

**MODIFICABILIDAD ESTRUCTURAL COGNITIVA VS. VISUALIZACIÓN: UN  
EJERCICIO DE ANÁLISIS DEL USO DEL TETRIS EN TAREAS DE ROTACIÓN  
Y TRASLACIÓN.**

**JENNY PATRICIA ACEVEDO RINCÓN**

**2009185001**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**Bogotá D.C., NOVIEMBRE 2010**

**MODIFICABILIDAD ESTRUCTURAL COGNITIVA VS. VISUALIZACIÓN: UN  
EJERCICIO DE ANÁLISIS DEL USO DEL TETRIS EN TAREAS DE ROTACIÓN  
Y TRASLACIÓN.**

**JENNY PATRICIA ACEVEDO RINCÓN**

**2009185001**

**Asesora**

**LEONOR CAMARGO URIBE**

**Profesora asociada al Departamento de Matemáticas**

**Tesis de grado para optar el título de  
Magister en Docencia de las Matemáticas**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**Bogotá D.C., NOVIEMBRE 2010**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, apoyo incondicional  
desde la distancia en todos  
mis proyectos.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Leonor Camargo, por su orientación en el desarrollo de este estudio investigativo.*

*A Oscar Rey y Johanna Villanueva, por su compañía y apoyo en momentos difíciles.*

*A mis profesores y compañeros de la Maestría, por sus aportes valiosos en mi formación profesional.*

*Al Gimnasio Los Robles, por haberme brindado la oportunidad de haber adelantado este estudio investigativo.*

*A todos aquellos que, de alguna u otra manera, contribuyeron con la culminación de esta meta propuesta.*

*Para todos los efectos legales, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores, he dado los respectivos créditos*

## **RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO (R.A.E)**

**Tipo de documento:** Tesis de grado

**Acceso al documento:** Universidad Pedagógica Nacional

**Título de la investigación:** Modificabilidad Estructural Cognitiva vs. Visualización: un ejercicio de análisis del uso del Tetris en tareas de rotación y traslación.

**Autor:** ACEVEDO RINCÓN, Jenny Patricia.

**Publicación:** Bogotá, 2010, 187 p.

**Palabras claves:** Uso del videojuego en el aula, traslación y rotación, Modificabilidad Estructural Cognitiva, Visualización.

**Descripción:** En procura de aprovechar al máximo beneficios del entorno visual del videojuego como: dinamizar la reflexión, desarrollar competencia de resolución de problemas, estimular capacidad deductiva, entre otros, dentro del aula de clase de matemáticas se plantea un proyecto que involucra dichos beneficios dentro de tareas de acercamiento a los conceptos geométricos de rotación y traslación. Se analizan las manifestaciones de las relaciones existentes entre las operaciones y funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y los procesos y habilidades de visualización. Se presenta la síntesis de tres estudio de casos y el perfil cognitivo de ellos cada uno de con necesidades particulares de aprendizaje. El problema de investigación corresponde a las dificultades cognitivas de los estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje para enfrentar el aprendizaje de nociones de rotación y traslación, para lo cual se trazó el siguiente objetivo: usar el videojuego Tetris para introducir nociones de rotación y traslación mediante tareas que favorecen la visualización y atienden las disfunciones cognitivas de estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.

**Fuentes:** Para la realización de la investigación se usaron dieciocho referencias bibliográficas. Algunas de las más relevantes son:

Bishop A. (1983). *Spatial abilities and mathematics thinking- A review*. En Lesh, R.& Landau (Eds). *Adquisition of mathematics concepts and process*. Academic Press. New York, 176-178.

Del Grande, J. (1990) *Spatial Sense*. Aritmetic Teacher. Vol 37.6, 14-20

Duval, R. (1993) *Geometrical pictures: kinds of representation and specific processings*.

En Exploiting the mental imaginery with computers in Mathematics Education. Series F: Computer and systems sciences, vol. 138. Consultado el 16 de junio de 2010. En: [http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=R6PC\\_8GCt2AC&oi=fnd&pg=PA142&dq=Aprehensi3n+Duval&ots=a-nj8LecEk&sig=ei9UdIdXQzi2lWwPHMA4Hlfc4nU#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=R6PC_8GCt2AC&oi=fnd&pg=PA142&dq=Aprehensi3n+Duval&ots=a-nj8LecEk&sig=ei9UdIdXQzi2lWwPHMA4Hlfc4nU#v=onepage&q&f=false), 142-158

Presmeg, N., (1986). *Visualization in High School mathematics*. For the learning of mathematics, 6, 3, 42-46.

Torrealba, G. (2008). *Las TIC y la metodolog3a de proyectos de aprendizaje: Algunas experiencias en formaci3n docente*. Educere. [online]. mar. 2008, vol.12, no.40 [citado 15 Junio 2010], p.71-78. Disponible en la World Wide Web: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-49102008000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000100009&lng=es&nrm=iso) ISSN 1316-4910.

Torregrosa, G. y Quesada, H. (2008) *Coordinaci3n de procesos cognitivos en geometr3a*. Revista latinoamericana de investigaci3n en Educaci3n Matem3tica. Vol. 10 (2), 275-300.

Varela, A. et al. (2006) *Programa de Enriquecimiento Instrumental (PEI): alternativa pedag3gica que responde al desaf3o de calidad en educaci3n*. Funda33o Lu3s Eduardo Magalh3es (FLEM). Revista diversitas – perspectivas en psicolog3a - vol. 2, no. 2, 297-310.

Zanocco, P. et al. (2006). *Transformaciones isom3tricas en la educaci3n general b3sica*. XIII Jornadas Nacionales de Educaci3n Matem3tica. Pontificia Universidad Cat3lica de Chile (Vi3a del Mar), 7-27

**Contenidos:** El documento de la investigaci3n se presenta en seis cap3tulos y una secci3n de anexos. En el cap3tulo uno se define y presenta el problema de investigaci3n; en el cap3tulo dos se presentan los referentes te3ricos del estudio investigativo; en el cap3tulo tres se describe el dise3o investigativo. Algunas de las manifestaciones cognitivas de los

estudiantes y el análisis de los datos se presentan en el capítulo cuatro. El capítulo cinco corresponde a la discusión y proyección del presente estudio. Finalmente en el capítulo seis se presentan las conclusiones del estudio. La sección de anexos se conforma de una breve descripción de la mecánica del videojuego Tetris, de las manifestaciones y los análisis completos de los tres estudiantes seleccionados, las tablas y esquemas del perfil cognitivo de dos estudiantes y la prueba escrita utilizada en el tercer momento de la secuencia didáctica.

**Metodología de la investigación:** El análisis realizado en la investigación es de tipo cualitativo, centrado en la descripción e interpretación de las interacciones que se llevan a cabo durante la aplicación de un dispositivo didáctico en el que se exploran las nociones de rotación y traslación. Para abordar el trabajo se tomaron como unidades de análisis las manifestaciones de tres estudiantes del Gimnasio Los Robles, quienes tienen necesidades particulares de aprendizaje, durante la interacción con el videojuego Tetris. El dispositivo se desarrolló en tres momentos: presentación del juego, interacción con el videojuego y prueba escrita, en donde participaron nueve estudiantes de un grupo de quinto de primaria del Gimnasio. El proceso de análisis y elaboración del material, resultado de la presente investigación, se llevó a cabo en ocho fases, que se desarrollaron de forma secuencial. Estas fueron: identificación del videojuego a utilizar, selección de los estudiantes para el estudio de caso, diseño del dispositivo didáctico, toma de datos investigativos, transcripción de los videos y selección de los estudiantes para el estudio de caso, selección de fragmentos para el análisis, identificación de manifestaciones relevantes en el estudio, síntesis de las manifestaciones y perfil cognitivo.

**Conclusiones parciales de la investigación:** El estudio muestra el análisis de las manifestaciones cognitivas de tres estudiantes. No es un trabajo concluyente, por lo que quedan algunas preguntas para abordar en futuras investigaciones como: ¿cuáles son los alcances del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) frente al aprendizaje de conceptos matemáticos?, ¿qué posibilidad habría de generalizar la ruta cognitiva para otros estudiantes con déficit de atención e hiperactividad?, ¿qué tipo de actividades serán necesarios para la creación de una secuencia didáctica que propicie la activación de las

funciones y operaciones mínimas en el aprendizaje de conceptos matemáticos?, entre otras que esperamos puedan ser resueltas en futuros proyectos.

