito en el problema matemático para entender la situación del problema. En un segundo paso, el modelo de la situación tiene que ser traducido a un modelo matemático a través de la idealización y la matematización.

El modelo matemático representa el problema en un nivel más abstracto que permite a los estudiantes aplicar métodos matemáticos para calcular un resultado matemático. En un tercer paso, en la matemática el resultado tiene que ser interpretado y validado con respecto a la realidad.

En una discusión de modelos situacionales esto es importante para distinguirlos de conceptos mejor conocidos como esquemas que son representaciones mentales estereotípicas de una situación.

En el proceso de modelado matemático, diferentes tipos de aprendizaje generados por el alumno y sus dibujos pueden ser creados.

Por lo tanto, para entender la comprensión nosotros tenemos que conocer cómo los lectores construyen y usan los modelos situacionales integrados.

### **1.3.1 El papel de los dibujos en la comprensión textual de problemas matemáticos**

Las estrategias de dibujo se usan ampliamente como una herramienta poderosa para promover el aprendizaje y resolución de problemas.

Cuando los estudiantes generan un dibujo para un problema determinado, deben comprender qué objetos están involucrados en la tarea y cómo estos objetos están relacionados entre sí. Los estudiantes tienen que reducir la cantidad de información dada centrándose en las piezas de información relevantes que deben ser representados en el dibujo. El proceso de seleccionar y organizar la información promueve el procesamiento de la información profunda y, por lo tanto, mejora la comprensión de tareas de los estudiantes.

La precisión de los dibujos describe el grado en que se representa correctamente los objetos y relaciones descritos en la tarea.

Podemos decir que la construcción de un dibujo situacional y un dibujo matemático puede promover el rendimiento de modelado (Rellensmann, Schukajlow y Leopold, 2017)

Llamamos a un dibujo situacional una representación externalizada del modelo de situación que representa pictóricamente los objetos descritos en el problema-situación de acuerdo a su apariencia visual. Por lo tanto, un dibujo situacional es un dibujo con un bajo nivel de abstracción. Un dibujo situacional puede ayudar a los estudiantes a comprender el problema mejor al proporcionar una forma de seleccionar y organizar la información dada en la tarea.

Por el contrario, un dibujo matemático es un dibujo abstracto porque proporciona una representación externalizada del modelo matemático. Representa solo objetos relevantes para la solución del problema, y estos se reducen a sus características matemáticas relevantes. Un dibujo matemático representa la información que es necesaria para la tarea y, por lo tanto, facilita la detección de métodos matemáticos apropiados. Sin embargo, su construcción requiere procesamiento sofisticado. Por otra parte, el dibujo situacional puede ayudar al usuario a evitar sobrecargar su memoria de trabajo mientras traduce un modelo situacional en un modelo matemático. De esta manera, la construcción de un dibujo situacional puede promover la generación de un dibujo matemático.

Un dibujo situacional correcto puede promover la construcción de un dibujo matemático y un dibujo situacional incorrecto puede complicar la construcción de un dibujo matemático. Así como

puede promover la construcción de un dibujo matemático ya que puede ayudar al alumno a reducir la información dada a la relevancia de su estructura matemática debajo de la estructura superficial del problema. Además, puede inspirar al estudiante para considerar información implícita. Sin embargo, un dibujo situacional no conduce automáticamente a un dibujo matemático correcto. A veces los estudiantes ignoran las características de dibujo situacional al generar el dibujo matemático, (Rellensmann et al, 2017).

Según los autores citados se distinguen dos tipos de dibujos: dibujos situacionales, que representan la estructura superficial del problema, pictóricamente, y dibujos matemáticos, que se centran en la estructura matemática debajo de la estructura superficial del problema. Además del análisis inferencial de mediación, analizaron cualitativamente los dibujos de los estudiantes para explicar y aclarar efectos del análisis de mediación.

Según la hipótesis de Rellensmann et al (2017) la relación fue mediada por la precisión del dibujo. Estudiantes con un mejor conocimiento estratégico sobre el dibujo que sus pares construyeron dibujos matemáticos de mayor precisión y posteriormente resolvieron mejor los problemas de modelado. Otros de sus análisis confirmaron que el tipo de dibujo es importante para la eficacia del dibujo. Ambos dibujos situacionales y matemáticos están relacionados con el rendimiento de modelado pero de diferentes maneras. Un dibujo situacional no está directamente relacionado con el rendimiento del modelo. Sin embargo, la precisión de un dibujo matemático resultó estar fuertemente relacionada con rendimiento de modelado. Por otra parte, la precisión de un dibujo situacional está indirectamente relacionado con el rendimiento de modelado de los estudiantes, y esta relación está mediada por la precisión del dibujo matemático.

Para explicar los efectos de los dibujos situacionales y matemáticos en los estudiantes se llevó a cabo un análisis a profundidad de sus dibujos para ver su modelado. Concluyeron que el efecto indirecto de un dibujo situacional en el rendimiento de modelado se puede explicar de la siguiente manera: cuando el alumno genera un dibujo situacional, el alumno debe seleccionar y organizar los objetos relevantes para la solución y las relaciones descritas en el problema.

Además, es posible que un dibujo situacional respalde el modelado mediante la promoción la interpretación y validación del resultado matemático con respecto a la realidad.

Según Rellensmann et al (2017), un dibujo matemático está estrechamente relacionado con el rendimiento del modelo, ya que proporciona una representación pura de la estructura del

problema matemático, y los métodos matemáticos cuando es aplicado correctamente conduce directamente a un resultado matemático.

Las relaciones entre los dos tipos de dibujos y el rendimiento de modelado no son perfectas. Además, los dibujos matemáticos correctos no conducen automáticamente a una solución correcta si el estudiante no posee las habilidades computacionales solicitadas.

Como comentan Rellensmann et al (2017) los estudiantes a menudo tienen dificultades para hacer la transición directa entre la realidad y las matemáticas en el proceso de modelado. En estos casos, puede ser útil si los estudiantes primero construyen un dibujo situacional para profundizar su comprensión de la situación del problema. En un segundo paso, este dibujo se puede reducir a sus aspectos matemáticos relevantes. Sin embargo, tanto maestros como estudiantes deben ser conscientes del hecho de que un dibujo situacional debe servir solo como un escalón que ayuda al alumno a llegar a la estructura del problema matemático abstracto.

Alternativamente, los estudiantes de alta capacidad que no luchan con la comprensión del problema, profundizan directamente en la elaboración de un dibujo matemático que se centra en el resumen de la estructura del problema matemático. A estos estudiantes se les puede aconsejar que omitan el tipo de situación de dibujo y hacer un dibujo matemático directamente.

Sin embargo, según Rellensmann et al (2017), el dibujo situacional y matemático requiere que los maestros tengan altas habilidades de diagnóstico, además del conocimiento avanzado de dibujo estratégico requerido de los estudiantes. Es posible que un estudiante construya un modelo matemático mental antes de hacer el dibujo situacional, pero esto no contradice la dirección hipotética de los efectos como la externalización del modelo mental en el dibujo situacional puede hacer que el alumno se dé cuenta de conceptos erróneos, iniciar una revisión del modelo mental, y afectar el camino del rendimiento de modelado. Sin embargo, es una limitación importante de este estudio que no controlamos si los estudiantes respetaron el orden de (a) hacer un dibujo situacional, (b) hacer un dibujo matemático, y (c) resolver el problema.

Otra limitación de este estudio radica en las fiabilidades psicométricamente insatisfactorias de los instrumentos que miden el conocimiento estratégico de los estudiantes sobre el dibujo y su exactitud del dibujo. Estos, pueden ser comprensibles cuando se considera que los elementos de prueba involucran contextos situacionales heterogéneos y diversos contenidos matemáticos con el fin de realizar alta validez de contenido.

Se puede esperar que la limitación de los elementos de la prueba de conocimiento estratégico a un contenido matemático, aumentará la confiabilidad del instrumento como el conocimiento matemático de los estudiantes, siendo un factor de influencia, más homogéneo. Por lo tanto, las pruebas de las consistencias internas bastante bajas indican que el conocimiento de los estudiantes y el uso de los dibujos son altamente dependientes de la tarea y falta de consistencia entre tareas.

Los diferentes tipos de dibujos están relacionados con el modelado de diferentes maneras. Nuestros hallazgos apoyan la hipótesis de que los dibujos matemáticos son particularmente útiles para modelar la resolución de problemas. Sin embargo, este tipo de dibujo es difícil de construir. No se encontraron dibujos situacionales directamente relacionado con el rendimiento del modelo, pero pueden ayudar a los estudiantes a construir el dibujo matemático ayudándolos a reconocer la estructura matemática debajo de la estructura superficial del problema. De esta manera, los dibujos situacionales también pueden ser beneficiosos para el modelo matemático.

## **1.4 Planteamiento del problema**

### **1.4.1 Objetivo**

Favorecer la comprensión textual de problemas matemáticos verbales en estudiantes de secundaria, mediante entrevista terapéutica.

### **1.4.2 Pregunta de investigación**

¿Cómo mejorar la comprensión de problemas matemáticos verbales mediante entrevista terapéutica?

### **1.4.3 Justificación**

Los bajos índices de desempeño en la comprensión y resolución de problemas matemáticos verbales que se reportan en la literatura, así como las dificultades que presentan estudiantes de secundaria durante el proceso de comprensión lectora siendo la ubicación espacial muy importante en la construcción del modelo situacional, por esta razón se abordó esta categoría como parte de este estudio.

## **Capítulo 2**

### **Método**

En el presente estudio se emplea un enfoque cualitativo. Es por ello que para nuestra investigación se elaboraron tres reactivos, en cada uno de ellos los estudiantes pertenecientes a un grupo de tercer grado de secundaria de la Ciudad de Puebla, México realizaron un modelo mental del problema planteado y contestaron las preguntas del mismo, a partir de ahí se elaboró un diagnóstico, con el fin de averiguar cómo los estudiantes construyen el modelo situacional al tratar de resolver un problema matemático.

Este método se enfoca en la construcción de modelos situacionales que favorecen la solución del problema. En la literatura revisada se hace mención que los modelos situacionales se consideran como construcciones mentales.

#### **2.1 Método de investigación**

El presente estudio aborda el análisis de diversas representaciones mentales de una situación descrita en un problema matemático que construyeron los estudiantes de tercer grado de secundaria. Desde una perspectiva del modelo de indexación de eventos, se modificó un problema verbal existente. Este fue presentado a los estudiantes para que realizaran el dibujo de la situación descrita en el problema. El modelo situacional nos permitió analizar las diversas representaciones realizadas por los estudiantes, en particular la de espacialidad, que es una categoría que se presenta en los modelos situacionales, durante el proceso de comprensión textual del problema. Para darle continuidad a este método, se realizó la entrega de una hoja de trabajo, con una versión modificada de un problema matemático planteado, como instrumento de aplicación en el sujeto. Los problemas que se eligieron son verbales con un contexto real, además de ser problemas que requieren conocimiento matemático mínimo para su comprensión. Estos se utilizaron como instrumento con la finalidad de indagar la comprensión verbal de los alumnos.

Los problemas planteados en este estudio se denominan: “La pirámide”, “El clavado” y “El soldado”; los cuales fueron aplicados. Derivado de la aplicación, se realizó una intervención didáctica mediante entrevistas terapéuticas, y a través de estas, se recogieron datos de información, experiencias y perspectivas personales del sujeto en relación a su comprensión verbal que experimentaron sobre el problema matemático planteado.

## *Entrevista*

En este trabajo se utilizó el método de entrevista, esta técnica es atribuida a Piaget y consta de investigar los procesos de razonamiento en que se fundan las respuestas del sujeto. También permite la recolección de la información en profundidad, donde el informante expresa o comparte oralmente y por medio de una relación interpersonal con el investigador su saber (opiniones).

Piaget fue uno de los primeros teóricos del constructivismo en psicología. Pensaba que los niños construyen activamente el conocimiento del ambiente usando lo que ya saben e interpretando nuevos hechos y objetos. En su investigación les pedía a los sujetos que explicaran sus respuestas, no le interesaba tanto lo que conocía el niño, sino cómo pensaba en las soluciones de los problemas planteados. Este psicólogo estaba convencido de que el desarrollo cognoscitivo supone cambios en la capacidad del niño para razonar sobre su mundo. También estudió en sus teorías las etapas del desarrollo del ser humano, dentro de las cuales nombró una como “Etapas de las operaciones formales”. Dentro de esta, el niño o sujeto en estudio presenta características de tipo reflexivo, la edad en la que se encuentran estos sujetos es de 12 años en adelante, dentro de esta edad, el niño aprende sistemas abstractos del pensamiento que le permiten usar la lógica proposicional, el razonamiento científico y el razonamiento proporcional.

La entrevista planteada por Piaget, constituye un buen ejemplo de cómo podemos combinar las evaluaciones del desempeño o rendimiento con la entrevista; con la finalidad de medir el funcionamiento cognoscitivo del niño.

Según Ginsburg (1997), la entrevista es una medida de auto-reporte en la que se formula a las personas un conjunto estándar de preguntas. Se utiliza como una herramienta potencial para revelar los conocimientos adquiridos o no por el alumno, y se consolidó como un instrumento para la obtención de datos y su aprendizaje de las matemáticas. Dentro de ella existe una parte conocida como “rapport”, en la cual hay una compatibilidad, entendimiento y buena relación entre el sujeto en estudio y el investigador. Existe flexibilidad y no es estándar, esto viene de muchos contextos históricos. Las preguntas que se realizan pueden tener muchos motivos se trata de que el sujeto no esté tenso, la entrevista es para aclarar dudas generando respuestas útiles al entrevistador, al niño y ambos. Además de considerar el punto de vista del niño, que sabe qué formación tiene.

El comportamiento del entrevistador debe ser de motivación para el entrevistado. El tipo de relación que observamos en la entrevista debe ser de respeto, realizando esta para conocer y profundizar en las dificultades de los chicos, por lo tanto, no hay que basarnos en la intuición.

En una entrevista pueden existir registros pictóricos, gráficos, palabras. Es una forma enfocada y artificial de discurso, está dedicada para entrar a la mente del niño y es una compleja forma de interacción social, donde se puede ver el comportamiento del sujeto, para hacer inferencias. La actividad mental es central, así como aspectos gestuales actitudinales. El niño espera que el adulto haga preguntas difíciles, se espera que el que más hable sea el alumno, por consiguiente, se deben crear ciertas hipótesis de la actividad mental (Ginsburg, 1997).