**Fecha Elaboración resumen:** 03 de Diciembre de 2010

## **TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 1.</b>	
<b>ESTUDIO PRELIMINAR</b>	4
1.1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	4
1.2. OBJETIVOS	7
1.2.1. Objetivo general	7
1.2.2. Objetivos específicos	7
1.3. ESTADO DEL ARTE	7
1.3.1. Estudios sobre Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC)	8
1.3.2. Estudios sobre Visualización en la didáctica de la Geometría.	11
1.3.3. Estudios sobre rotación y traslación en el plano y el uso del videojuego en el aula.	15
<b>CAPÍTULO 2.</b>	
<b>REFERENTES TEÓRICOS</b>	18
2.1. SOBRE LA MODIFICABILIDAD ESTRUCTURAL COGNITIVA	18
2.2. SOBRE LOS PROCESOS Y HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN	24
2.3. UN ACERCAMIENTO INTUITIVO A LA ROTACIÓN Y LA TRASLACIÓN	27
2.4. ARTICULACIÓN DEL MARCO TEÓRICO	28
<b>CAPÍTULO 3.</b>	
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>	31
3.1. CONTEXTO DEL ESTUDIO	31
3.2. LOS ESTUDIANTES	33
3.2.1. Juan David	33
3.2.2. Miguel Ángel	33
3.2.3. José Daniel	33
3.3. DISPOSITIVO DIDÁCTICO	34
3.4. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	44

<b>CAPÍTULO 4.</b>	
<b>ESTUDIOS DE CASO</b>	47
4.1. CASO JUAN DAVID	47
4.2. CASO MIGUEL ÁNGEL	59
4.3. CASO JOSÉ DANIEL	69
<b>CAPÍTULO 5.</b>	
<b>DISCUSIÓN Y PROYECCIONES DEL ESTUDIO</b>	77
5.1. SÍNTESIS DEL CASO JUAN DAVID	77
5.2. VÍAS PARA PROFUNDIZAR EN EL ESTUDIO	82
<b>CAPÍTULO 6.</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	85
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	88
<b>ANEXOS</b>	91

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b>	Articulación de operaciones y funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC)	24
<b>Tabla 2.2.</b>	Relación de Invariantes y variantes de movimientos rígidos en el plano	28
<b>Tabla 2.3.</b>	Articulación del modelo MEC y visualización	30
<b>Tabla 3.1.</b>	Dispositivo didáctico en el Momento 1: Presentación del juego	36
<b>Tabla 3.2.</b>	Dispositivo didáctico en el Momento 2: Interacción con el videojuego	40
<b>Tabla 3.3.</b>	Dispositivo didáctico en el Momento 3: Prueba escrita	43
<b>Tabla 4.1.</b>	Total de Manifestaciones de los estudiantes del estudio de caso	47
<b>Tabla 4.2.</b>	Manifestación 1 de Juan David	49
<b>Tabla 4.3.</b>	Manifestación 2 de Juan David	50
<b>Tabla 4.4.</b>	Manifestación 3 de Juan David	51
<b>Tabla 4.5.</b>	Manifestación 4 de Juan David	54
<b>Tabla 4.6.</b>	Manifestación 5 de Juan David	55
<b>Tabla 4.7.</b>	Manifestación 6 de Juan David	57
<b>Tabla 4.8.</b>	Manifestación 7 de Juan David	58
<b>Tabla 4.9.</b>	Manifestación 1 de Miguel Ángel	59
<b>Tabla 4.10.</b>	Manifestación 2 de Miguel Ángel	61
<b>Tabla 4.11.</b>	Manifestación 3 de Miguel Ángel	62
<b>Tabla 4.12.</b>	Manifestación 4 de Miguel Ángel	64

<b>Tabla 4.13.</b>	Manifestación 5 de Miguel Ángel	66
<b>Tabla 4.14.</b>	Manifestación 6 de Miguel Ángel	67
<b>Tabla 4.15.</b>	Manifestación 7 de Miguel Ángel	68
<b>Tabla 4.16.</b>	Manifestación 1 de José Daniel	69
<b>Tabla 4.17.</b>	Manifestación 2 de José Daniel	71
<b>Tabla 4.18.</b>	Manifestación 3 de José Daniel	73
<b>Tabla 4.19.</b>	Manifestación 4 de José Daniel	74
<b>Tabla 4.20.</b>	Manifestación 5 de José Daniel	75
<b>Tabla 5.1.</b>	Desempeños de Juan David en tareas de Rotación y Traslación	80
<b>Tabla 5.2.</b>	Desempeños de Miguel Ángel en tareas de Rotación y Traslación	99
<b>Tabla 5.3.</b>	Desempeños de José Daniel en tareas de Rotación y Traslación	103
<b>Tabla 6.1.</b>	Manifestación 1 Juan David	105
<b>Tabla 6.2.</b>	Manifestación 2 Juan David	106
<b>Tabla 6.3.</b>	Manifestación 3 Juan David	107
<b>Tabla 6.4.</b>	Manifestación 4 Juan David	107
<b>Tabla 6.5.</b>	Manifestación 5 Juan David	109
<b>Tabla 6.6.</b>	Manifestación 6 Juan David	111
<b>Tabla 6.7.</b>	Manifestación 7 Juan David	113
<b>Tabla 6.8.</b>	Manifestación 8 Juan David	114
<b>Tabla 6.9.</b>	Manifestación 9 Juan David	115
<b>Tabla 6.10.</b>	Manifestación 10 Juan David	116

<b>Tabla 6.11.</b>	Manifestación 11 Juan David	118
<b>Tabla 6.12.</b>	Manifestación 12 Juan David	119
<b>Tabla 6.13.</b>	Manifestación 13 Juan David	121
<b>Tabla 6.14.</b>	Manifestación 14 Juan David	123
<b>Tabla 6.15.</b>	Manifestación 15 Juan David	124
<b>Tabla 6.16.</b>	Manifestación 16 Juan David	126
<b>Tabla 6.17.</b>	Manifestación 17 Juan David	127
<b>Tabla 6.18.</b>	Manifestación 18 Juan David	128
<b>Tabla 6.19.</b>	Manifestación 19 Juan David	130
<b>Tabla 6.20.</b>	Manifestación 20 Juan David	131
<b>Tabla 6.21.</b>	Manifestación 21 Juan David	132
<b>Tabla 6.22.</b>	Manifestación 22 Juan David	133
<b>Tabla 6.23.</b>	Manifestación 23 Juan David	134
<b>Tabla 6.24.</b>	Manifestación 1 Miguel Ángel	136
<b>Tabla 6.25.</b>	Manifestación 2 Miguel Ángel	137
<b>Tabla 6.26.</b>	Manifestación 3 Miguel Ángel	138
<b>Tabla 6.27.</b>	Manifestación 4 Miguel Ángel	139
<b>Tabla 6.28.</b>	Manifestación 5 Miguel Ángel	141
<b>Tabla 6.29.</b>	Manifestación 6 Miguel Ángel	143
<b>Tabla 6.30.</b>	Manifestación 7 Miguel Ángel	144
<b>Tabla 6.31.</b>	Manifestación 8 Miguel Ángel	146

<b>Tabla 6.32.</b>	Manifestación 9 Miguel Ángel	147
<b>Tabla 6.33.</b>	Manifestación 10 Miguel Ángel	149
<b>Tabla 6.34.</b>	Manifestación 11 Miguel Ángel	150
<b>Tabla 6.35.</b>	Manifestación 12 Miguel Ángel	151
<b>Tabla 6.36.</b>	Manifestación 13 Miguel Ángel	152
<b>Tabla 6.37.</b>	Manifestación 14 Miguel Ángel	153
<b>Tabla 6.38.</b>	Manifestación 15 Miguel Ángel	154
<b>Tabla 6.39.</b>	Manifestación 16 Miguel Ángel	155
<b>Tabla 6.40.</b>	Manifestación 1 José Daniel	157
<b>Tabla 6.41.</b>	Manifestación 2 José Daniel	158
<b>Tabla 6.42.</b>	Manifestación 3 José Daniel	159
<b>Tabla 6.43.</b>	Manifestación 4 José Daniel	160
<b>Tabla 6.44.</b>	Manifestación 5 José Daniel	162
<b>Tabla 6.45.</b>	Manifestación 6 José Daniel	163
<b>Tabla 6.46.</b>	Manifestación 7 José Daniel	164
<b>Tabla 6.47.</b>	Manifestación 8 José Daniel	165
<b>Tabla 6.48.</b>	Manifestación 9 José Daniel	167
<b>Tabla 6.49.</b>	Manifestación 10 José Daniel	168
<b>Tabla 6.50.</b>	Manifestación 11 José Daniel	169
<b>Tabla 6.51.</b>	Manifestación 12 José Daniel	170

## LISTA DE ESQUEMAS

<b>Esquema 3.1.</b>	Fases de la investigación	46
<b>Esquema 5.1.</b>	Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de Juan David	81
<b>Esquema 5.2.</b>	Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de Miguel Ángel	101
<b>Esquema 5.3.</b>	Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de José Daniel	104

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Descripción del videojuego Tetris	91
<b>Anexo 2.</b>	Prueba escrita	92
<b>Anexo 3.</b>	Tabla y esquema de relaciones de Miguel Ángel	102
<b>Anexo 4.</b>	Tabla y esquema de relaciones de José Daniel	103
<b>Anexo 5.</b>	Manifestaciones de Estudio de caso Juan David	105
<b>Anexo 6.</b>	Manifestaciones de Estudio de caso Miguel Ángel	136
<b>Anexo 7.</b>	Manifestaciones de Estudio de caso José Daniel	157

## INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones acerca del currículo, especialmente en matemáticas, es cómo integrar la actividad extraescolar de los estudiantes al aula de clases, con el fin de dinamizar el aprendizaje. El videojuego es una herramienta que hace parte de la realidad de los jóvenes de la actualidad. Como lo muestran estudios nacionales e internacionales, los estudiantes, niños y adolescentes, ocupan su tiempo libre en el uso del computador, el televisor y en especial el uso de videojuegos, que tienen diversos contenidos, desde recreativos hasta de alta violencia, y que en muchas ocasiones son usados sin alguna supervisión de sus padres.

En procura de estrechar los lazos entre la escuela y la cotidianidad de los estudiantes teniendo en cuenta que es más fácil llegar a un estudiante con medios cercanos a él, planteamos el presente estudio investigativo en el que se integra el videojuego para la exploración de las nociones de movimientos rígidos de rotación y traslación en el plano, con estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje, del Gimnasio Los Robles. Nos proponemos a aprovechar al máximo algunos de los beneficios del entorno visual del videojuego como: dinamizar la reflexión, desarrollar competencias en resolución de problemas y estimular la capacidad deductiva, entre otros, con el fin de ayudar a compensar, durante la actividad, las dificultades de aprendizaje que los estudiantes tienen frecuentemente en clases de matemáticas. Interpretamos las manifestaciones cognitivas de los estudiantes a partir de la relación existente entre las operaciones y funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y los procesos y habilidades de Visualización con el fin de mostrar una vía investigativa para analizar procesos de aprendizaje ofrecida por el modelo MEC. Los aportes que este modelo hace al campo de la didáctica de la geometría aún no se han explotado suficientemente a favor de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

El análisis que fundamenta este estudio incluye la identificación de manifestaciones cognitivas en tres estudios de casos de estudiantes durante tres momentos: presentación del videojuego, interacción con el videojuego y prueba escrita; para esto se usó un dispositivo didáctico que recoge elementos del modelo del marco teórico de Modificabilidad Estructural Cognitiva y de Visualización.

La presentación de este estudio investigativo está organizada en seis capítulos y una sección de anexos.

En el *Capítulo 1* presentamos el problema de investigación. Justificamos la pertinencia del estudio investigativo, se describe la problemática a abordar, establecemos los objetivos planteados, e incluimos el estado del arte que se elaboró, considerando resultados investigativos directamente relacionados con el Modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), la visualización y el uso del videojuego Tetris para el aprendizaje de nociones geométricas.

En el *Capítulo 2* presentamos los referentes teóricos, sobre los cuales se definen las categorías de visualización usadas en el estudio y las funciones y operaciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) con las que se caracterizan las manifestaciones cognitivas de los estudiantes. Además, mostramos lo que se concibe como un acercamiento intuitivo a la rotación y la traslación. Finalmente hacemos una articulación de los diferentes referentes teóricos.

El *Capítulo 3* contiene el diseño metodológico de la investigación, en el que se describe el contexto del estudio y se presentan los perfiles cognitivos de los estudiantes seleccionados. Además, damos a conocer las fases planteadas por el presente estudio y por último se presenta el dispositivo didáctico creado especialmente para integrar el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y la visualización alrededor de la interacción con el videojuego Tetris.

En el *Capítulo 4* presentamos las manifestaciones cognitivas de los tres estudiantes seleccionados y los análisis hechos a las mismas, durante los tres momentos del dispositivo didáctico.

En el *Capítulo 5* mostramos la síntesis de uno de los tres estudios de caso y las relaciones que se establecen entre las manifestaciones del estudiante, dejando la presentación de las otras dos síntesis en los anexos. Además, mostramos una proyección del presente estudio.

El *Capítulo 6* presentamos las conclusiones del presente estudio investigativo.

Para complementar y sustentar la información que se presenta en los capítulos 4 y 5, al final de este documento, posterior a la presentación de las referencias bibliográficas, presentamos una sección de anexos, conformada por la prueba escrita utilizada al finalizar la secuencia didáctica diseñada, las tablas y esquemas de relaciones de los estudiantes Miguel Ángel y José Daniel y, por último, las manifestaciones completas de los tres estudiantes seleccionados para el estudio de caso.

Este trabajo corresponde sólo a una pequeña parte del análisis que se puede realizar sobre las relaciones existentes entre un modelo de aprendizaje como lo es la Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y un marco de referencia en geometría como la Visualización. Estos marcos proveen un rico e interesante material que puede seguir explorándose.

# CAPÍTULO 1.

## ESTUDIO PRELIMINAR

### 1.1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

La justificación del estudio se plantea a partir de tres elementos considerados importantes para la realización del presente trabajo. Inicialmente mencionamos la relevancia que implica el uso de videojuegos por niños y jóvenes; luego, mencionamos la pertinencia del videojuego frente a las necesidades particulares de aprendizaje de los estudiantes que hacen parte del estudio; finalmente, planteamos una posible relación entre el modelo pedagógico trabajado en la institución y el desarrollo de procesos y habilidades de visualización durante la interacción con el videojuego Tetris para el aprendizaje de nociones relacionadas con rotación y traslación.

Los juegos han sido históricamente parte de la vida cotidiana de los niños y jóvenes en edad escolar. Con los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), la entrada de los juegos electrónicos al mundo de las nuevas generaciones ha irrumpido con fuerza convirtiéndose en parte de las actividades cotidianas, preocupaciones e intereses de ellos. Es así como lo señala un reciente estudio en Colombia realizado por Gómez, Lucumí y Lobelo (2008), en el cual se muestra que el 56,3% de los niños entre los 5 y los 12 años, de estratos medio y alto, dedican diariamente dos horas o más al uso de los videojuegos o a ver televisión. La población con mayor probabilidad de dedicación a estas actividades se encuentra entre los 9 y los 12 años y el tiempo de exposición se incrementa a medida que el nivel de urbanización aumenta.

Para contrastar la información proporcionada por Gómez, Lucumí y Lobelo, aplicamos una encuesta a los estudiantes de grado 5° de primaria del Gimnasio Los Robles<sup>1</sup>, institución educativa de Bogotá en la cual estudian niños y jóvenes que pertenecen a un estrato socio-económico alto. En los resultados obtenemos que el tiempo dedicado a la interacción estudiante-videojuego (3 horas diarias en promedio) es mayor que el tiempo

---

<sup>1</sup> La descripción de la institución se hará ampliamente en el capítulo 3.

dedicado a la actividad extra-clase de trabajo escolar propuesta por el colegio (35 minutos diarios en promedio) y que ellos se dedican al juego con total libertad, sin supervisión alguna. Estos datos muestran que el *videojuego* es una actividad común de los estudiantes del Gimnasio los Robles y que a ella dedican mucho tiempo en sus casas. Es por esto que no se puede desconocer que la interacción con juegos visuales es una actividad a la que están expuestos los estudiantes del Gimnasio Los Robles en horas fuera del horario escolar; es decir, el videojuego se presenta como una realidad cotidiana de los estudiantes.