Comparando la transcripción con el video, el investigador o entrevistador se da cuenta de que existe un léxico pobre, por lo que se determina que se debe indagar más sobre las respuestas del sujeto en estudio.

Se aplicaron los problemas planteados, se hizo un estudio exploratorio, se analizó con profundidad cada una de las respuestas emitidas por los estudiantes y sus tareas contestadas. Este estudio mostró una diferencia en su análisis de unas tareas respecto a las otras, además de evidenciar los procedimientos que se siguen en cada prueba, además de indagar acerca de las dimensiones del modelo situacional que construyeron los sujetos durante el proceso de lectura en el planteamiento del problema original. En este estudio, el dibujo es fundamental ya que a través de él se analizaron las producciones de los alumnos que realizaron después de leer el problema, como una representación del modelo situacional.

### **2.1.1 Características del grupo de estudio**

El tipo de población de los veinticinco estudiantes que participaron dentro de este estudio, pertenecieron a un grupo de tercer grado de secundaria de una escuela federal de la Ciudad de Puebla, México. Dicha institución pertenece a las colonias de la periferia de Puebla, llamada Sta. Catarina rumbo a la carretera a Valsequillo. La población considerada en este estudio, fueron estudiantes de una escuela pública, con una edad que oscilaba entre los 13 y 14 años, de sexo masculino y femenino del tercer grado grupo "B". Para hacer una selección de casos específicos de alumnos, se generó a partir del asesoramiento del tutor de grupo, de los resultados en la trayectoria escolar y las dificultades que tuvieron para resolver los problemas planteados durante el pre-test y con ello se constituyó el grupo de tratamiento. Es decir, los alumnos seleccionados

mostraron deficiencias de contenidos previos como: comprensión y conceptos de cálculo de áreas y perímetros, falta de habilidad para justificar la solución de los problemas en algunos casos, falta de comprensión verbal en los problemas y de habilidad aritmética. En esta institución se llevan a cabo las actividades docentes apegadas al Plan y Programas de estudio de Educación Secundaria vigentes.

### **2.1.2 Diseño del instrumento diagnóstico y su aplicación**

El representar un problema planteado por medio de un dibujo es una estrategia muy útil para la comprensión del enunciado de un problema. En este estudio fue importante que en el dibujo se describieran y mostraran los elementos del problema para registrar toda la información.

Se utilizaron dos pruebas, una diagnóstica (pre-test) y otra después de la intervención (post-test) con el fin de analizar los progresos y posible mejoría en la resolución de los problemas.

Para el pre-test se aplicaron tres problemas verbales basados en la construcción de modelos situacionales como instrumento de diagnóstico a los estudiantes, donde se hizo una recolección de los dibujos de los alumnos y de sus datos analizándolos a través del modelo de indexación de eventos, que pudimos manejarlos como aportaciones de los participantes. Se les dio instrucciones a los participantes para cada uno de los problemas que se les planteó, (ver anexos). Cada instrumento usado en la investigación, consistió en una hoja de trabajo con el planteamiento de cada uno de los problemas, en donde se les dio la indicación de que no se trataba de ninguna prueba o examen que pudiera afectar su calificación. Esto sirvió 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

El instrumento de cada problema se dividió en dos partes. En una primera parte había un recuadro en donde los estudiantes tenían que dibujar la situación descrita y en la otra se les pedía que escribieran lo que consideraron necesario para contestar las preguntas del problema. Estos problemas fueron seleccionados para visualizar en ellos la espacialidad que es una de las cinco categorías del modelo de indexación de eventos.

Al aplicar el instrumento a los estudiantes en el pre-test, generamos un diagnóstico, de acuerdo con sus respuestas dadas a las preguntas que se les pidió que resolvieran. Una vez revisados los dibujos y respuestas del grupo de estudio, se descartaron algunos estudiantes y se dio lugar a la selección de casos específicos de alumnos que presentaron mayor dificultad en la resolución de

los tres problemas, y estos fueron cinco: Joselyn, Fabián, Gerardo, Gustavo Montserrat, Denisse. Posteriormente se realizó una intervención didáctica mediante entrevista terapéutica y finalmente se aplicaron esos mismos tres instrumentos como pos-test para ver qué impacto tuvo en los alumnos. El pre-test se aplicó a finales de febrero de 2019, mientras que el post-test se aplicó a finales de junio de 2019.

### **2.1.3 Intervención mediante la entrevista terapéutica**

La entrevista terapéutica se utilizó para investigar la organización cognitiva del sujeto. De acuerdo con Cohen y Manion (1990), la entrevista se empleó como una herramienta para establecer la comunicación entre el investigador y el sujeto de estudio con el propósito de profundizar en el estudio cualitativo. Se realizó mediante un diálogo que inició con el entrevistador con el fin de obtener información acerca de cómo los sujetos realizaron la construcción del modelo situacional durante la comprensión de los problemas. Debido a que la comprensión textual es un elemento fundamental en la comunicación humana, el sujeto construyó un modelo de la situación descrita en el problema matemático para entender el problema.

El proceso de intervención se generó en el aula a través de la resolución de tres problemas de comprensión verbal, se plantearon conceptos como espacialidad y operaciones con números enteros positivos y negativos, se les pidió también que elaboraran una representación mental de cada problema del pre-test (soldado, clavado, pirámide). Durante el proceso se elaboró un diario de campo, con algunas grabaciones de video de entrevistas evidenciando algunas actitudes o comportamientos que tuvieron en la resolución de los problemas. Durante la entrevista se utilizaron preguntas como herramientas para que se hiciera una reflexión y reorganización de sus ideas, esto con el fin de analizar y contrastar sus respuestas que dieron del problema o del dibujo con lo que decían mediante la entrevista. La intervención tuvo una duración de cuatro sesiones con 50 minutos cada una durante dos semanas con dos sesiones semanales, dentro del horario escolar.

Los rasgos principales de la entrevista terapéutica son la dirección o control mínimos exhibidos por el entrevistador y la libertad que el informante tiene para expresar sus sentimientos subjetivos, tan completa y espontáneamente como elija o sea capaz. Además, se anima al informante a hablar acerca del asunto investigado y el curso de la entrevista lo guía él principalmente. No hay preguntas establecidas y normalmente tampoco un marco predeterminado

para respuestas registradas. El entrevistador se auto confina a aclarar los puntos dudosos, a repetir las contestaciones del informante y a indagar de forma general. Cuando su conocimiento está aún en forma vaga y no estructurada.

La necesidad de introducir bastante más control en la situación no directiva llevó al desarrollo de la entrevista dirigida.

A continuación, describiremos cada uno de los problemas y las preguntas que se generaron para la entrevista.

### **Problema de la pirámide**

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. (Chávez, Escalera, y Hubard, 2003; p. 143)

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

### **Entrevista para el problema de la pirámide**

Al leer el texto del problema

- 1.- ¿Conoces lo que es una pirámide?
- 2.- ¿Dónde te imaginaste a Santiago dentro de la situación? ¿Por qué ahí y no en otro lugar?
- 3.- ¿Dónde te imaginas el túnel?, ¿Cómo te imaginas al túnel?
- 4.- ¿Por qué no dibujaste a Santiago?
- 5.- ¿Qué parte de la situación te parece más importante de recordar?

En el primer enunciado,

- 6.- ¿Dónde te imaginas esta la entrada de la pirámide de ti? ¿Por qué ahí?
- 7.- ¿Dónde está el recorrido de los 6.5 metros, en tu dibujo?
- 8.- ¿Cómo imaginas que se debe realizar esta subida de los 2 metros?

9.- ¿Dónde te imaginas el recorrido de los 3.5 metros?

10.- ¿Por qué no pones ningún dato numérico en el dibujo?

11.- ¿Dónde representas la caída de 1 m?

12.- ¿Dónde se encuentra el cuarto, por debajo o por arriba del nivel de la calle?

13.- ¿Cómo obtuviste ese resultado y esa solución?

14.- ¿Por qué utilizaste esa operación y no otra?

Si tú estuvieras fuera de la situación,

15.- ¿Desde qué ubicación observas la pirámide y el túnel?

### **Problema del soldado**

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.” (Bruno y Martiñón, 1997).

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

### **Entrevista para el problema del soldado**

1.- ¿Conoces una muralla?

2.- ¿Dónde se encuentra la muralla en el dibujo?

- 3.- ¿Dónde se encuentra inicialmente el soldado?
- 4.- ¿Cómo llegas a esa solución?
- 5.- ¿Cómo justificas tu respuesta?
- 6.- ¿Por qué hiciste esa operación y no otra?
- 7.- ¿De qué otra forma podrías llegar a la respuesta?
- 8.- ¿En dónde se encuentra finalmente el soldado cuando se sienta?
- 9.- ¿Qué es lo que más recuerdas del texto?
- 10.- ¿Qué es lo que más se te dificultó del texto?

### **Problema del clavadista**

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua”  
(Marín ,2018)

Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

### **Entrevista para el problema del clavado**

- 1.- ¿Comprendiste lo que decía el problema?
- 2.- ¿Conoces un trampolín?
- 3.- ¿Dónde se encuentra el trampolín en el dibujo?
- 4.- ¿Dónde se encuentra el clavadista?
- 5.- ¿Según el texto qué es lo que hace el clavadista?

- 6.- ¿Qué es lo que hace el clavadista después de que cae?
- 7.- ¿Dónde se encuentra la piscina?
- 8.- ¿Comprendes las preguntas del problema?
- 9.- ¿Cómo justificas tu respuesta?
- 10.- ¿Has visto este problema o conoces un problema similar al clavadista?
- 11.- ¿A cuántos metros se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?
- 12.- ¿Qué parte se te dificultó más de entender el problema?

## Capítulo 3

### Análisis

#### 3.1 Análisis de las pruebas y resultados

En primera instancia, los datos obtenidos mediante los instrumentos mencionados nos arrojan que, al construir el modelo de la situación descrita en el problema, los estudiantes realizaron dibujos con mayores elementos representativos del problema planteado de acuerdo a sus vivencias y contexto

##### Análisis preliminares

Al resolver los problemas, uno de los errores más generalizados fue el cálculo incorrecto; se puede notar en los dibujos que los sujetos también mostraron una falta de comprensión, desconocimiento de la medida, la falta de sentido espacial y la falta de conocimiento matemático al representar las cantidades. Además podemos mencionar que al momento de construir el modelo mental para integrar la información no logran relacionar la información adecuadamente y no pueden contestar correctamente a la pregunta del instrumento.

Al analizar los dibujos de los estudiantes en los que afirmaron que el dibujo era útil para representar lo comprendido del texto encontramos que:

Los estudiantes que dibujaron la situación descrita en la segunda parte del enunciado del problema de la pirámide parecen haber realizado el proceso de la activación, que de acuerdo con Zwaan (2004) “las palabras entrantes activan redes funcionales” esto al leer la palabra ‘camina’. Se observa cómo representan al protagonista desplazándose en posición horizontal y vertical.

Como observación general visualizamos una variedad de deficiencias en los estudiantes al representar el modelo situacional, particularmente en la generación del dibujo siendo este el primer paso hacia una solución exitosa. Algunos estudiantes tuvieron obstáculos en la resolución de los problemas, mostrándose confundidos ante la pregunta que se les planteó y en el proceso de solución, además de que plasmaron elementos innecesarios del problema en lugar de las características profundas.

Según Rellensmann et al.(2017), un dibujo matemático correcto juega un papel clave en la resolución exitosa de problemas: si no ocurren errores técnicos, un dibujo matemático correcto

casi siempre conduce a una correcta solución. Estos resultados sugieren que la información se aleja gradualmente del primer plano del modelo a medida que cambia el enfoque de la situación y que los modelos de situación pueden capturar aspectos complejos de situaciones.

Los problemas que fueron seleccionados para el análisis nos permitieron visualizar en ellos la espacialidad, que es una de las cinco dimensiones del modelo de indexación de eventos.

### **3.2 Análisis de los casos particulares**

En este apartado se describen los dibujos que construyeron estudiantes de secundaria, antes, durante y después de la implementación del pre-test, post-test y la intervención para mejorar la comprensión textual en la resolución de algunos problemas de matemáticas.

Se llevó a cabo el análisis de los dibujos que los estudiantes realizaron inmediatamente después de leer el enunciado de un problema verbal de matemáticas previamente seleccionado. Estos análisis se dividieron en pre-test, intervención y post-test, basándonos en el modelo de indexación de eventos de Zwaan y Radvansky (1998). Desde esta perspectiva se modificó un problema verbal existente, el cual fue presentado a los estudiantes para que hicieran el dibujo de la situación descrita en el problema. El dibujo nos permitió analizar las diversas representaciones producidas por los estudiantes. Mediante la intervención, los estudiantes manifestaron sus dudas, se reflexionó con ellos sobre los procedimientos utilizados para la resolución de los problemas. Se inició con la lectura de cada uno de los problemas, para después ir desmenuzando los enunciados de forma sencilla. Con las respuestas que los alumnos iban dando se les hacía razonar ante la situación del problema verbal. Se fue cediendo el control del aprendizaje al estudiante, hasta que el alumno logró utilizar los conocimientos de forma autónoma y resolver el problema por él mismo. Por ejemplo, para abordar el problema del clavadista se trabajó en la intervención mediante las sumas y restas con números enteros, para ello elegimos el ascensor matemático y con una recta numérica donde se representó los números enteros negativos y positivos, se les explicó por ejemplo como avanzaba el ascensor de un piso a otro. En el cual el edificio tenía sótanos y pisos sobre el nivel del suelo y se les planteó subir un piso, bajar dos pisos, subir cuatro. ¿En qué piso se encuentra?

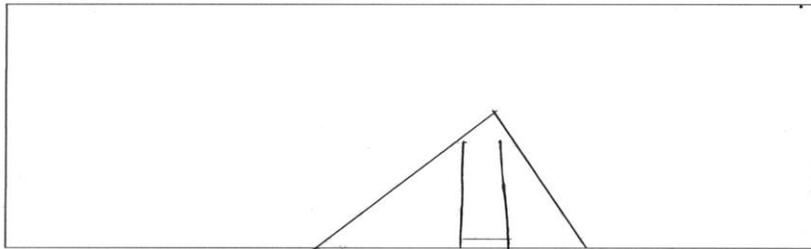
En el problema del soldado, como parte de la intervención, se planteó una situación problemática en la que los alumnos imaginaron la muralla China y su recorrido caminando de izquierda a derecha y contando cada uno de los pasos que daban hasta llegar a la pregunta que venía en el

problema. Para varios de los alumnos se manejó la recta numérica como método para entender el problema, ya que, según Bruno (1996) los alumnos utilizan dos estrategias para resolver problemas: la recta y las operaciones, utilizando para los problemas, con mayor facilidad la recta.