Al indagar entre los estudiantes sobre los tipos de videojuego que utilizan frecuentemente, ellos muestran como favoritos los juegos que tienen contenidos violentos y desafíos constantes. Hacer un diseño pedagógico que esté de acuerdo con las necesidades académicas de los estudiantes, no es fácil de lograr con un videojuego que tiene mucho de desafíos pero nada de relación con conocimientos matemáticos. Es por esto que se indaga entre los estudiantes sobre el manejo de videojuegos sencillos, como por ejemplo el Tetris. Los estudiantes reconocieron su fácil manejo; además admiten sentirse motivados por las características visuales de éste.

Los estudiantes del Gimnasio Los Robles se caracterizan por sus necesidades particulares de aprendizaje, ya que en su mayoría son niños con bloqueos emocionales que les generan disfunciones cognitivas asociadas a la atención, la velocidad de ejecución de tareas y de procesamiento de información y al razonamiento. En los archivos del Gimnasio se encuentran las historias individuales de los estudiantes donde se describen las dificultades que tienen en las funciones de entrada, de elaboración y salida contempladas en el modelo de aprendizaje MEC<sup>2</sup> por el que se rige la institución.

Para identificar y contrastar las valoraciones hechas por los terapeutas del colegio y establecer relaciones entre las disfunciones cognitivas y los procesos de visualización propios del aprendizaje de conceptos geométricos tales como los movimientos rígidos en el plano, aplicamos una serie de actividades exploratorias en estudiantes de 4º, 5º y 6º, basadas en la categorización de Gutiérrez (1991).

---

<sup>2</sup> El modelo MEC se describirá en capítulo 2

Los estudiantes deben dibujar representaciones planas de sólidos, reconocer relaciones espaciales, identificar representaciones planas de sólidos y construir sólidos. Además, debían encontrar el error en letreros con letras invertidas o letras repetidas, en donde los estudiantes, una vez más, ponen en evidencia dificultades al reconocerlos y fueron notorias las dificultades de discriminación visual. El análisis de los desempeños de los estudiantes permite evidenciar marcadas dificultades en la representación de imágenes, la interpretación de información figurativa, las habilidades de coordinación ojo-mano, la identificación visual, la conservación de la percepción, el reconocimiento de las posiciones en el espacio, la discriminación visual y la memoria visual.

Teniendo en cuenta las dificultades mencionadas, se ve que éstas deben superarse para aprender conceptos tales como movimientos rígidos en el plano (rotación y traslación). Aunque no se aplican pruebas específicas para identificar si los estudiantes reconocen el efecto de una rotación o traslación, las pruebas anteriores son suficientemente ilustrativas en la medida en que ellas muestran las dificultades de los estudiantes desde el reconocimiento de figuras y la operatividad con las mismas.

Sin ser ajenas a las realidades socioculturales que los estudiantes del Gimnasio Los Robles viven, y el fácil acceso que ellos tienen a los videojuegos, siendo conscientes del trabajo en equipo -de alguna manera competitivo- que se viviría si esta herramienta fuera llevada al aula de clase, y pensando en el aprovechamiento de las herramientas visuales que ofrece la interacción con el videojuego en el desarrollo de habilidades de visualización, planteamos la siguiente pregunta que se aborda en este estudio:

¿Qué manifestaciones de la relación existente entre las operaciones y funciones del modelo Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y las habilidades de visualización se identifican durante la exploración de nociones de movimientos rígidos en el plano (rotación y traslación), a través de la solución de tareas con el videojuego Tetris propuestas a estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Analizar el uso del videojuego Tetris para introducir nociones de rotación y traslación mediante tareas que favorecen la visualización y atienden las disfunciones cognitivas de estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar las funciones y operaciones propias del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y relacionarlas de manera específica con los procesos de visualización involucrados en el desarrollo de situaciones planteadas ligadas a las nociones de rotación y traslación.
- Diseñar y aplicar tareas, para cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), en las que se involucren las nociones de rotación y traslación propiciadas por la interacción de los estudiantes con el videojuego Tetris.
- Analizar las manifestaciones de los procesos de visualización activados por los estudiantes durante la interacción con el videojuego Tetris.
- Identificar en el desempeño<sup>3</sup> de los estudiantes, cuáles actividades les ayudan a compensar<sup>4</sup> las dificultades de aprendizaje.
- Elaborar la ruta de las necesidades particulares de aprendizaje de los estudiantes seleccionados en el estudio de caso.

## **1.3. ESTADO DEL ARTE**

El presente estudio tiene en cuenta tres componentes que contribuyen en la consolidación de unos referentes teóricos para proponer un dispositivo didáctico a un grupo de

---

<sup>3</sup> Entendemos como desempeño la forma en que un estudiante se expresa ante una determinada situación.

<sup>4</sup> Reconocemos en el presente estudio que los estudiantes pueden compensar sus dificultades, al menos durante el tiempo de desarrollo de la actividad, en la medida en que crean estrategias para poder desempeñarse durante la misma.

estudiantes, cuyas dificultades cognitivas son evidentes para el aprendizaje de las nociones de rotación y traslación, que suponemos lograrán compensar con tareas que favorecen la visualización. Revisamos algunas investigaciones relevantes relacionadas con: el modelo de enseñanza y aprendizaje Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), procesos y habilidades de visualización en geometría, y movimientos de rotación y traslación en el plano vs. el uso del videojuego en el aula

### **1.3.1. Estudios sobre Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).**

En la búsqueda de nuevas alternativas de enseñanza y aprendizaje, apareció la propuesta de Feuerstein (Rufinelli, 1980) llamada Modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), como solución a poblaciones con deprivación cultural o cognitiva. Existen diferentes investigaciones, hacia la década de los 80, que muestran cómo se trabaja dicho modelo pedagógico en el aula, en diferentes países, pero hasta el momento no hemos encontrado algunos específicos en educación matemática. A continuación presentamos tres experiencias investigativas en España, Brasil, y Chile relacionadas con este modelo.

En primer lugar, Lasala (1992) presenta una investigación, de tipo teórico, enmarcada dentro de la preocupación por analizar e implementar modelos de enseñanza y aprendizaje, que respondan a las necesidades de formación de niños y jóvenes.

Dentro de los intereses de la investigación, está el análisis de seis aspectos del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) como modelo de enseñanza aprendizaje. Estos son: el concepto de ser humano, los objetivos generales y específicos de la enseñanza, el material didáctico apropiado en cada fase del modelo, la mediación del profesor, el papel de la motivación y el campo de aplicación del modelo.

Es claro para la autora que el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) no está orientado a teorizar sobre la filosofía o psicología, sino que por el contrario ofrece herramientas para poder contextualizar el aprendizaje. El objetivo del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) es posibilitar que los estudiantes aprendan a pensar y sean capaces de interactuar con el ambiente que les rodea de forma crítica y reflexiva.

Frente al reconocimiento de material didáctico, Lasala muestra que a medida que se implementa el modelo, puede ganarse abstracción y complejidad debido a la secuenciación

que se da a los recursos. Sobre la mediación entre el docente y el ambiente escolar donde se desempeña el estudiante, la investigadora dice que es un aporte muy importante, en la medida en que el docente logra interponerse entre el ambiente y el estudiante, con el fin de filtrar, ordenar, organizar, y regular la intensidad de los estímulos. La mediación, según la autora, se impone dentro del modelo, ya que para el mismo las tareas no son prioritarias; se convierten en un medio y no en un fin para lograr el aprendizaje de los estudiantes.

Sobre la motivación, Lasala muestra cómo ésta se convierte en una herramienta clave frente a un sentimiento de competitividad. Cuando un reto se alcanza por un estudiante, se sube su autoestima y los niveles de confianza en sus habilidades; pasa a tener una mejor y nueva percepción de sí mismo como un individuo competente y capaz. Sobre el campo de aplicación del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), la autora expone que éste se concibe para niños caracterizados por su deprivación cultural, o que presentan déficit cognitivo y que tuvieron que recuperarse para lograr la adaptación como personas autónomas e independientes en un nuevo contexto cultural.

La autora concluye su artículo mostrando la importancia del modelo a partir de las habilidades de pensamiento en el aprendizaje de un estudiante, como también de la búsqueda constante de teorías alrededor de este tema con el fin de enriquecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el aula.

Este trabajo aporta a nuestro estudio en la medida en que da cuenta del papel mediador del docente en el aula y resalta el tipo de población para la que fue diseñado el modelo. Lasala reafirma que dicho modelo puede ser llevado al aula de clases, en especial de matemáticas, para lograr que los estudiantes ganen autonomía e independencia en su aprendizaje.

Una segunda experiencia investigativa, que se apoya en el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), se lleva cabo en el nordeste de Brasil (Varela, 2006), después de la reforma educativa nacional propuesta en 1996, con alumnos de grado octavo de la red pública de Bahía. Esta experiencia investigativa, de tipo cualitativo, tiene dos objetivos. El primero es que los profesores mejoren la comprensión sobre procesos de asimilación/significación y transferencia de información y, convertirlos en mediadores para intervenir en el desarrollo de competencias de intencionalidad, significado y

trascendencia en sus estudiantes; el segundo, era que los alumnos aprendieran a pensar y a entender los procesos de asimilación, significación y trascendencia de habilidades cognitivas básicas, que desarrollaran competencias en el dominio de lenguajes, comprensión de fenómenos, análisis y resolución de situaciones-problema, construcción para la argumentación y elaboración de respuestas, y que además, logran un mayor rendimiento escolar y una autoestima elevada. Buscan disminuir los índices de evasión y repetición de grado en las escuelas. Para lograr todos estos objetivos se pretende que mediante aplicación del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) logran ampliación del raciocinio lógico, analítico y representacional.

Varela centra la mirada en los resultados que obtiene en matemáticas, y pone en evidencia que, gracias a la aplicación del modelo MEC, los estudiantes logran mayor capacidad de discriminación, y generación de nueva información; mayor eficiencia de pensamiento relacional, hipotético-inferencial, analógico, inductivo y deductivo; mayor eficiencia en análisis, síntesis y conducta comparativa; y mayor potencial para la abstracción.

Este trabajo orienta la presente investigación en la medida en que podemos identificar las manifestaciones cognitivas de los estudiantes presentes en la relación existente entre las tres fases del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

Un tercer referente es el estudio de Rufinelli (2002), quien a través de su investigación de tipo teórico muestra la pertinencia de la aplicabilidad del Modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) en la práctica docente y su incorporación a la cultura educativa en el panorama de una reforma educativa realizada en Chile en el año 1996. La autora muestra cómo el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) otorga a los educadores el papel de facilitadores, lo que les implica tener mayor responsabilidad sobre los posibles resultados de aprendizaje de los estudiantes. Como la reforma curricular de Chile pretende promover nuevos planes y programas de estudio para los diferentes niveles educativos e incorporar objetivos transversales, el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) contribuiría a dar un sentido integral a la educación, promover una auténtica cultura y organización de la escuela, del proyecto educativo institucional, y sobre todo de las prácticas pedagógicas.

La autora muestra la necesidad de introducir el modelo MEC al sistema educativo en lo que concierne a preparar personas capaces de vivir en constante cambio. Sin embargo, reconoce que la inserción del MEC inicialmente tendrá dificultades en los cambios de actitud del docente ya que en el modelo no hay recetas para lograr aprendizaje.

Aunque es un trabajo de investigación teórico muy general, su aporte en el presente trabajo es proveer elementos para ver los efectos de la implementación del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) en perspectiva, en la educación matemática, y sobre todo el papel que debe tener el educador.

### **1.3.2. Estudios sobre la Visualización en didáctica de la Geometría.**

Para organizar la revisión de la literatura relacionada con la visualización nos basamos en la propuesta de Gal y Linchevsky (2010), quienes clasifican los trabajos de investigación en tres momentos. Unos trabajos se concentran en los estudios que tienen que ver con la manera como nosotros percibimos y organizamos la información que entra por los ojos (organización de la información), otros se basan en el procesamiento de la información en la mente, una vez que entra por los ojos (reconocimiento), y otros tienen que ver con la representación producto de ese procesamiento (representación).

Con respecto a los estudios sobre *percepción visual*, en el momento de *organización*, podemos encontrar el trabajo hecho por Del Grande (1990), quien sintetiza un conjunto de habilidades presentadas inicialmente por Frosting y Honer (1964) y por Hoffer (1977). Sugiere una serie de actividades para realizar con niños de primaria. Del Grande resalta que a medida que las tareas de percepción visual sugeridas a los niños aumentan, sus habilidades mejorarán. Por ello los diseñadores de currículo deben incluir información visual que pretenda mejorar las habilidades de interpretación de la misma. Concluye que las actividades de percepción visual, sólo son útiles si son incluidas por docentes en sus clases desde los primeros años y si desarrollan diferentes situaciones que se presentan a los escolares.

Dentro de las actividades planteadas para favorecer la *coordinación ojo-mano*, está el trazo de figuras con líneas guía, o la construcción de una figura mediante la unión de puntos. Para estimular la *identificación visual*, Del Grande propone actividades en las que

toca completar figuras teniendo otras como referencia, o dada una figura decir cuáles las componen. Para desarrollar la *constancia perceptual*, la actividad que propone el autor es identificar las figuras que se encuentran ocultas detrás de unas formas indeterminadas. Para incrementar la habilidad de detectar *relación de posiciones en el espacio*, los estudiantes pueden encontrar la posición de una figura después de haber hecho rotaciones de 90 grados. En cuanto a la *percepción de relaciones espaciales*, presenta actividades de relacionar figuras con una ficha patrón.

Entre las conclusiones del trabajo, Del Grande (1990) manifiesta que un estudiante que tiene dificultades en la percepción de posiciones en el espacio, tendrá problemas en situaciones que impliquen esta habilidad en otras áreas del conocimiento, por ejemplo en aritmética a la hora de ubicar cifras de acuerdo con los valores posicionales.

Respecto a los estudios de *procesamiento de la información*, dentro del momento de *reconocimiento*, ubicamos los trabajos de Duval y Bishop. Duval (1993) presenta un trabajo de investigación en el que hace un estudio con 112 estudiantes de 15 y 16 años, a quienes se les pide resolver problemas de aplicación del Teorema de Thales. El autor se pregunta sobre las variaciones producidas por una organización perceptual del dibujo de una misma situación, haciendo referencia al papel de la figura como herramienta. Duval define cuatro aprehensiones: perceptual, secuencial, discursiva y operativa, y establece que para que un dibujo sea una figura geométrica debe permitir evocar, por lo menos, la aprehensión perceptual y alguna de las otras tres. Duval define cada aprehensión como una función cognitiva con leyes específicas de organización y de procesamiento de la colección de estímulos visuales. Dice que el uso de figuras en geometría conduce a la fusión de las diferentes aprehensiones, pues en la solución de problemas se requiere de la interacción entre las distintas aprehensiones. El autor se refiere principalmente al rol heurístico de una figura geométrica, aunque aclara que no todas las figuras cumplen este rol.

Bishop (1979) narra una experiencia en Papua (Nueva Guinea), con estudiantes indígenas de 14 años, en quienes nota inicialmente una debilidad para la visualización en trabajos de generalización en geometría. Su investigación se realizó a partir de las debilidades encontradas y se concentró en buscar fortalezas en el aprendizaje respecto a la visualización. En esta investigación se utilizan pruebas espaciales estandarizadas que,

inicialmente, hicieron pensar que las habilidades de los estudiantes no eran buenas frente a la visualización en geometría. Posteriormente se encontró que en los ejercicios de “apareamiento” la dificultad se debía a la representación, dadas las convenciones utilizadas, ya que los estudiantes indígenas no las conocían. Cuando se hizo un acercamiento más cuidadoso hacia su cultura, se logró evidenciar mejores desempeños en las habilidades de visualización. Bishop muestra cómo se hace necesario contextualizar los problemas, y sus representaciones. Al comparar los resultados que obtiene inicialmente con la prueba estandarizada frente a los obtenidos en el acercamiento a la cultura, éstos son evidentemente mejores. El autor menciona dos procesos importantes encontrados por medio de la interacción con los estudiantes: el Procesamiento Visual (VP) y la Interpretación de la Información Figural (IFI), los cuales considera tan importantes como las habilidades de leer e interpretar una oración<sup>5</sup>. De acuerdo con lo manifestado por Duval, Bishop menciona que los diseñadores de currículo deberían incluir el uso de formas geométricas, así como lo hacen con la cantidad de contenidos algebraicos y numéricos, con el fin de fortalecer las habilidades espaciales.

En cuanto a los estudios del producto del procesamiento de la información, en el momento de la *representación*, sintetizamos una investigación hecha por Presmeg (1986) quien aplica un test a estudiantes de 16 y 17 años, con problemas que incluyen imágenes de diferentes tipos. El test incluye una serie de 54 problemas, clasificados en: problemas de imágenes pictóricas y concretas, problemas que contenían imágenes de patrones, problemas con memoria de imágenes de fórmulas, problemas con imágenes cinéticas y problemas que contenían imágenes dinámicas. Los problemas podían ser resueltos por estudiantes usando imágenes visuales.