Tabla 1.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

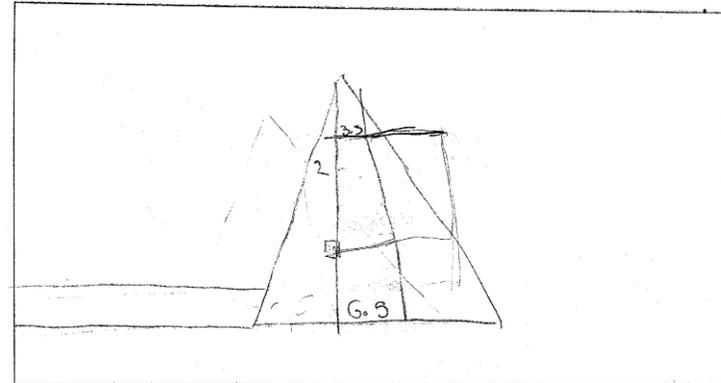
¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle? *abajo*

¿Cuántos metros?

*3*

Solución:  
 Pus medí con la regla e iba trazando  
 los medidos que me decían (medición)  
 (medición) (iba)

Respuesta al problema de la pirámide en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

¿Cuántos metros? *2*

Solución:  
 Sumé 6.5 más 3.5 y lo puse de  
 resultado lo que me dio

### **Análisis de los resultados del pre-test**

En la Tabla 1 parte izquierda, tenemos un dibujo muy común al que realizaron algunos estudiantes del estudio, ya que su producción muestra lo que ellos conciben como una pirámide, pero en ningún momento dibujan el camino que recorre Santiago, la situación dibujada refleja el conocimiento previo adquirido. El alumno al que llamaremos Gerardo, no pone énfasis en las medidas y finalmente resuelve solo haciendo operaciones, y llega a una solución de medida de 3 metros. Al parecer, el estudiante trata de identificar la situación recuperando de la memoria algún conocimiento sobre medidas relacionadas con el problema. No presenta el conocimiento espacial adecuado (trayectoria que realiza Santiago). El fenómeno anterior ha sido observado en otros casos y revela que para un buen número de estudiantes fue un obstáculo para la comprensión. A diferencia de los otros alumnos que se enfocan en los detalles de los objetos que se mencionan en el texto.

### **Análisis de lo observado en la intervención**

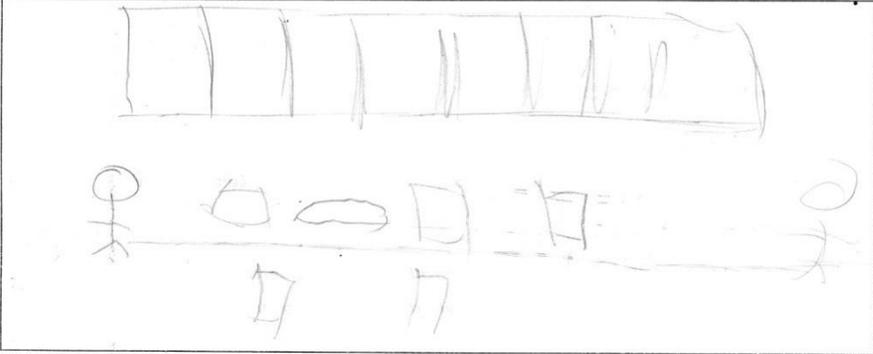
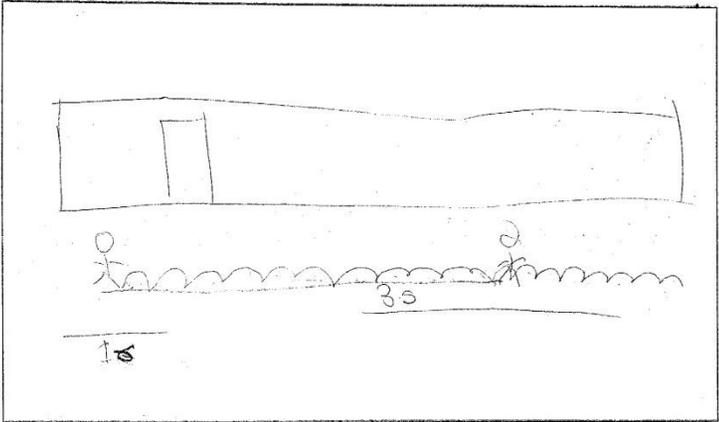
Durante la intervención, y después de resolver el problema planteado en el pre-test mencionado arriba, se realizó un estudio exploratorio para analizar con profundidad el dibujo donde se evidenció lo siguiente: Gerardo realizó un dibujo situacional el cual no incluyó los elementos importantes para poder responder las preguntas, ya que no dibujó al protagonista (Santiago) y tampoco se muestra la espacialidad (trayectoria de Santiago por donde se puede desplazar), es por ello que se le planteó que imaginara la pirámide de Cholula y con base en ello simulara el recorrido. Se le indicó también la importancia de mostrar en el dibujo los datos involucrados en la situación ya que no basta con solo imaginarlo. Durante la intervención se detectó que no representó ningún dato numérico, y no escribió nada porque las medidas las fue trazando al realizar el dibujo. En esta intervención se encontró que Gerardo tiene una variedad de deficiencias en la resolución del problema y al representar el modelo situacional.

### **Análisis de los resultados del post-test**

La intervención parece haber permitido avanzar a Gerardo, ya que, como se aprecia en la Tabla 1 parte derecha, tenemos un dibujo diferente al anterior en el que se observa que este estudiante pone énfasis en las medidas, aunque continúa sin representar al protagonista, ahora si incluye el espacio por donde se desplaza Santiago (espacialidad). No logra la intencionalidad (objetivo) de la respuesta correcta de 1 metro. En esta etapa, Gerardo muestra mejora en su dibujo a diferencia

del primer dibujo ya que está presente la espacialidad, siendo una dimensión dentro del MIE. Según Ibañez (2007), al reflexionar sobre el trabajo de Zwaan, uno de los defectos de los estudios sobre la construcción de un modelo de situación es, precisamente, que ‘estos solo toman en cuenta la espacialidad’ sin tomar en cuenta las otras dimensiones.

Tabla 2.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.

<p>“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0.          El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla.          Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma.          En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.          ¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?”</p>	
<p>Respuesta al problema del soldado en el pre-test</p>	<p>Respuesta al problema de la soldado en el post-test</p>
	
<p>Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta</p> <p>¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?          A. 16 metros</p> <p>¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?          A la derecha</p> <p>Solución:          Solo dibujo y ya</p>	<p>Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta</p> <p>¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? 1 m</p> <p>¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?          derecha</p> <p>Solución:          Sumo y el resultado que me salió          lo puse de resultado</p>

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 2, parte izquierda, está presente la dimensión del protagonista (soldado) pero no llega a la intencionalidad (objetivo) del problema que sería la respuesta correcta de 19 metros, debido a que no representa las distancias del recorrido, dando una respuesta incorrecta de 16 m. Está presente la dimensión espacial y la de tiempo. Este dibujo muestra donde se mueve el protagonista, en este caso el soldado en el escenario.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Se observó que el alumno tuvo dificultades al representar el problema, ya que como se muestra en el pre-test, solo hace un dibujo pictórico sin ningún dato y por lo tanto no llega a una solución correcta. Posteriormente, como parte de la intervención se planteó una situación problemática en la que el alumno imaginó la muralla China y su recorrido. Con base en lo anterior el alumno leyó el problema por dos ocasiones, y se verificó con él qué conceptos no tenía claros, para poder entender el problema.

### **Análisis de los resultados del post-test**

El alumno tuvo un avance en la comprensión textual después de la intervención, ya que, como se ve en la tabla 2, parte derecha, a diferencia del pre-test, realizó un dibujo con más elementos como longitudes, recorridos y en el pre-test no los dibuja. En consecuencia, en el post-test representó al protagonista (soldado) y su trayectoria del recorrido, pero no llegó a la intencionalidad (objetivo del problema) de 19 m a la derecha, ya que nos continúa dando una respuesta incorrecta de 1 metro a la derecha, mostrando así una dificultad al momento de operar con números, e indicar que sumó y el resultado que le salió lo puso de respuesta.

Tabla 3.- Producciones del estudiante Gerardo en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua” Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test	Respuesta al problema del clavado en el post-test
<div data-bbox="199 511 1071 990" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="273 1047 934 1071">Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta</p> <p data-bbox="283 1096 892 1120"><b>¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?</b></p> <p data-bbox="283 1120 493 1144">A: 1 metro</p> <p data-bbox="273 1161 367 1185">Solución:</p> <p data-bbox="273 1193 630 1226">Solo dibujo y punto</p>	<div data-bbox="1165 519 1890 917" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1228 958 1774 982">Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta</p> <p data-bbox="1228 990 1774 1015"><b>¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?</b> 6</p> <p data-bbox="1228 1047 1312 1071">Solución:</p> <p data-bbox="1228 1071 1438 1112">Suma 6 + 1</p> $+1 - 5 = -4$ $-4 + 2 = -2$ $-4 + 2 = 2$

### **Análisis de los resultados del pre-test**

En la tabla 3, parte izquierda, se observa solo un dibujo pictórico donde no se representa ningún dato numérico. Además de una variedad de deficiencias que el estudiante tiene al representar el dibujo situacional, ya que representa un brincolín en lugar de trampolín y no representa la superficie a la cual subirá el clavadista. Por tal motivo tuvo obstáculos para la resolución del problema, ya que entender es el primer paso hacia una solución exitosa. Por consecuencia, se observa que al dibujar el trampolín utiliza un modelo de su conocimiento previo. Parece ser que el estudiante considera que el trampolín es un juego para saltar en lugar de la plataforma de la piscina, mostrando con ello el significado personal que le atribuye a dicho objeto. Esto podría haber influido en su respuesta.

### **Análisis de lo observado en la intervención**

Durante la intervención se trabajó mediante las sumas y restas con números enteros, para ello elegimos el ascensor matemático.

Se manejaron conceptos también como trampolín, el alumno se dio cuenta del significado personal que le atribuyó al objeto, y cómo esto interfirió con la respuesta que tuvo y en el dibujo pictórico que realizó en el pre-test.

### **Análisis de los resultados del post-test**

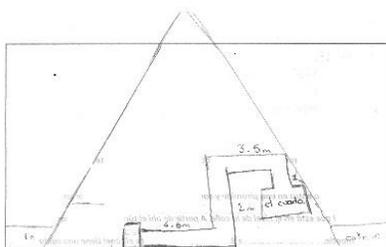
En la tabla 3, parte derecha, podemos notar la interpretación que se hace de la palabra “trampolín” ya que el tipo de trampolín que se muestra en el dibujo ya tiene una mejora de interpretación a partir de la intervención. El dibujo presenta componentes como son las medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. Gerardo pudo representar la trayectoria del clavadista (espacialidad) y al protagonista (clavadista), pero no logra llegar a la respuesta, podemos concluir que se tuvo falta de conocimiento de la medida y no llegó a la intencionalidad (objetivo).

Tabla 4.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

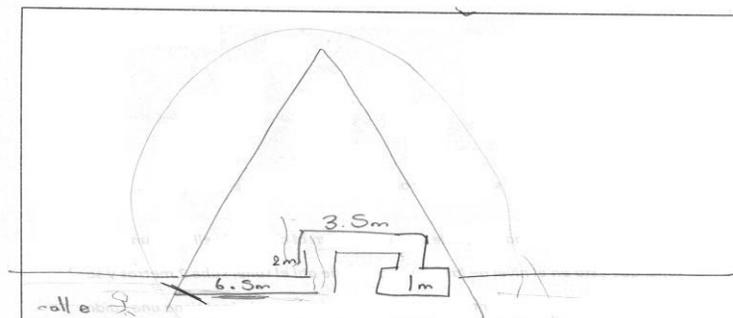
¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle? *arriba del nivel de la calle.*  
 ¿Cuántos metros?

Solución:

*13 metros.*

$$\begin{array}{r}
 + \\
 2 \\
 6.5 \text{ m} \\
 3.5 \text{ m} \\
 \hline
 13.0 \text{ m}
 \end{array}$$

Respuesta al problema de la pirámide en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

¿Cuántos metros?

Solución:

*Esta arriba del nivel de la calle a 1 metro*

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 4, parte izquierda, tenemos un dibujo muy diferente de los anteriores ya que se observa que Joselyn pone énfasis en las medidas y finalmente resuelve solo haciendo operaciones llegando a una solución de medida de 13 metros. Podemos notar que, al tratar de identificar la situación, recupera de su memoria algún conocimiento sobre medidas relacionada con el problema descrito, es por ello que, aunque resuelve de manera operatoria, al parecer no cuenta con el conocimiento espacial adecuado. El fenómeno anterior ha sido observado en otros casos y revela que para un buen número de estudiantes fue un obstáculo para la comprensión el hecho de construir su modelo situacional. A diferencia de los otros estudiantes se enfocan en los detalles de uno de los objetos que se mencionan en el texto.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención, al abordar este problema de manera individual, nos dimos cuenta que Joselyn no entendió el recorrido que hizo Santiago, por eso en la solución solo resolvió de forma operatoria. Para realizar el dibujo de la situación es necesario ir paso a paso, por eso en el dibujo nunca incluyó al protagonista, solo realiza el camino de Santiago tipo horizontal. Al realizar la intervención se le cuestionó sobre el dibujo y por qué lo había resuelto de esa forma.

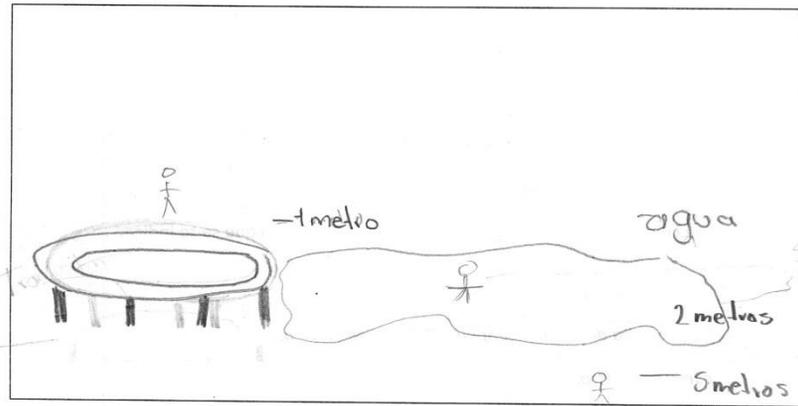
### **Análisis de los resultados del post-test**

En el pos-test, en la tabla 4, parte derecha, tenemos un dibujo diferente al anterior, ya que se observa que Joselyn puso énfasis en las medidas y finalmente no resuelve de manera operatoria, llegando a una solución de medida correcta. También podemos notar que, al tratar de identificar la situación, recupera de su memoria algún conocimiento sobre medidas relacionada con el problema descrito, y tiene un sentido correcto de espacialidad llegando a realizar un dibujo más elaborado y con las respuestas correctas además incluye otro elemento del modelo de situación que es el protagonista, el cual no fue representado en el primer dibujo.