Entre las principales conclusiones, la autora reconoce que los estilos de enseñanza no visual corresponden a estilos de docentes que privilegian la lectura y la enseñanza de la formalidad, la lógica, y la rigurosidad. Los profesores que privilegian la parte visual tienen habilidades para relacionar las matemáticas con otras áreas del conocimiento y también

---

5

Se definen en los referentes teóricos

están en capacidad de incluir otras experiencias en el aula para que ese aprendizaje sea cada vez más cercano al mundo real. A los profesores que enseñan con estilo no visual, se les identifican dificultades en el momento de plantear soluciones visuales. Los profesores visualizadores fueron más positivos en sus actitudes y métodos de solución.

Un trabajo que incluye los tres momentos señalados por Gal y Linchevsky (2010), corresponde a la investigación hecha por Gutiérrez (1996b) en la que utiliza categorías mencionadas por Del Grande (percepción figura-fondo, constancia perceptual, rotación mental, percepción de posiciones espaciales, percepción de relaciones espaciales y discriminación visual), la categorización de Presmeg para las imágenes (concretas, cinéticas y dinámicas), los dos procesos de Bishop (1989) (Interpretación de la Información Figural y Procesamiento Visual<sup>6</sup>) y la distinción geométrica, armónica y analítica hecha por Krutetski (1976). El objetivo del trabajo de Gutiérrez (1996) es analizar las formas en que los estudiantes resolvían las diferentes actividades de identificación de figuras tridimensionales, poniendo atención a la clase de imágenes mentales y a las habilidades de visualización que ellos han utilizado.

El experimento se lleva a cabo con estudiantes con edades entre 7 y 17 años, de los diferentes grados escolares. Particularmente, Gutiérrez muestra los resultados de un estudiante de segundo grado (7-8 años), quien interactúa con un programa de computador para identificar las formas que se encuentran en las caras de un cubo e identificar las relaciones espaciales del mismo frente a una de las caras. El autor reconoce las habilidades puestas en juego por el niño para desarrollar la situación. También describe el análisis de la actividad desarrollada por una estudiante de grado octavo quien es capaz de llegar a las mismas conclusiones del estudiante de primaria valiéndose de razonamientos más elaborados y con menos movimientos que el otro.

El autor concluye que existen cuatro elementos importantes que caracterizan la visualización: las imágenes mentales, las representaciones externas, los procesos y habilidades de visualización. La manipulación de objetos tridimensionales permite mejores resultados que tareas que implican el uso de lápiz y papel.

---

<sup>6</sup> Se mencionarán más específicamente en los referentes teóricos.

### **1.3.3. Estudios sobre rotación y traslación en el plano y el uso del videojuego Tetris en el aula.**

Sobre el uso de videojuegos en el aula, existen diferentes enfoques investigativos que pueden clasificarse como: uso del videojuego desde edades tempranas, el lenguaje utilizado por los videojugadores e implementación de software en el aula de clases. El presente trabajo se puede clasificar dentro de la última categoría, ya que hace uso de un software que, aunque no creado con fines educativos, puede llevarse al aula bajo una orientación docente. Existen trabajos específicos que aluden a la implementación de videojuegos en el aula que, como lo mencionan Montero, Ruíz y Díaz (2010), atienden la necesidad de aprovechar pedagógicamente el fenómeno social del videojuego. En el caso particular del Tetris, revisamos los trabajos presentados por Zanocco et al. (2006), Bolea (2008) y Rueda (2006), quienes plantean talleres para desarrollar los conceptos de rotación, traslación y simetría.

El trabajo de Zanocco et. al. (2006) se centra en analizar el resultado de diez talleres relacionados con transformaciones isométricas, para tercer y cuarto año de educación básica primaria. El propósito es ampliar el lenguaje geométrico de los estudiantes y profundizar en el desarrollo de su imaginación espacial. En el taller número 2, “jugando Tetris”, presenta el videojuego Tetris y varias situaciones que responden a imágenes que muestran jugadas hechas y que deben ser evaluadas por el estudiante, quien responde teniendo en cuenta que se está trabajando con los conceptos de rotación, traslación, simetría y reflexión. El trabajo busca desarrollar la creatividad espacial para elaborar mentalmente los movimientos y así lograr resolver la situación planteada; además, busca desarrollar el vocabulario espacial en la descripción de los cambios efectuados en las transformaciones. Este trabajo nos orienta en la planeación de un dispositivo didáctico con unos fines específicos que, en nuestro caso, corresponden a la integración del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) con habilidades y procesos de visualización para acercar a los estudiantes a nociones de rotación y traslación.

El trabajo de Bolea (2008) plantea ocho talleres de enseñanza de movimientos rígidos en el marco de la asignatura *Matemáticas y su Didáctica II* de la Universidad de Zaragoza, para maestros en formación. El objetivo de este trabajo es diseñar, implementar

y evaluar los talleres con la finalidad de que los futuros maestros alcanzaran una mayor competencia en la tarea de enseñar geometría en la educación primaria. El primero de los corresponde al uso del Tetris en el aula. Pretende impulsar el análisis de los movimientos en el plano (simetría, traslación y giro) y su relación con la congruencia de figuras. Los talleres responden a una secuencia de actividades de lápiz y papel con base en las fichas del Tetris pero ninguna incluye la interacción directa con el juego. Algunas de las conclusiones tienen que ver con el tiempo de aplicación de los talleres, ya que tiene que corresponder con la organización de los talleres y ser tan amplio como se necesite. El autor concluye que los talleres propuestos no resultan adecuados para el nivel de conocimientos de los estudiantes, hecho que se evidencia por el nivel de dificultad que ellos experimentaron en el desarrollo de los mismos.

Este trabajo nos aporta la reflexión sobre el nivel de complejidad de los talleres que debe tenerse en cuenta a la hora de planear la secuencia, sobre lo que el estudiante ya sabe para poder comprender la tarea a desarrollar.

Rueda (2006) hace un estudio comparativo a partir de un estudio de caso en el que se determina la influencia del uso de materiales clásicos, como regla, compás y transportador, frente al uso de materiales tecnológicos informáticos como Cabri y Tetris en el aprendizaje del concepto de rotación de figuras geométricas en el plano.

La autora propone tres tipos de talleres: de reconocimiento, de definición y de búsqueda de propiedades, que desarrolla por medio de guías de trabajo diferenciadas según el tipo de material. El estudio lo hace con cuatro estudiantes de grado séptimo, a quienes acompaña en el aprendizaje de la rotación por medio de materiales clásicos o tecnológicos. En el taller de reconocimiento, la autora utiliza el videojuego Tetris y les hace preguntas relacionadas con el tema de rotación, en una secuencia didáctica que incluye el centro de giro, nombre del movimiento, número de giros para llegar a una posición deseada, entre otros aspectos relacionados con las fichas del Tetris. Posteriormente, utiliza herramientas como Cabri, Power Point, y Paint, para propiciar la conceptualización de la rotación. Con el grupo de materiales clásicos, la autora propone el uso de movimientos propios del cuerpo, o alrededor de una cancha para que los estudiantes completen guías de trabajo asociadas al tema de rotación y traslación.

Entre los resultados que obtiene la autora se encuentra que no siempre los recursos tecnológicos sirven para facilitar el aprendizaje, ya que en el caso del estudio, éstos se convirtieron en limitante en la medida en que los estudiantes se preocupan más por lo estético que por lo conceptual a la hora de llenar las guías. Además, con el uso de la tecnología los estudiantes sólo pueden evidenciar giros predeterminados por las herramientas de 90, 180 y 270 grados, y hacia un mismo sentido. En Tetris la dificultad más notoria corresponde a la presentación de movimientos compuestos de rotación y traslación, los cuales no permitieron reconocer características propias de la rotación. Adicionalmente, los estudiantes se dedican más a competir que al aprendizaje de conceptos propios de la rotación. En el caso del material clásico, el uso recurrente del transportador para la elaboración de giros en el papel se convierte en un obstáculo.

Este trabajo nos aporta elementos para la planeación de una secuencia didáctica en la que se busca el acercamiento de los estudiantes a las nociones de rotación y traslación de manera gradual, secuencial y motivante.