Tabla 5.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua”  
 Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta.  
 ¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test



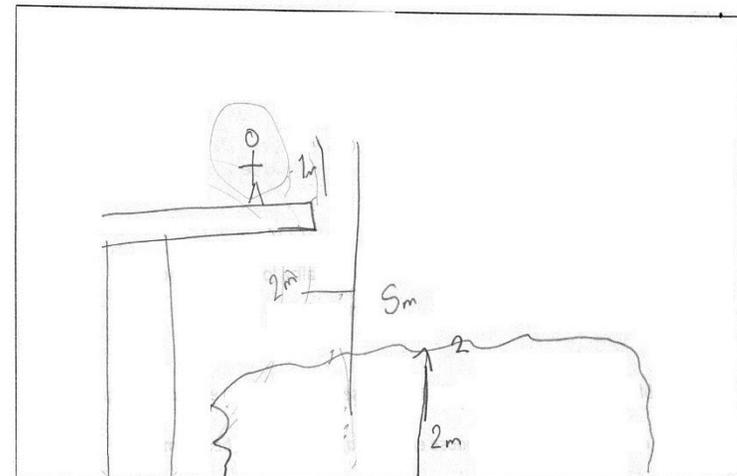
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua? a 3 o 2 metro

Solución:

Si se supone que salta un metro y se unde 5 pero luego suve 2 entonces se encontraba a 3 metros.

Respuesta al problema del clavado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Solución:

A 2 metros

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 5, parte izquierda, podemos notar la interpretación que se hace de la palabra “trampolín” ya que el que se muestra en el dibujo es de algún conocimiento previo que recupera la alumna de su memoria y no es el de un clavadista. El dibujo presenta componentes como las medidas colocadas en algunas fases de las acciones que realiza el clavadista. Sin embargo Joselyn no pudo ubicar la espacialidad del todo (trayectoria que hace el clavadista), si ubica al protagonista (el clavadista), pero no logró representar la intencionalidad (objetivo del problema). Es decir no llego a la respuesta correcta, ya que en su solución escribe que el trampolín sobre el nivel del agua se encontraba a 8 metros. Podemos concluir que esta solución se debió a la falta de conocimiento matemático con la suma de números positivos y negativos.

### **Análisis de lo observado en la intervención**

En la intervención la alumna se dio cuenta que presentó dificultades con la interpretación que hizo de la palabra “trampolín”, también observamos su dificultad para la operación con números enteros positivos y negativos y por esta razón solo sumo todo dando la respuesta incorrecta. Por esta razón para eliminar esta dificultad se trabajó en la intervención mediante las sumas y restas con números enteros, para ello elegimos el ascensor matemático. Se manejaron conceptos también como trampolín, piscina para que ella se diera cuenta como influyó esto en el dibujo que realizó y en su respuesta.

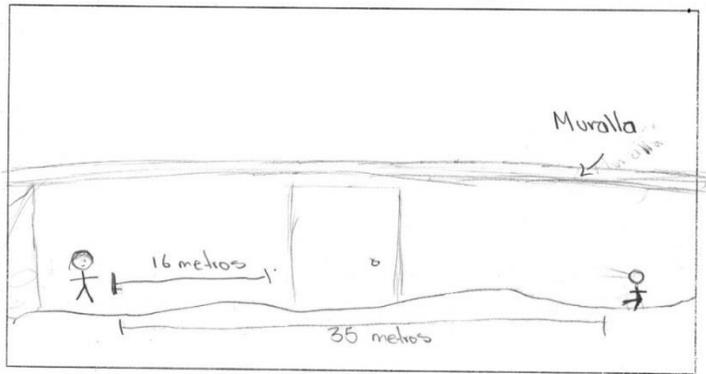
### **Análisis de los resultados del post-test**

El dibujo presenta más elementos de la situación después de la intervención, como se muestra en la tabla 5, esquina superior derecha; en especial al dibujar el “trampolín” ya que el informante dibuja un trampolín para clavados. Además, se notan componentes que son las longitudes colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. También, Joselyn pudo representar la dimensión de la espacialidad (la trayectoria que hace el clavadista), el protagonista (clavadista), logrando llegar a la intencionalidad (objetivo) que es la respuesta correcta de 2m. De lo anterior, podemos concluir que ya no se presentó la falta de conocimiento matemático. Por lo cual, la alumna tuvo un avance después de la intervención.

Tabla 6.- Producciones de la estudiante Joselyn en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”  
 ¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Respuesta al problema del soldado en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? a 16 metros

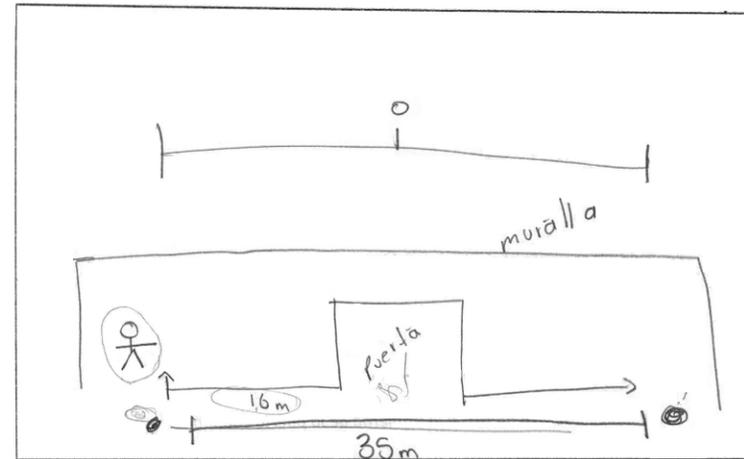
¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

a la derecha de la puerta

Solución:

fueron 35 metros a la derecha pero no dice si camino desde donde estaba parado o desde la puerta así que si fueron 35 no tenemos que contar los 16 metros sino que ya va como incluido o así...o

Respuesta al problema del soldado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Solución:

a 19 metros y se encuentra a la derecha

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

Se nota presente en los dibujos de la tabla 6, parte izquierda, la dimensión del protagonista (soldado) y el elemento espacialidad (el escenario donde se mueve el protagonista), en este caso el soldado es el protagonista. También se encuentra la dimensión de tiempo, este se verifica con el cambio de un estado inicial a un estado final de su recorrido. En el pre-test no se llegó a la intencionalidad (objetivo) del problema que sería la respuesta correcta de 19 metros, dando una respuesta incorrecta de 16 m.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención nos dimos cuenta como la alumna logró identificar la muralla, además simular el recorrido de manera mental le permitió entender el problema. También notamos que la alumna tuvo problemas en un principio al interpretar la espacialidad (la trayectoria de izquierda a derecha que hace el soldado) además, tuvo dificultades con la forma de realizar operaciones con los números, esto le creó un conflicto en un principio, pero cuando ella pudo recordar que el soldado escuchó un sonido y se desplazó y que en un principio estaba del lado izquierdo y luego avanzó le permitió decir en donde estaría el soldado finalmente.

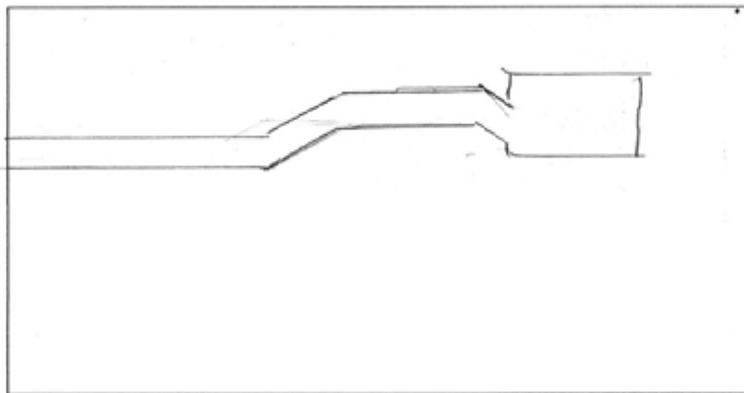
### **Análisis de los resultados del post-test**

El alumno tuvo un avance después de la intervención, ya que, como se aprecia en la tabla 6, parte derecha, se muestra un dibujo congruente con lo que se requiere del problema y también se representa al protagonista (soldado), en diferentes espacios generados en el tiempo del recorrido llegando a la intencionalidad (objetivo) del problema para llegar a la respuesta justificada, ya que ahora si nos da una respuesta correcta de 19 m, eliminando así la dificultad al momento de realizar las operaciones. También nos indica que se encuentra a la derecha, algunos alumnos llegaron al resultado que era por el lado izquierdo.

Tabla 7.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema de la Pirámide

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test



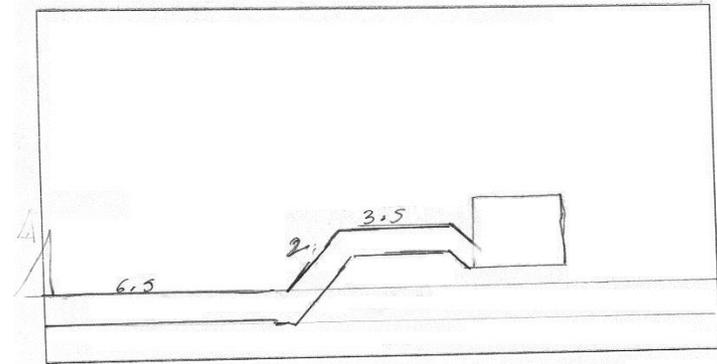
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

¿Cuántos metros? *10.3*

Solución: *se rebajaría el túnel para que fuera recto*

Respuesta al problema de la pirámide en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

¿Cuántos metros? *1*

Solución:

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

Se puede apreciar en la tabla 7, parte izquierda, que Fabián realizó un dibujo en el cual no incluyó los elementos importantes como medidas, para que pudiera responder las preguntas. También pudimos notar la parte por la que se puede desplazar, hace un recorrido horizontal y luego vertical, sin embargo, su espacialidad dibujada sólo puede ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida, ya que al tratar de identificar la situación no recupera de su memoria, algún conocimiento sobre medidas o relacionada con el problema descrito, es por ello que no dibuja el ambiente adecuado para la situación. Es decir, Fabián presenta problemas con el cálculo de distancias, ya que la respuesta que da al problema es “10.3 m”, posiblemente debido a la estructura del diagrama o modelo mental que realizó.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención realizada de manera individual, notamos que el alumno, al modelar no representa ningún dato numérico y según en su dicho no escribe nada porque las medidas las va trazando al realizar el dibujo, mostrando así dificultades en la resolución del problema. Por ello se le planteó que imaginara la pirámide de Cholula, el túnel, el cuarto la calle y con base en ello hiciera la simulación del recorrido, generando y siguiendo la trayectoria mentalmente tomando en cuenta cada una de las distancias y trazándolas en un papel. Se le sugirió ponerse como un espectador externo para poder entender donde se encontraba finalmente el cuarto y poder llegar así a la respuesta correcta.

### **Análisis de los resultados del post-test**

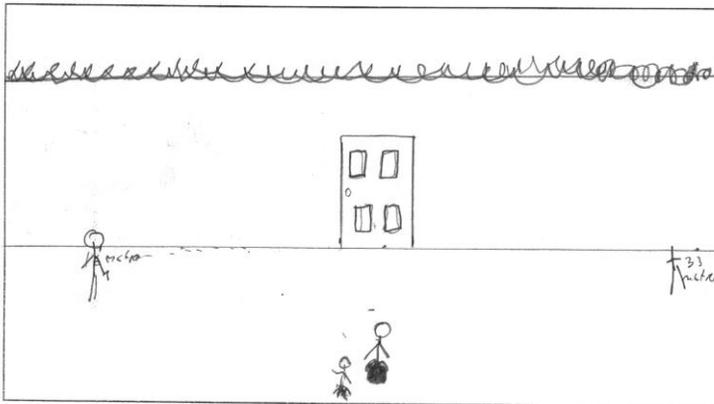
En el post-test, tenemos un dibujo diferente al anterior ya que se observa que Fabián pone énfasis en las medidas a diferencia del dibujo anterior. Además, finalmente resolvió haciendo operaciones, y llegó a una solución de medida correcta. También pudimos notar que al tratar de identificar la situación localizó en su memoria algún conocimiento sobre distancias, esto relacionado con el problema descrito, y representó la dimensión de espacialidad (trayectoria de Santiago). Dentro del post-test llegó a realizar un dibujo más elaborado y también representó la dimensión de intencionalidad (objetivo) dando una respuesta correcta de 1 metro por arriba, pese a que en su dibujo nunca incluyó al protagonista (Santiago).

Tabla 8.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Respuesta al problema del soldado en el pre-test



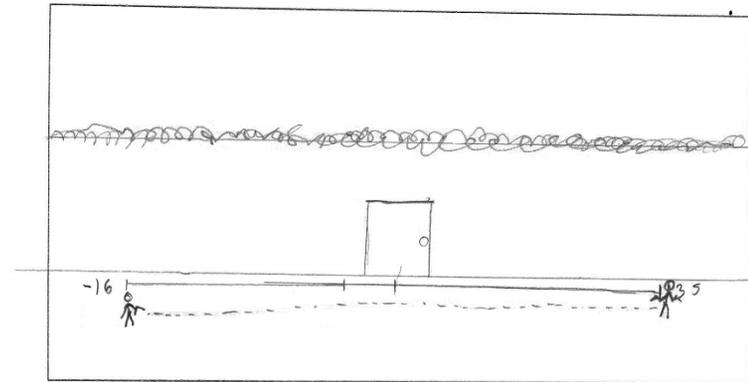
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? *16 metros*

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta? *izquierda*

Solución: *no*

Respuesta al problema del soldado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? *19*

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta? *derecha*

Solución:

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 8, parte izquierda, se nota la dimensión del protagonista (soldado) y la dimensión espacialidad (el escenario donde se mueve el protagonista). Fabián también representó la dimensión de tiempo, en donde existe un cambio inicial y final del recorrido no llegando así a la intencionalidad (objetivo) del problema que sería la respuesta correcta de 19 metros, dando una respuesta incorrecta de 16 m. a la izquierda.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención se le hizo ver al alumno que se tiene un estado inicial del soldado de 16 metros a la izquierda, y al hacer el recorrido a la derecha se presenta una variación en el escenario donde se mueve el protagonista (soldado). El hecho de simular el recorrido de la muralla le permitió poder entender mejor el problema. En la observación notamos que el alumno tuvo problemas al interpretar la dimensión de la espacialidad (trayectoria que hizo el soldado de izquierda a derecha) lo cual también le generó un conflicto al realizar las operaciones, comentando que ese fue un motivo que le impidió plasmar el dibujo situacional correcto, ya que, aunque hizo un dibujo con datos numéricos, no llegó a una solución correcta, también por desconocimiento de las operaciones con números positivos y negativos.

### **Análisis de los resultados del post-test**

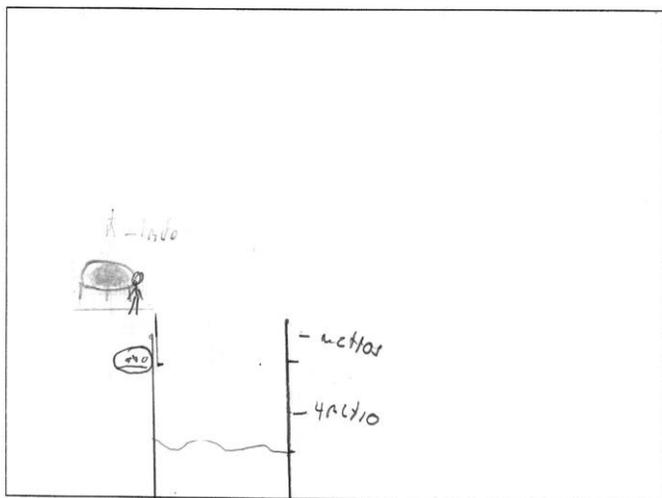
En la tabla 8, parte derecha, se observa que el alumno tuvo un avance después de la intervención, debido a que realizó un dibujo con más elementos, habiendo congruencia con lo que se requiere del problema ya que representó el soldado (protagonista), inicialmente por el lado izquierdo. Posteriormente, dibuja al protagonista (soldado) en diferentes espacios generados en el tiempo del recorrido, desde el momento que inicia y en el momento que finaliza, llegando a la intencionalidad (objetivo) del problema, para llegar a la respuesta justificada, ya que ahora si nos da una respuesta correcta de 19 m, eliminando así la dificultad al momento de operar con números.

Tabla 9.- Producciones del estudiante Fabián en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua” Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test

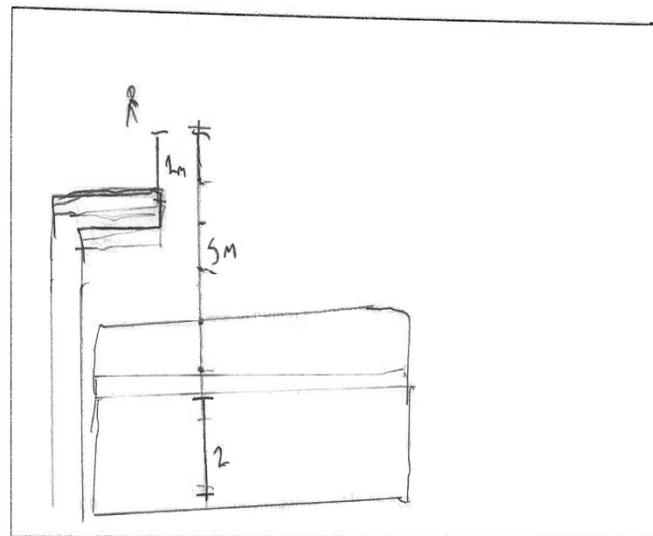


Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua? 2

Solución:

Respuesta al problema del clavado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua? 2

Solución:

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 9, parte izquierda, podemos notar la interpretación que se hace de la palabra “trampolín”, ya que el tipo de trampolín que se muestra en el dibujo es un modelo de un conocimiento previo, que al identificarlo en la situación recupera de su memoria, al relacionarlo con el problema descrito. El dibujo presenta componentes mínimos que son las medidas, colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. Fabián pudo ubicar espacialidad (trayectoria del clavadista), protagonista (clavadista), logra representar la intencionalidad (objetivo) del problema, por lo que podemos concluir que no se tuvo falta de conocimiento de la medida. Sin embargo, muestra una espacialidad muy escueta ya que no se aprecia todo el recorrido que va haciendo en cada uno de los tiempos.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

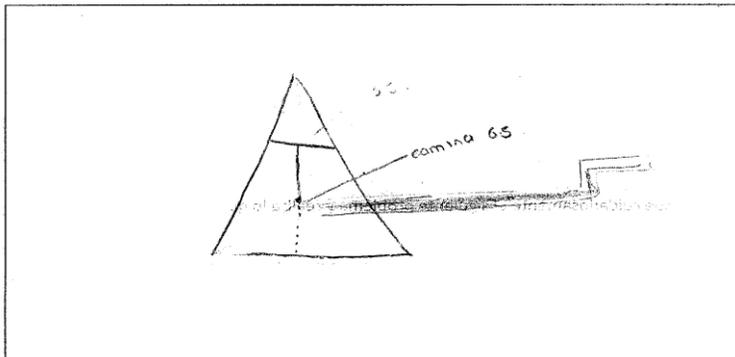
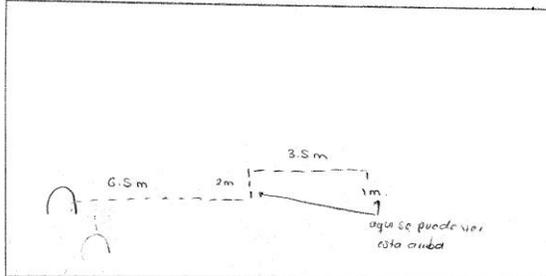
En la intervención, nos dimos cuenta que al igual que el alumno anterior, Fabián también presenta dificultades con la interpretación que hace de la palabra “trampolín” ya que el significado personal que le atribuyó interfirió con la respuesta de la espacialidad (trayectoria que hace el clavadista). Para abordar este problema se trabajó en la intervención mediante las sumas y restas con números enteros y para ello elegimos el ascensor matemático. Se manejaron conceptos también como trampolín, el alumno se dio cuenta de su error en el dibujo al no haber comprendido la palabra trampolín y cómo esto interfirió con la respuesta que tuvo y en el dibujo pictórico que realizó.

### **Análisis de los resultados del post-test**

En la tabla 9, parte derecha, podemos notar la interpretación que se hace de la palabra “trampolín”, ya que el tipo de trampolín que se muestra en el dibujo tiene una mejora de interpretación a partir de la intervención. El dibujo presenta componentes como son las medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. Fabián pudo ubicar espacialidad (la trayectoria que hace el clavadista) protagonista (clavadista), pero no logra llegar a la respuesta, podemos concluir que se tuvo falta de conocimiento para realizar las operaciones, la falta de conocimiento intencional (objetivo).

Tabla 10.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test	Respuesta al problema de la pirámide en el post-test
 <p>Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta  <b>¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle?</b> arriba del nivel de la calle  <b>¿Cuántos metros?</b> 2 m.</p> <p>Solución:          se hace la fórmula <u>base x altura</u> ya que es una pirámide</p>	 <p>Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta  <b>¿El cuarto está abajo o arriba del nivel de la calle?</b> arriba  <b>¿Cuántos metros?</b> 1 m</p> <p>Solución:          restamos <math>2 - 1 = 1</math> arriba del nivel de la calle.  <math>2 + 1 = 2</math></p>

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 10, parte izquierda, se puede apreciar que Denisse realizó un dibujo situacional en el cual no incluyó los elementos importantes, como por ejemplo el protagonista, también podemos notar que al indicar la parte por la que se puede desplazar Santiago, hace un recorrido horizontal y luego vertical. La dimensión de espacialidad dibujada puede ser producto de conocimientos previos adquiridos en su vida, al representar la situación no recupera de su memoria algún conocimiento sobre medidas o relacionada con el problema descrito, es por ello que, aunque coloque un dato numérico, como no cuenta con el conocimiento matemático adecuado para dibujar el modelo situacional, no llega a la respuesta correcta. Es decir, Denisse presenta problemas en el sentido numérico, ya que la respuesta que da al problema es “2m”, además, su argumento de la solución que indica que la fórmula base por altura es la respuesta del problema planteado, ya que es una pirámide.

### **Análisis de lo observado en la intervención**

Durante la intervención se pudo apreciar, que debido a que Denisse realizó un dibujo matemático en el cual no incluyó los elementos importantes para poder responder las preguntas como el protagonista (Santiago) y la parte por la que este se desplazaría (espacialidad), no comprendía en su totalidad lo que estaba leyendo. Sin embargo, al estar dibujando, aunque no lo plasmara si tuvo presente en su pensamiento el recorrido, también como parte de su recuerdo ella tuvo grabado el recorrido inicial de 6.5m. Posteriormente se le sugirió para entender el problema que se pusiera en lugar del protagonista y que intentara visualizar por donde entraría a la pirámide e hiciera el recorrido mental hasta llegar a la respuesta.

### **Análisis de los resultados del post-test**

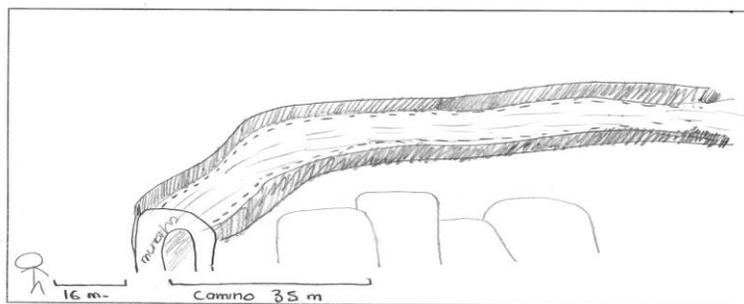
La intervención parece haber permitido avanzar a Denisse, cuyo dibujo matemático se diferencia del primero, ya que en la tabla 10, parte derecha se incluye el espacio por donde se desplaza Santiago (espacialidad), logrando la intencionalidad (objetivo) de la respuesta correcta de 1 metro. En esta etapa, la alumna muestra en su dibujo algunas medidas a diferencia del primer dibujo. Según Ibáñez (2007) los estudios sobre la construcción de un modelo de situación, solo toman en cuenta la espacialidad' sin tomar en cuenta las otras dimensiones.

Tabla 11.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Respuesta al problema del soldado en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

51 metros

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

a la derecha.

Solución:

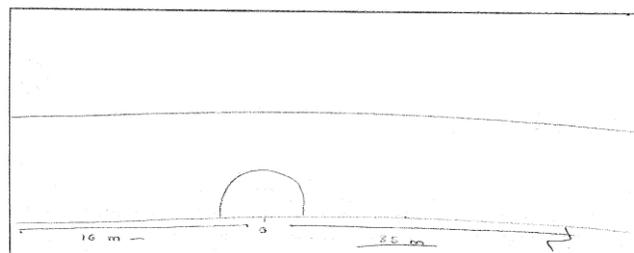
el soldado se encontraba a la izquierda con 16 m.

así que camino otros 35 m. entonces

Sumamos  $16 + 35 = 51$  m.

$$\begin{array}{r} 35 \\ + 16 \\ \hline 51 \end{array}$$

Respuesta al problema del soldado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? 19 m

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta? a la derecha

Solución:

digamos que la muralla mide 25 m (positivo), el soldado

camino 16 m hacia la izquierda el método más

fácil que me explicaron fue dividir

$$\begin{array}{r} 35 \\ - 16 \\ \hline 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ - 16 \\ \hline 19 \end{array}$$

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 11, parte izquierda, al resolver “el problema del soldado”, uno de los errores más generalizados fue la falta de sentido espacial (trayectoria en la cual se desplaza el soldado), la espacialidad dibujada sólo pudo ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida (Zwaan y Radvansky, 1998). También se presenta una medición incorrecta, ya que solo opera con los números sin mayor análisis y esto genera que no conteste correctamente la pregunta del instrumento, colocando en su solución que como el soldado se encontraba 16m a la izquierda y camino 35 m, por ello decide sumar  $16+35=51\text{m}$ , siendo la respuesta correcta 19 metros por el lado derecho de la misma. Nótese que sin embargo si presenta al protagonista (soldado) a la izquierda.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención notamos que lo que se le dificultó a la alumna fue el recorrido del soldado, para ello se le hace ver que se tiene un estado inicial del recorrido, partiendo de 16 m a la izquierda y al hacer el recorrido a la derecha se presenta una variación en el escenario donde se mueve el protagonista (soldado). Al plantearle a Denisse que imaginara la muralla China y con base en ello simulara el recorrido, avanzando cada uno de los metros con pasos, que imaginara la puerta en el centro y que avanzara 35 pasos simulando los metros, le permitió comprender mejor el problema. Utilizo la recta horizontal para interpretar la dimensión de la espacialidad (trayectoria que hizo el soldado), así como el cálculo de la distancia.

### **Análisis de los resultados del post-test**

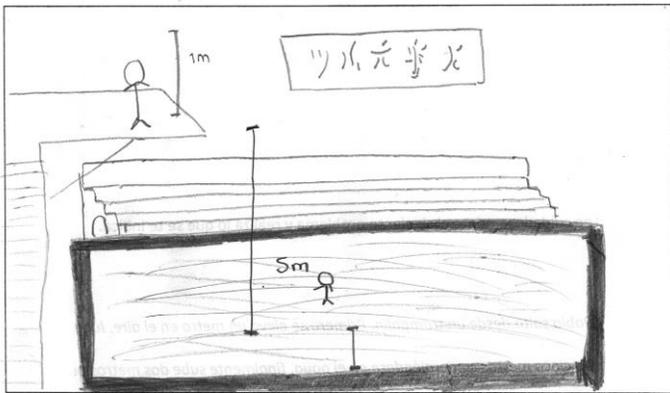
Denisse tuvo un avance después de la intervención, esto se refleja en la tabla 11, parte derecha, donde se muestra un dibujo con más elementos congruentes con lo que se requiere del problema y también está presente la dimensión del protagonista (soldado), en diferentes espacios generados en el tiempo del recorrido llegando a la intencionalidad (objetivo) del problema. De esta forma, obtuvo la respuesta correcta que fue de 19 m. Sin embargo, se nota todavía cierta dificultad al momento de operar con números, ya que indica que hizo una división para llegar a la respuesta correcta.