## **CAPÍTULO 2.**

### **REFERENTES TEÓRICOS**

El presente estudio está sustentado en tres aspectos contemplados en el diseño, implementación y análisis de la implementación. Inicialmente haremos referencia al modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), sus fases, funciones y operaciones. Posteriormente hablaremos sobre la visualización, sus procesos y habilidades. Luego, mostraremos un acercamiento intuitivo a la rotación y la traslación. Mostraremos la articulación propuesta para hacer viable el presente proyecto.

#### **2.1. SOBRE LA MODIFICABILIDAD ESTRUCTURAL COGNITIVA (MEC)**

La teoría sustentada por Reuven Feuerstein (en Prieto, 1987) propone que una persona “es susceptible de mejorar su capacidad intelectual, aprender y aprender a aprender si se involucra en experiencias de aprendizaje mediadas, las cuales se constituyen por medio del filtro a los estímulos del ambiente y la reorganización que lleva a cabo el educador, para favorecer la interacción entre el estudiante y el mundo que lo rodea”. Esto presupone en el educador habilidades para motivar, activar estímulos y proponer situaciones que les permitan a los estudiantes vivir experiencias significativas de aprendizaje acordes con los estímulos recibidos.

Para el caso del presente proyecto de investigación, los estudiantes que hacen parte del estudio de caso pertenecen a una institución en donde se implementa el modelo pedagógico de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) que contempla la atención a sus necesidades particulares de aprendizaje.

En el modelo Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) se contemplan funciones y operaciones dentro del acto mental de aprender. Las funciones corresponden a estructuras cognitivas básicas que sirven de soporte a las operaciones mentales. Entre ellas están la percepción clara y precisa, el uso de vocabulario adecuado, la reconstrucción correcta de un objeto a partir de sus partes. Las operaciones mentales son un conjunto de acciones interiorizadas, organizadas y coordinadas, en función de las cuales llevamos a

cabo la elaboración de la información que recibimos (Feuerstein, 1980), como por ejemplo: identificar, comparar, analizar y sintetizar. Operaciones y funciones se agrupan en tres fases correspondientes al acto mental de aprender: Fase de entrada (permite recoger información), Fase de elaboración (permite asociar y conectar) y Fase de Salida (permite entregar una respuesta a un problema o tarea).

La capacidad de aprendizaje se manifiesta por actuaciones concretas ante tareas y problemas que ponen en juego las funciones y las operaciones mentales. Dicha capacidad puede verse interferida por factores de tres tipos de que se encuentran mutuamente interrelacionados: el individuo (percepción borrosa, impulsividad, entre otros), la tarea (grado de complejidad o abstracción) y el entorno (mediación deficiente).

De acuerdo con el modelo sugerido por Feuerstein, listamos algunas funciones que correlacionamos con procesos y habilidades de visualización en cada una de las fases del acto mental de aprender, como se muestra a continuación:

- **Fase de entrada:** percepción clara y precisa, orientación espacial eficiente, uso de vocabulario adecuado, uso de pre-conceptos apropiados, comportamiento sistemático exploratorio, constancia y permanencia de esenciales, reconstrucción de un elemento a partir de sus partes, y cifrado de características de objetos a símbolos
- **Fase de elaboración:** adecuada distinción de información relevante e irrelevante, uso adecuado del razonamiento, ejercicio apropiado del pensamiento hipotético, ejercicio adecuado de la conducta comparativa, tratamiento adecuado de estrategias para verificar hipótesis y comportamiento sistemático exploratorio.
- **Fase de salida:** amplitud y flexibilidad mental, y precisión y exactitud en la comunicación de respuestas.

A continuación listamos algunas operaciones correspondientes a cada una de las fases propias del modelo, que usamos en el análisis del trabajo de los estudiantes en nuestro proyecto:

- **Fase de entrada:** identificar, comparar, analizar, sintetizar y codificar.
- **Fase de elaboración:** decodificar, proyectar relaciones virtuales, diferenciar, representar y transformar imágenes mentales.

- **Fase de salida:** razonar divergentemente y comunicar.

Dado que en el modelo no se establece una conexión directa entre operaciones y funciones, y que las definiciones son generales por ser un modelo pedagógico, en el presente estudio decidimos asignar a cada operación un conjunto de funciones, y proponer definiciones alternativas para adaptarlas a las situaciones vividas. En la tabla 2.1., presentamos la definición de cada operación, indicadores de cada función y ejemplos de cada una extraídos de los datos del estudio.

FASE DE ENTRADA		
<b>Operación: IDENTIFICAR.</b> Atribuir un significado a un objeto. Reconocimiento visual de formas globales.		
FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Percepción clara y precisa	Describe el objeto de forma global. Reconoce características cualitativas del objeto de manera superficial.	Juan David reconoce una ficha del Tetris y la asocia con una letra. “Esa ficha tiene forma de Ele”
Orientación espacial eficiente	Establece relaciones entre objetos situados en el espacio y otros tomados como punto de referencia de forma correcta.	José Daniel reconoce derecha, izquierda, arriba, abajo, en el tablero del Tetris
Uso de vocabulario adecuado	Dispone de un código verbal para denominar o describir objetos con términos adecuados.	Miguel Ángel menciona los nombres de las fichas del Tetris de acuerdo con la forma y el significado que tenga. Ficha “ese”, ficha “te”, etc.
Uso de pre-conceptos apropiados	Utiliza el conocimiento previo (intuitivo o escolar), para establecer rasgos distintivos del objeto.	Miguel Ángel dice: “tiene los lados iguales” refiriéndose al cuadrado.
<b>Operación: COMPARAR.</b> Contrastar dos o más objetos estableciendo semejanzas y diferencias.		
FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Precisión y exactitud en la recogida de información	Identifica las características de un conjunto de objetos de manera precisa y exacta	Juan David recuerda cuántas fichas conformaban el conjunto inicial.
Uso de pre-conceptos apropiados	Utiliza el conocimiento previo (intuitivo o escolar) para poder	Miguel Ángel discrimina cuáles fichas son del juego refiriéndose a una que no

	comparar el objeto con otros	pertenece como “está muy flaquita” o “está muy grande”
<b>Operación: ANALIZAR.</b> Descomponer un todo en sus elementos constitutivos.		
<b>FUNCIONES ASOCIADAS</b>		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Comportamiento sistemático exploratorio	Actúa de forma ordenada para seleccionar y captar las características relevantes de un objeto.	José Daniel evalúa cuál estrategia es la óptima para poder ejecutar las mejores jugadas del Tetris y así obtener mayor puntaje.
<b>Operación: SINTETIZAR.</b> Integrar a un conjunto los elementos de un todo.		
<b>FUNCIONES ASOCIADAS</b>		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Constancia y permanencia de esenciales	Reconoce la invariabilidad de los objetos por encima de posibles variaciones en alguno de sus atributos o dimensiones. Reconoce que el tamaño, forma, orientación y cantidad permanecen a pesar de haber hecho transformaciones.	Juan David reconoce que después de haber desplazado o girado una ficha del Tetris, ésta conserva sus propiedades de forma, tamaño, e incluso color.
Reconstrucción apropiada de un elemento a partir de sus partes	Toma las características de los elementos para construir el objeto. Reconoce que el objeto es formado a partir de las características de sus partes	José Daniel distingue si un determinado espacio en el tablero del Tetris puede o no coincidir con la configuración de una ficha del Tetris.
<b>Operación: CODIFICAR.</b> Transformar un concepto en un símbolo.		
<b>FUNCIONES ASOCIADAS</b>		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Cifrado de características de objetos a símbolos	Representa mediante figuras o símbolos una instrucción dada o un objeto mencionado. Asigna a un concepto un objeto (significante).	Miguel Ángel manifiesta cuáles son los movimientos de una ficha del Tetris a través del señalamiento de los controles, o de la escritura de los movimientos a realizar.
<b>FASE DE ELABORACIÓN</b>		
<b>Operación: DECODIFICAR.</b> Traducir instrucciones verbales a actos motores y descifrar mensajes o símbolos.		

FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Describe el objeto con claridad	Traduce en su lenguaje natural una acción o transformación sobre un objeto.	José Daniel interpreta el código utilizado por las flechas (controles) para los movimientos a realizar (↑: rotar, →: desplazamiento a la derecha)
<b>Operación: DIFERENCIAR.</b> Discriminar y comparar con precisión los datos de un conjunto de datos.		
FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Ejercicio de la conducta comparativa	Realiza comparaciones y relaciones necesarias de los objetos para anticiparse a la solución. Establece relaciones entre objetos para la organización e integración de diferentes tipos de información	José Daniel compara dos jugadas presentadas hipotéticamente, para poder elegir, cuál de ellas ejecutar con el fin de completar una línea en el tablero del Tetris o no obstaculizarlo.
<b>Operación: PROYECTAR RELACIONES VIRTUALES.</b> Ver el problema y la solución de forma novedosa o nada convencional.		
FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Uso adecuado del razonamiento	Justifica las respuestas a través de razonamientos válidos.	Juan David argumenta sobre una situación hipotética del juego, haciendo una cadena de razonamientos válidos y congruentes. Decide si una ficha cabe en determinado espacio, utiliza un número particular de rotaciones y traslaciones que se correspondan con los que se muestran en las jugadas.
Ejercicio apropiado del pensamiento hipotético	Establece hipótesis y las comprueba aceptando o rechazando las previamente establecidas. Propone ejemplos y contraejemplos para verificar sus afirmaciones.	Miguel Ángel propone jugadas sin ejecutarlas, para poder hacer llegar una ficha del Tetris a un espacio del tablero.

**Operación: REPRESENTAR Y TRANSFORMAR IMÁGENES MENTALES.** Esquematizar y hacer la combinación abstracta de la descomposición y reestructuración de los elementos que componen un objeto para resolver una situación.

**FUNCIONES ASOCIADAS**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>EJEMPLO</b>
Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis	Intuye varias alternativas para lograr los objetivos. Estructura diferentes formas de representar y argumentar ideas	Juan David analiza entre un conjunto de posibilidades para elegir la mejor de las opciones y verificar si las fichas o las jugadas propuestas por el Tetris le benefician.
Comportamiento sistemático exploratorio	Utiliza las características seleccionadas de un objeto en forma sistemática, para lograr los objetivos.	José Daniel organiza sus ideas para poder desarrollar una tarea planteada. En la construcción del “Robot Bailarín”, necesita organizar las ideas y leer qué características tiene dicha figura para poder empezar a armar el rompecabezas.

**FASE DE SALIDA**

**Operación: RAZONAR DIVERGENTEMENTE.** Producir ideas creativas.

**FUNCIONES ASOCIADAS**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>EJEMPLO</b>
Amplitud y flexibilidad mental	Utiliza diferentes fuentes de información, estableciendo entre ellas una coordinación Combina adecuadamente la información para llegar al pensamiento operativo. Recuerda situaciones y propone causas y consecuencias de un determinado objeto.	Al plantearle una situación incorrecta, como bajar la ficha de manera que se cree un obstáculo, Miguel Ángel dice por qué eso es un obstáculo y también formula una posible jugada para salvar el juego.

**Operación: COMUNICAR<sup>7</sup>.** Emitir respuestas certeras que conllevan a la solución del problema planteado inicialmente

<sup>7</sup> Es necesario aclarar que dentro de las operaciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) no se encontraba la operación *Comunicación*. Sin embargo, ésta fue propuesta en este proyecto viendo la necesidad que ésta representaba dentro de los intereses de investigación.

FUNCIONES ASOCIADAS		
FUNCIÓN	INDICADORES	EJEMPLO
Precisión y exactitud en la comunicación de respuestas	Utilizar el lenguaje claro y preciso para referirse al objeto. Piensa y expresa respuestas de forma adecuada a un problema.	José Daniel argumenta sobre una jugada hecha y justifica con argumentos válidos por qué debe ubicar la ficha del Tetris en un determinado lugar y no en otro.

**Tabla 2.1.** Articulación de operaciones y funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC)

## 2.2. SOBRE LOS PROCESOS Y HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN

En consonancia con Gal y Linchevski (2010), nos proponemos fundamentar nuestro trabajo de acuerdo con los momentos de *organización*, *reconocimiento* y *representación* de los procesos de visualización, en relación con aspectos relevantes seleccionando como categorías de análisis las propuestas por Presmeg (1986), Duval (1993), Bishop (1983) y Del Grande (1990).

Partimos de la definición de visualización sugerida por Gal y Linchevski. Concebimos la visualización como el conjunto de habilidades y procesos necesarios para representar, transformar, generalizar, comunicar, documentar, y reflexionar sobre información visual.

En el momento de *organización* ubicamos las siguientes habilidades sugeridas por Del Grande (1990) las cuales definimos y ejemplificamos con datos obtenidos en nuestro estudio.

***Coordinación óculo-manual.*** Es la habilidad para seguir con los ojos el movimiento de los objetos de forma ágil y eficaz. Por ejemplo en el uso del videojuego Tetris, esta habilidad se ve cuando Juan David logra coordinar los controles del juego y los movimientos propios del mismo; por ejemplo: ↑: giro de 90°, →: desplazamiento a la derecha.

***Identificación visual.*** Es la habilidad para reconocer una figura aislándola de su contexto. El estudiante centra la atención en la figura, sin distraerse con estímulos

irrelevantes. Por ejemplo al jugar Tetris, José Daniel centra la atención en la ficha que va bajando para poder ubicarla adecuadamente en el tablero, y olvida por un momento la ficha siguiente o los elementos distractores del entorno.

***Conservación de la percepción.*** Es la habilidad para reconocer que un objeto tiene propiedades invariantes tales como forma y tamaño, a pesar de la variabilidad dada por el movimiento. Por ejemplo al jugar Tetris, Miguel Ángel reconoce que las fichas están compuestas por configuraciones iguales de cuatro cuadros de igual tamaño, y que el movimiento de giro o desplazamiento, no cambia ni la forma ni el tamaño.

***Reconocimiento de posiciones espaciales.*** Es la habilidad para relacionar la posición de un objeto con uno mismo, es decir el observador. Por ejemplo decimos que Juan David tiene ésta habilidad cuando logra identificar que una ficha ha hecho un giro de 90° grados y se ha desplazado hacia la derecha, izquierda y abajo.

***Reconocimiento de relaciones espaciales.*** Es la habilidad que permite identificar correctamente las características de relaciones entre diversos objetos situados en el espacio. Por ejemplo al jugar Tetris, José Daniel es capaz de identificar los giros y desplazamientos necesarios para hacer encajar la ficha en un determinado espacio del tablero, e incluso, es capaz de predecir que la ficha que va bajando en el tablero y la futura ficha, pueden unirse para encajar en una determinada posición del tablero.

***Discriminación visual.*** Es la habilidad que permite comparar dos o más objetos identificando sus semejanzas y diferencias. Por ejemplo, esta habilidad es evidente cuando Juan David es capaz de comparar un espacio del tablero con la configuración de una ficha en particular, estableciendo si la configuración es igual o no.

***Memoria Visual.*** Es la habilidad para recordar, las características visuales y de posición que tenía un conjunto de objetos que estaba a la vista pero que ya no se ve o que ha sido cambiado de posición. Por ejemplo, Miguel Ángel es capaz de proponer fichas que podrían llenar un espacio en particular, a partir de su configuración, en caso de no tenerlas presentes y puede recordar la dirección de los giros de las fichas.

En el momento de Reconocimiento, ubicamos las aprehensiones definidas por Duval (1998) y los procesos de visualización señalados por Bishop (1989).

Duval (1998) hace mención a la identificación visual de las figuras basada en leyes de organización perceptiva, y que, a su vez, se pueden usar para representar objetos reales u objetos matemáticos. Plantea tres tipos de funciones cognitivas, que denomina como aprehensiones de las cuales sólo hacemos referencia a la aprehensión operativa y la aprehensión discursiva, pues son las que usamos en los análisis.

***Aprehensión operativa.*** Se produce cuando el sujeto lleva a cabo alguna modificación a la configuración inicial para resolver un problema geométrico y recuerda propiedades, movimientos y estrategias para llevar a cabo una tarea propuesta. Por ejemplo en el caso particular del videojuego Tetris, Juan David es capaz de organizar un conjunto de estrategias para ponerlas en práctica a la hora de completar líneas.

***Aprehensión discursiva.*** Se produce cuando hay una asociación de una configuración con afirmaciones matemáticas (definiciones, teoremas, axiomas). Por ejemplo, cuando José Daniel es capaz de codificar y decodificar el lenguaje que le plantea el videojuego haciendo asociaciones geométricas con los controles. Además, el estudiante es capaz de expresar y argumentar sus propias ideas para resolver