Tabla 12.- Producciones de la estudiante Denisse en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavado.

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua” Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

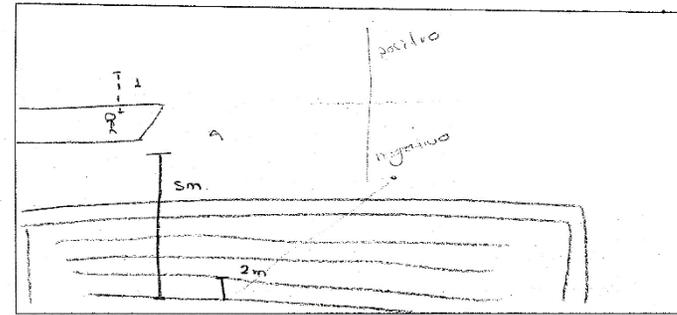
¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

4 m

Solución:

aque! muchacho se eleva a 1 m.

Respuesta al problema del clavado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua? -2

Solución:

Si ya se eleva 1 metro y cae 5 metros en total ahí

Se va a que se eleva 2 m

Así que  $1 - 2 = -2$  es negativo por que está abajo

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 12, parte izquierda, podemos notar la interpretación que hace de la palabra “trampolín” ya que el tipo de trampolín que se muestra en el dibujo es recuperado de su memoria como un conocimiento previo, de un objeto relacionado con el problema descrito. El dibujo presenta elementos como las medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. Denisse pudo ubicar espacialidad, protagonistas, pero no logra llegar a la respuesta correcta, podemos concluir que tuvo falta de conocimiento de la medida, la falta de conocimiento intencional (objetivo del problema) y la falta de conocimiento de los números.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

En la intervención nos dimos cuenta que, a diferencia del alumno anterior, esta no presentó dificultades con la interpretación que hace de la palabra “trampolín” ya que representó uno congruente con el problema. Sin embargo, tuvo dificultades al generar la espacialidad (trayectoria que hace el clavadista). Ya que dio una respuesta incorrecta de 4m, presentando una dificultad al operar con números con signo. Es por esta razón que para abordar el problema del clavado se trabajó en la intervención mediante las sumas y restas con números enteros con signos y para ello elegimos el ascensor matemático. Se manejaron conceptos como sumas y restas con números enteros para que de esta forma comprendiera el problema.

### **Análisis de los resultados del post-test**

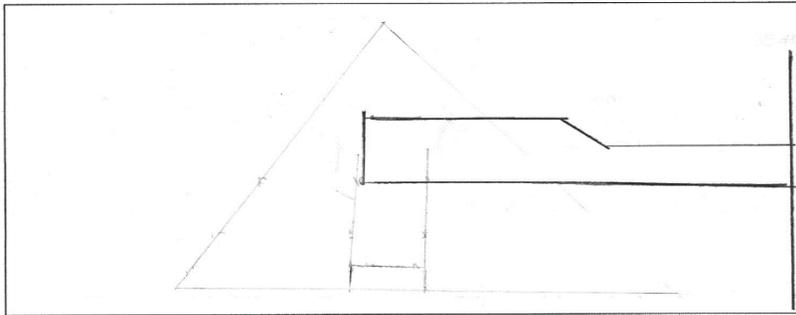
En la tabla 12, parte derecha, podemos notar un avance en la interpretación ya que el dibujo presenta componentes como recta vertical, medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el protagonista (clavadista). Denisse pudo ubicar espacialidad (la trayectoria que hace el clavadista) protagonista (clavadista), sin embargo, no logró llegar a la respuesta correcta. Podemos concluir que tuvo falta de conocimiento de la medida operatoria en suma y resta de números enteros, la falta de conocimiento intencional (objetivo). En su solución indica que, si ya se elevó un metro y cae cinco metros en total serían cuatro, pero se eleva dos, concluye que es negativo porque está abajo.

Tabla 13.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide.

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

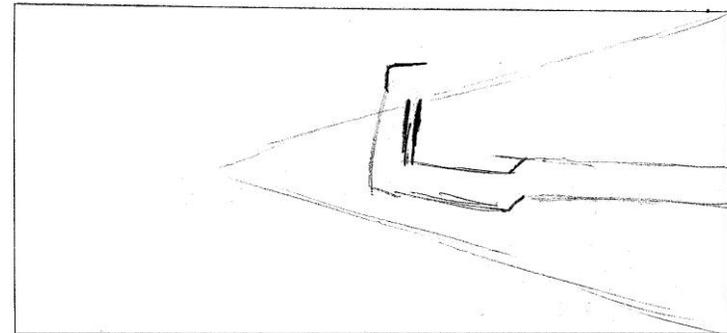
¿Cuántos metros?

1.5

Solución:

medir bien la altura de la pirámide y dividirla en secciones  $x d = 1$

Respuesta al problema de la pirámide en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

abajo  
 ¿Cuántos metros?

1 metro

Solución:

seguir los puntos sugeridos y ahí encuentra la respuesta

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En tabla 13, parte izquierda, Gustavo realizó un dibujo solo pictórico sin ningún dato, únicamente representó un recorrido en el cual no incluyó los elementos importantes como las medidas para responder las preguntas. También podemos notar que al indicar la parte por la que se desplazó el protagonista (Santiago), representó un recorrido horizontal y luego vertical. Sin embargo, su espacialidad dibujada sólo pudo ser producto de conocimientos previos adquiridos en su vida, ya que al representar la situación no recuperó de su memoria algún conocimiento sobre medidas relacionado con el problema descrito, por ello no logró dibujar el ambiente adecuado para la situación. Es decir, Gustavo presentó problemas en el sentido numérico, ya que la respuesta que dio al problema es “1.5m”, posiblemente debido a la estructura del dibujo matemático que realizó, además no muestra al protagonista (Santiago).

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención nos percatamos que lo que él más recordaba del dibujo era el túnel por el que se desplazó el protagonista (Santiago). Por ello al plantearle que imaginara la pirámide de Cholula y con ello simulara el recorrido de lo que hizo Santiago (protagonista), le permitió entender mejor el problema descartando que con medir bien la altura de la pirámide y dividirla en secciones o lo que el entendía por áreas se podría llegar a la respuesta. La confusión de usar la altura de la pirámide para poder llegar a la respuesta que se le solicitaba pudo ser un conocimiento previo matemático que el recordaba.

### **Análisis de los resultados del post-test**

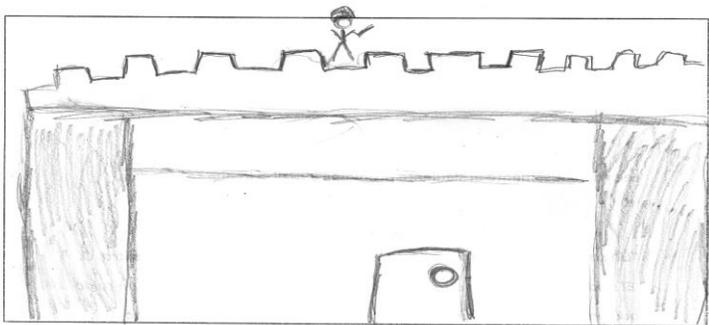
En la tabla 13, parte derecha, tenemos un dibujo situacional diferente al pre-test ya que se observa que cambia la trayectoria de la imagen colocándola como acostada y también la trayectoria que Santiago hace aparece rotada en la imagen. Además, continua sin colocar medidas como en el pre-test, además ya no resuelve de manera operatoria, y si llega a una solución de medida correcta, también podemos notar que al tratar de identificar la situación recuperó de su memoria algún conocimiento sobre medidas y tiene un sentido correcto de espacialidad (trayectoria de Santiago) llegando a realizar un dibujo más elaborado y con la respuesta apropiada. Además, continua sin incluir en el dibujo situacional al protagonista, el cual no fue representado también en el primer dibujo.

Tabla 14.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Respuesta al problema del soldado en el pre-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

35 metros

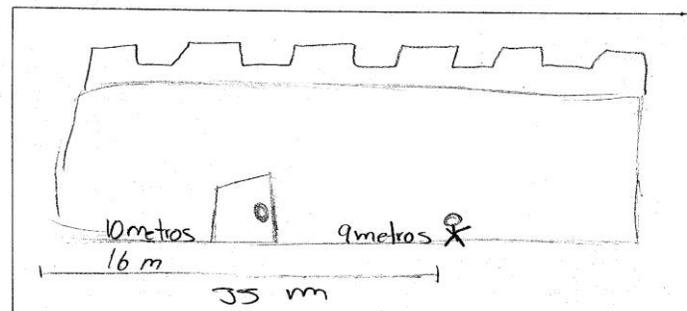
¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

izquierda

Solución:

que allí más guardias para vigilar para que este más seguro y no se cansen los soldados

Respuesta al problema del soldado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

14 metros

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

izquierda

Solución:

se va disminuyendo a cada paso 1 metros hasta completar los números que se te piden

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 14, parte izquierda, al resolver el problema, uno de los errores más generalizados fue la falta de sentido espacial (trayectoria del clavadista), el cual según Zwaan y Radvansky (1998), puede ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida, así como la medición incorrecta, ya que él opera con los números sin mayor análisis y no pudo contestar correctamente la pregunta del instrumento. Como se muestra en el siguiente dibujo donde la respuesta correcta sería que estaba a 19 metros por el lado derecho de la misma. Y hace la suma colocando 35 m.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Una respuesta común durante la intervención fue que el alumno carecía de comprensión al momento de plasmar su dibujo situacional, ya que no se percató del estado inicial que tiene el soldado de 16 m a la izquierda y que al hacer el recorrido a la derecha se presenta una variación en el escenario donde se mueve el protagonista (soldado). Es por ello que dio una respuesta de 35m, para responder a cuántos metros se encontraba el soldado de la puerta en el momento que escuchó el ruido. Según Bruno(1996) al entender la palabra avanzar lo entienden como suma y tienen confusión al realizar operaciones de adición entre números positivos y negativos. También a él se le planteó imaginar la muralla China y recorrerla para interpretar la espacialidad (trayectoria que hizo el soldado) de izquierda a derecha y la forma operatoria con los números, que le impidió entender el problema planteado.

### **Análisis de los resultados del post-test**

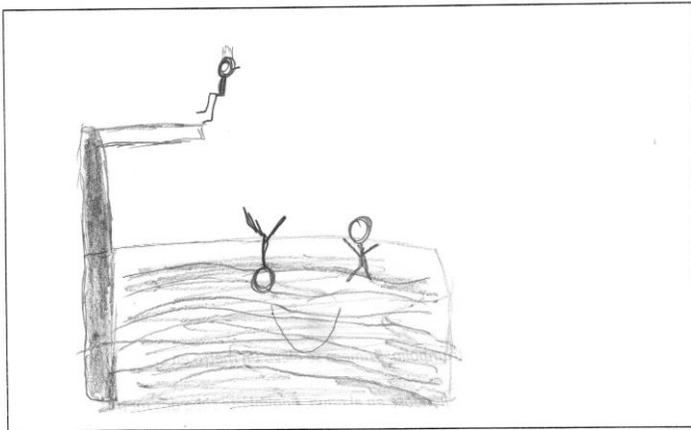
En la tabla 14, parte derecha, se nota un avance del alumno después de la intervención, ya que el alumno plasmó un dibujo con más elementos a diferencia del pre-test que los elementos son mínimos. Al protagonista (soldado) lo representa al final del recorrido llegando a la intencionalidad (objetivo) del problema para llegar a la respuesta justificada. Notemos que ahora si nos da una respuesta correcta de 19 m. Sin embargo, se nota todavía cierta dificultad al momento de operar con números, ya que indica que hay que ir disminuyendo de uno en uno para llegar a la respuesta correcta. Esto lo justifica en su solución del problema.

Tabla 15.- Producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test en el caso del problema del clavadista.

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua” Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta.

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test



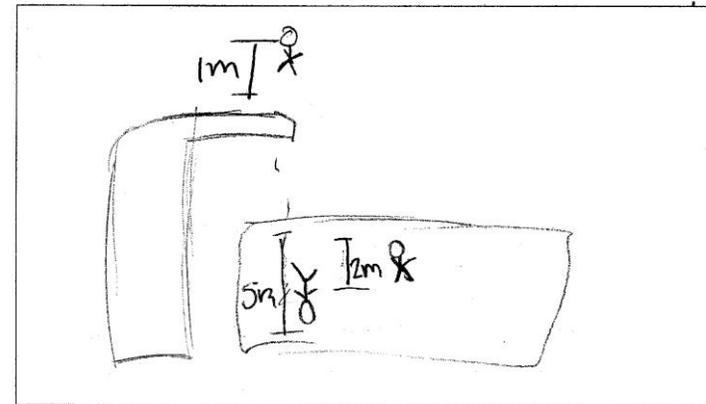
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

14 metros

Solución:  
no sé

Respuesta al problema del clavado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

-2 metros

Solución:  
la caída y la subida por el trampolín

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 15, parte izquierda, nótese que el alumno en su dibujo si representa al protagonista (clavadista) en diferentes momentos, desde que se lanza desde el trampolín hasta que se sumerge en el agua, y cuando sube, es decir si tiene conocimiento de la dimensión de espacialidad (trayectoria que hace el clavadista). Sin embargo, en el dibujo no se observa ningún dato numérico, ya que no muestra las medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista en cada uno de los tiempos, generando solo un dibujo con mínimos elementos, al mismo tiempo hace un trabajo solo operatorio, por lo que la respuesta es 14 m. Debido a este desconocimiento matemático no puede justificar su respuesta dando una respuesta de "no sé".

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

El alumno presenta dificultades con la interpretación que hace de la pregunta ¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua? Y por ello en la intervención con él se abordó el problema del "ascensor matemático" donde se trabajó mediante las sumas y restas con números enteros. Donde hizo un ejercicio para saber cómo llegar de un piso a otro desde un ascensor ejemplo del piso 2 del sótano al piso 1. Se manejaron conceptos también como trampolín, el alumno se dio cuenta de que en el dibujo no había comprendido la espacialidad (trayectoria del clavadista) y como esto interfirió con la respuesta que tuvo y en el dibujo que realizó.

### **Análisis de los resultados del post-test**

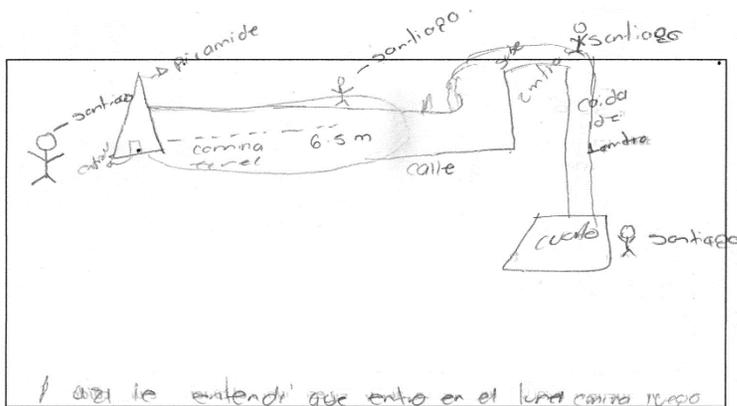
En la tabla 15, parte izquierda, podemos notar una mejora de interpretación a partir de la intervención ya que ahora si el dibujo presenta componentes como la recta numérica horizontal, medidas colocadas en cada fase de la acción que realiza el protagonista (clavadista). Gustavo pudo ubicar espacialidad (la trayectoria que hace el clavadista), también al protagonista (clavadista), llegando a la respuesta, concebida por él. En la parte de realizar operaciones tuvo una dificultad y concibe que se encuentra a -2 m en lugar de 2 m.

Tabla 16.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema de la pirámide.

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?

Respuesta al problema de la pirámide en el pre-test



¡ así le entendí que entro en el túnel camina 6.5 m sube y después se baja un metro y así llega al cuarto

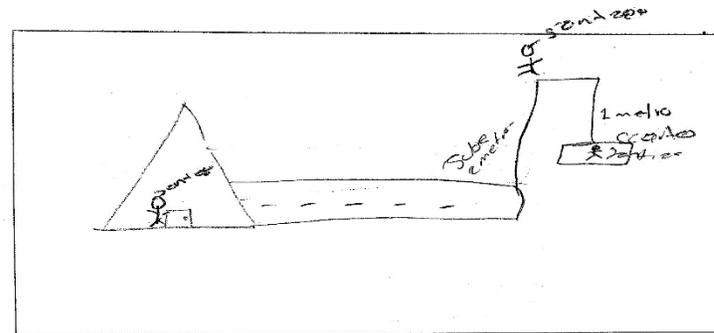
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

¿Cuántos metros? 1

Solución: la solución del problema debería ser que el cuarto debería de estar en medio no abajo.

Respuesta al problema de la pirámide en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

abajo.

¿Cuántos metros?

1 metro.

Solución:

mi solución es que pues el cuarto no debe estar abajo o en medio en medio del túnel.

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 16, parte izquierda Montserrat realizó un modelo mental con varios datos, represento un recorrido, en el cual incluye los elementos importantes como: medidas para responder las preguntas, además un recorrido horizontal y luego vertical es decir la espacialidad (trayectoria dibujada). Esto pudo ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida, debido a que identificó la situación y recuperó de su memoria, conocimiento sobre la palabra “camina”, relacionada con el problema descrito, es por ello que dibujó el ambiente adecuado para la situación. Sin embargo, llega en parte a la respuesta parcialmente correcta del problema indicando que el cuarto está por abajo del nivel de la calle, a “1.0m”, cuando la respuesta es que se encuentra por arriba del nivel de la calle. Su respuesta fue posiblemente debido a la estructura del diagrama o dibujo situacional que realizó. También notamos no representa al protagonista (Santiago).

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

Durante la intervención notamos, que lo que ella concibe como una pirámide es muy diferente a la que realizaron algunos estudiantes, ya que en su representación si toma en cuenta al protagonista (Santiago). Incluso ella en su memoria va reteniendo más información que es importante como la entrada de la pirámide. Además, lo que recupera de su memoria le permitió hacer un dibujo más elaborado ya que recordó cada una de las partes de la trayectoria que hace el protagonista. Sin embargo, en su intervención notamos que ella concibe más grande la distancia de 1m que de 2m, y debido a esta confusión ella comenta que finalmente el cuarto estaría en medio del nivel de la calle. Debido a lo anterior durante la intervención se le propuso simular que iba recorriendo paso a paso la pirámide donde ella fuera la protagonista, incorporando conocimiento sobre medidas, relacionadas con el problema descrito y haciendo las operaciones que pertinentes para entender mejor la resolución del problema.

### **Análisis de los resultados del post-test**

La intervención parece haber permitido un avance parcial al alumno, ya que tenemos un dibujo situacional diferente al anterior en el que se observa que dibuja el cuarto por arriba del nivel de la calle a diferencia del pre-test, aquí también incluye la dimensión espacial (por donde se desplaza Santiago). Según Ibáñez (2007) plantea 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

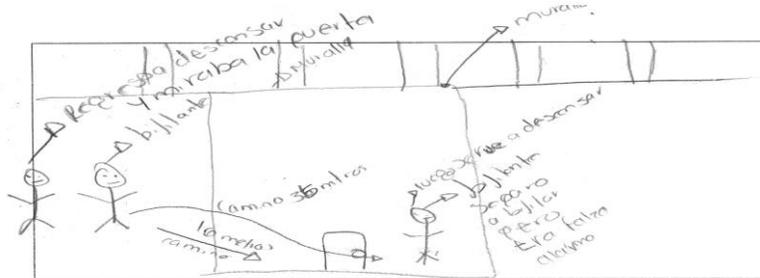
espacialidad' sin tomar en cuenta las otras dimensiones. Además logra la intencionalidad (objetivo) de la respuesta correcta de 1 metro, solo que sigue indicando que se encuentra por abajo contradiciendo su dibujo situacional. Montserrat muestra en su dibujo al protagonista (Santiago) en la entrada de la pirámide a diferencia del primer dibujo.

Tabla 17.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.

“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, 0. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado? ¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

Respuesta al problema del soldado en el pre-test



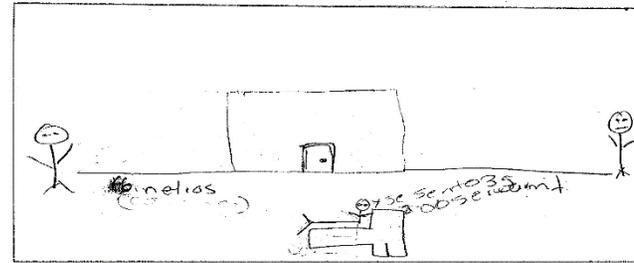
Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

9 metros  
derecha = 35m izquierda = 16  
Solución: pues mi solución es, que pues se supone que el billete debe estar adentro no afuera por que adentro se ve todo lo que pasa y fuera ninguna falta guerra.

Respuesta al problema del soldado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?

¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?

13 metros  
derecha  
Solución: pues mi solución es que desde un principio al observar, obviamente desde el centro y esa es mi solución

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

Se nota presente en la tabla 17, parte izquierda, la dimensión del protagonista (soldado), el cual fue representado cuando escucha una falsa alarma, y cuando regresa a descansar, la dimensión espacial (trayectoria que hace el protagonista). Sin embargo no llega a la intencionalidad (objetivo) del problema que sería la respuesta correcta de 19 metros, dando una respuesta incorrecta de 9 m.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

En la observación notamos que la alumna tuvo problemas al interpretar la trayectoria en la espacialidad de izquierda a derecha de la muralla y al realizar las operaciones con los números, que le impidió plasmar el dibujo situacional correcto. Por tal motivo durante la intervención a este alumno se le planteó también que imaginara la muralla China recorriéndola y con base en ello fuera identificando cada parte del problema comprendiendo paso a paso para poder llegar a la solución. Usando la recta numérica para poder entender donde iniciaba el soldado.

### **Análisis de los resultados del post-test**

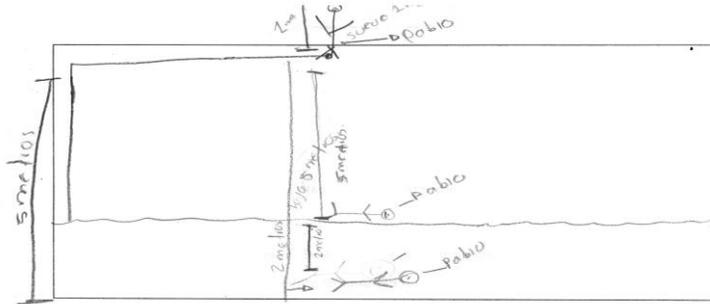
La alumna tuvo un cierto avance después de la intervención ya que en la tabla 17, parte derecha, se muestra un dibujo con elementos congruentes con lo que se requiere del problema. Represento al protagonista (soldado) en diferentes espacios generados en el tiempo del recorrido no llegando a la intencionalidad (objetivo) del problema llegando a una respuesta justificada por ella, donde escribe una respuesta aproximada de 15 m, teniendo así la dificultad al momento de operar con números. Sin embargo, se nota cierto avance ya que en su respuesta escribe que finalmente el soldado se encuentra a la derecha y no a la izquierda como en el pre-test.

Tabla 18.- Producciones de la estudiante Montserrat en el pre-test y post-test en el caso del problema del soldado.

“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua” Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?

Respuesta al problema del clavado en el pre-test

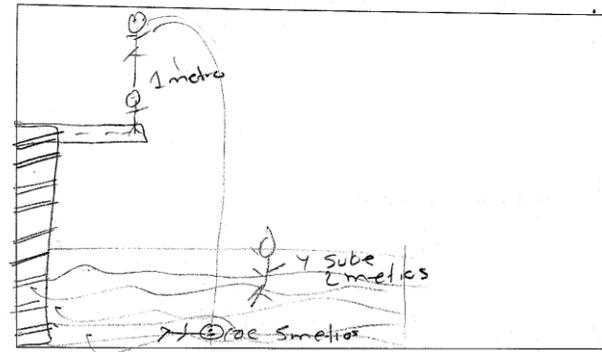


Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?  
7 metros

Solución: Como lo ser 5 metros al caer y luego 2 metros para llegar a la profundidad se supone que al caer del trampolín al agua ya se pasó a la superficie no quedas flotando como pelota y luego como piedra eso es solución pero claro si es en piscina o alberca no si es en mar no etc etc.

Respuesta al problema del clavado en el post-test



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?  
7 metros

Solución: es que por que cae 5 metros podría caer menos y ya se XD.

### **Análisis de los resultados del pre-test.**

En la tabla 18, parte izquierda, el dibujo presenta componentes como son las medidas, colocadas en cada fase de la acción que realiza el clavadista. Montserrat pudo representar la dimensión espacialidad (trayectoria del clavadista), al protagonista (Pablo), logra representar la intencionalidad (objetivo) del problema podemos concluir que no se tuvo falta de conocimiento de la medida. Sin embargo, nótese que aunque represento al protagonista, elevarse un metro y descendiendo en el dibujo, solo hace un trabajo operatorio puesto que no llegó a la respuesta correcta y brinda la respuesta de 7 m.

### **Análisis de lo observado en la intervención.**

La alumna volvió a leer el texto, pero ahora más detalladamente, para identificar todo aquello que no conociera, o que le causara algún impedimento para comprender el problema. Durante la intervención con ella se trabajó mediante sumas y restas con números enteros, con el ascensor matemático. Se le manejaron conceptos como trampolín, en particular esta estudiante tuvo una confusión en la dimensión espacial (trayectoria de Pablo), ya que ella había comprendido en su representación mental que el problema se relacionaba con el mar en lugar de una piscina.

### **Análisis de los resultados del post-test**

En el post-test, tenemos un dibujo situacional diferente al anterior (pre-test), ya que se observa que Montserrat pone más énfasis en las medidas, sin embargo, continuó resolviendo de manera operatoria, llegando a una solución casi correcta. También podemos notar que al tratar de identificar la situación recuperó de su memoria, algún conocimiento sobre medidas relacionado con el problema descrito, con un sentido correcto de espacialidad (trayectoria del clavadista). La alumna llegó a realizar un dibujo más elaborado y con la respuesta parcialmente correcta, además incluye también en la espacialidad la elevación del metro que realiza el protagonista (Pablo), el cual no fue representado en el primer dibujo con tanto detalle cómo se observó acá. Su respuesta de 3 metros la justifica en la solución porque dice que cae 5 metros.

### 3.2. 1 Resumen de las observaciones más importantes.

Las producciones del estudiante Gustavo en el pre-test y post-test por ejemplo del problema de la pirámide, presentaron cierta similitud con un dibujo muy similar con deficiencias significativas en la comprensión, ya que su respuesta a la solución del problema en el pre-test fue “medir bien la altura de la pirámide y dividirla en secciones” mientras que en el post-test la argumento escribiendo “seguir los puntos sugeridos y ahí encontraras la respuesta”. A pesar de ello, si partimos de que este alumno fue seleccionado de los 25 estudiantes como un alumno con dificultades en la comprensión, podemos argumentar que la mejora fue importante ya que avanza en sus dos respuestas del problema, aunque no en justificar su solución.

Aunque la presencia del protagonista no se hizo visible en muchos de los dibujos, esto no influyó en que ellos tuvieran una correcta representación de la dimensión de espacialidad y poder resolver el problema.

Podemos decir que en el pre test como en el pos-test, muchas de las respuestas erróneas fueron a consecuencia de un planteamiento incorrecto de las operaciones. Es decir que para muchos alumnos esa dificultad, no es tanto debido a una falta de comprensión del texto, sino por no identificar la operación que resuelve el problema.

El post-test mostro un avance en la mayoría de sus estudiantes, tanto en el dibujo y a la hora de responder las preguntas, los alumnos detallaron más sus dibujos, estableciendo elementos del modelo de indexación de eventos como protagonista, espacialidad, describieron los pasos dentro del dibujo con una secuencia coherente, donde se minimizaron las dificultades encontradas durante la intervención. Debido a que hubo una mejor comprensión al operar con números positivos y negativos.

## Conclusiones

Los resultados de estas pruebas muestran que, para los estudiantes, el dibujar la situación de un problema verbal matemático no es fácil. Con los resultados obtenidos, se confirma una vez más la importancia que tiene el modelo situacional durante el proceso de comprensión textual del problema. Según Tapiero (2007), los mecanismos cognitivos están presentes en la construcción coherente de una representación mental.

Hay un grupo de alumnos que simplemente plasmaron su dibujo más elaborado y con más elementos que otros. Esto se debe a que según Rellensmann et al. (2017), en un dibujo las instrucciones que se utilizan con frecuencia en las clases de matemáticas, son una herramienta para apoyar el modelado matemático de los estudiantes. La eficacia de tales instrucciones depende de condiciones específicas para beneficiarse del dibujo autogenerado, los hallazgos de este estudio indican que los estudiantes deben poseer suficiente conocimiento estratégico sobre el dibujo y la competencia para crear dibujos matemáticos precisos que respalden el rendimiento de los modelos.

Por ejemplo, al resolver el problema “el soldado” una de las deficiencias más generalizadas fue la falta de sentido espacial, la espacialidad sólo puede ser producto de las imágenes previas adquiridas en su vida (Zwaan y Radvansky, 1998). Así como el cálculo incorrecto, ya que algunos operan con los números sin mayor análisis y no pueden contestar la pregunta del instrumento correctamente, como se mostró en el problema del soldado donde la respuesta correcta sería que estaba a 19 metros por el lado derecho de la misma.

Como se mencionó respecto de algunos dibujos, las producciones tuvieron algunos datos numéricos, en otros dibujan flechas representando una dirección, algunos también prescinden de elementos importantes del problema como los protagonistas (el soldado, clavado).

Por mencionar algo, durante este estudio observamos que, en el clavado, hubo una tendencia a dibujar más allá de lo que se planteó en el texto del problema, como dibujar el mar. Mientras que en la pirámide el dibujo no es tan elaborado o algunos prescinden de ella.

El análisis comparativo inicial y final demuestra un progreso en el aprendizaje de los estudiantes. Los desaciertos y carencias del test inicial se superaron en algunos casos al representar mentalmente la situación del problema verbal. Los dibujos fueron relevantes en muchos casos a la hora de responder las preguntas para resolver los problemas. Los estudiantes mostraron ciertas

diferencias, con respecto a la comprensión de lo que se les preguntó en cada problema. Es decir, las respuestas que dieron en el test inicial mostraron deficiencias como falta de coherencia y, en consecuencia, no se entendió lo que justificaron con sus propias palabras. Durante la intervención terapéutica se le dio el control al alumno, para generar su propia comprensión, detectar sus errores y explorar sus saberes previos, durante la misma se interactuó y dialogó con el alumno para que, al final de la intervención, ampliaran sus propios procesos de pensamiento en el desarrollo de los problemas.

Al comparar los resultados del test inicial con los del post-test se hace presente un cambio significativo de forma general en los estudiantes en: el tipo del trampolín en una piscina, se entiende el recorrido realizado en la pirámide, logran ubicar la trayectoria que hace el soldado en la muralla, logran representar al protagonista y se llega a la intencionalidad del problema. Por ejemplo, en las producciones de Joselyn (Tablas 4, 5 y 6) en la parte del post-test (parte derecha) se superaron las carencias mostradas en el pre-test como son: los escasos elementos en el dibujo, la falta de las habilidades del pensamiento y la dificultad en la comprensión del problema.

Durante la intervención de tratamiento terapéutico, los comentarios de los estudiantes acerca de sus experiencias con los problemas, las estrategias en la resolución de problemas, las emociones que presentaban en las preguntas y las respectivas respuestas fueron motivadoras para saber qué conceptos se deberían atender y cómo guiar su aprendizaje para que fueran entendibles los problemas a resolver. Así mismo, el hecho de evaluar el pre-test para generar el diagnóstico, revisar las soluciones de los problemas, contextualizar el aprendizaje simulando por ejemplo el recorrido en el problema de la pirámide con la pirámide de Cholula, o en el problema del soldado los metros que recorrió, ejemplificando con pasos, en general, estimuló el interés del alumnado por implicarse más en la tarea, aumentó su confianza mediante rapport, esforzándose por mejorar sus logros después de la intervención.

Sin embargo, en algunos alumnos el nivel de comprensión textual siguió siendo bajo, y los dibujos realizados resultaron muy similares que antes de la intervención. También se puede concluir que de los estudiantes que participaron pudieron representar la espacialidad en mayor proporción los estudiantes del sexo masculino.

Para finalizar podemos decir que el impacto de la entrevista terapéutica influyó en el desempeño de los alumnos en el post-test y permitió entender mejor los problemas matemáticos verbales de

los tres instrumentos que realizaron después de la intervención. Esto a su vez ayudó a cumplir el primer objetivo, de favorecer la comprensión. Sin embargo, no hay que olvidar que lo que aquí se planteó fue diseñado para este grupo de estudio con este contexto en particular y que estuvo de acuerdo con lo que se encontró en un principio como parte del diagnóstico.

## Referencias bibliográficas

- Bruno, A. y Martínón, A. (1996). Números negativos: una revisión de investigaciones. UNO, Revista de didáctica de las matemáticas, 9, 98-106.
- Bruno, A. y Martínón, A. (1997). Clasificación funcional y semántica de problemas aditivos. Educación Matemática, 9 (1), 33-46.
- Cohen, L., y Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Chávez O., Escalera, A., y Hubbard, I. (2003). *Matemáticas 1*. México : Santillana.
- Gobierno de México. Secretaría de Educación Pública (2011). *Plan de estudios 2011. Educación Básica*. México: SEP
- Ginsburg, H. (1997). Entering the child's mind: The clinical interview in psychological research and practice. Cambridge University Press
- Ibáñez, R. (2007). Cognición y comprensión: Una aproximación histórica y crítica al trabajo investigativo de Rolf Zwaan. *Revista signos*, 40(63), 81-100.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-09342007000100005>
- Juárez, J. A., Mejía, A., González, A., y Slisko, J. (2014). La construcción del modelo situacional de un problema matemático: El análisis basado en el Marco del Experimentador Inmerso. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*. 87(1), 81-99.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. (1978). Toward a model of text comprehension. *Psychological Review*, 85(5), 363-394.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction–integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182.

- Marin, J. (2018) *Minecraft, una alternativa para la construcción de modelos situacionales durante la comprensión de problemas verbales matemáticos: estudio de dos casos* [Tesis de maestría no publicada]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S., y Leopold, C. (2017). Make a drawing. Effects of strategic knowledge, drawing accuracy, and type of drawing on students' mathematical modelling performance. *Educ Stud Math*. Springer Science Business Media Dordrecht. 95, 53-71.
- Tapiero, I. (2007). *Situation models and levels of coherence*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tijero, T. (2009). Representaciones mentales: discusión crítica del modelo de situación de Kintsch. *ONOMAZEIN*, 1(9), 111-138.
- van Dijk, T. A. y Kintsch, W. (1983). The cognitive model, en van Dijk, T. A. y Kintsch, W. (Eds.). *Strategies in discourse comprehension*, 333-385. New York: Academic Press.
- Zwaan, R., Graesser, A. & Magliano, J. (1995). Dimensions of situation model construction in narrative comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(2), 386-397
- Zwaan, R. & Radvansky, G. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological bulletin*. 123 (2), 162-185.
- 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.

## **ANEXOS 1 Pirámide**

**Grado:**

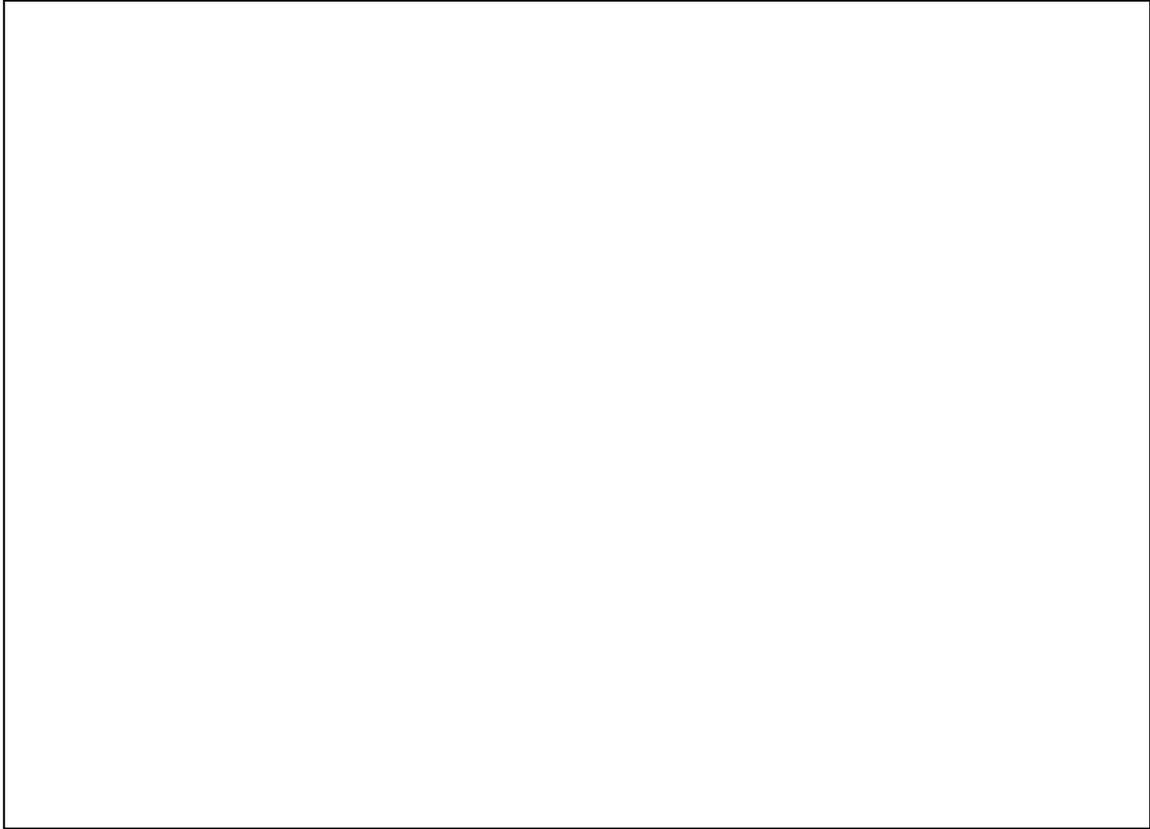
**Edad:**

**Sexo:**

Lee cuidadosamente el siguiente problema y realiza lo que se te indica.

*“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.”*

**En el siguiente recuadro dibuja lo que hayas comprendido en el texto anterior**



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

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

***¿Cuántos metros?***

Solución:

## **ANEXOS 2 Soldado**

**Grado:**

**Edad:**

**Sexo:**

Lee cuidadosamente el siguiente problema y realiza lo que se te indica.

*“Un soldado vigila una muralla. La muralla tiene una puerta en su centro, O. El soldado estaba 16 metros a la izquierda de la puerta cuando oyó un ruido que provenía del lado derecho de la muralla. Caminó hacia la derecha 35 metros y se paró al comprobar que había sido una falsa alarma. En ese momento decidió sentarse a descansar, miró hacia la puerta.”*

**En el siguiente recuadro dibuja lo que hayas comprendido en el texto anterior**



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

**¿A cuántos metros se encuentra de la puerta el soldado?**

**¿Se encuentra a la derecha o a la izquierda de la puerta?**

Solución:

### **ANEXOS 3 Clavadista**

**Grado:**

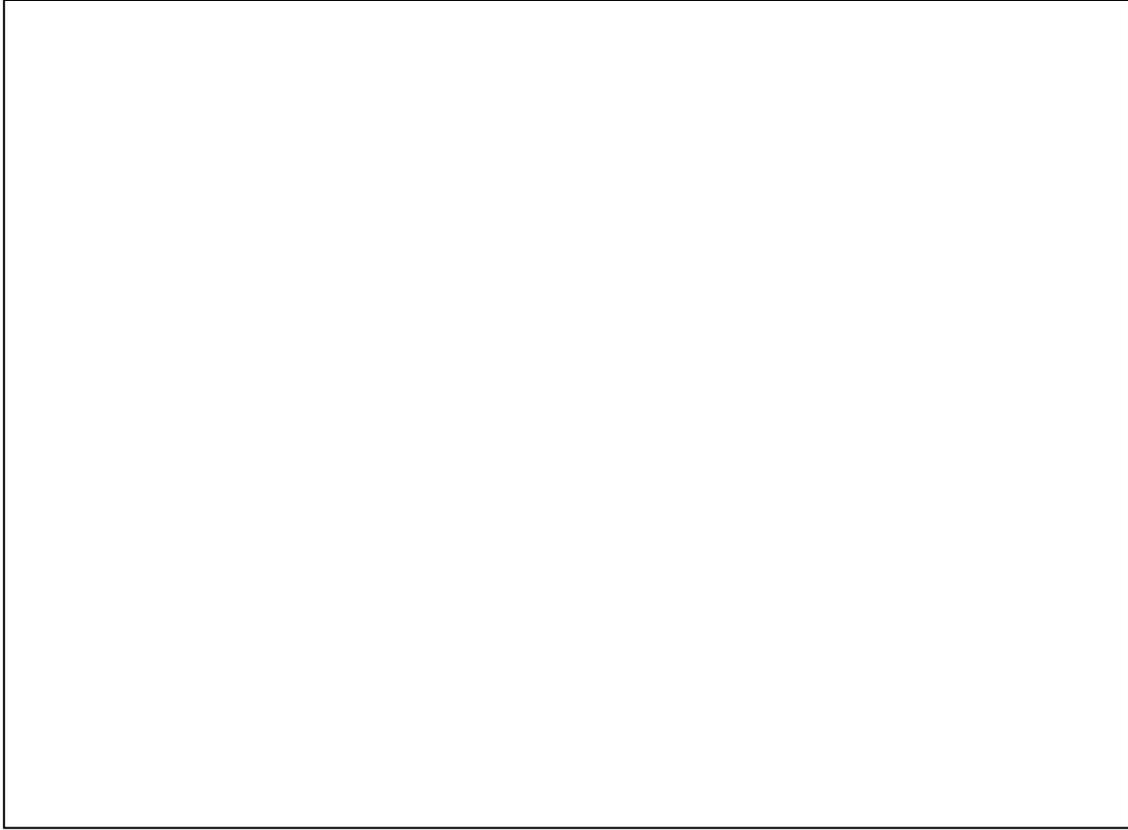
**Edad:**

**Sexo:**

Lee cuidadosamente el siguiente problema y realiza lo que se te indica.

*“Pablo salta desde un trampolín. Primero se eleva un metro en el aire, luego cae cinco metros sumergiéndose en el agua, finalmente sube dos metros para llegar a la superficie del agua.”*

**En el siguiente recuadro dibuja lo que hayas comprendido en el texto anterior**



Una vez que hayas terminado el dibujo, responde la siguiente pregunta

***¿A qué altura se encuentra el trampolín sobre el nivel del agua?***

Solución: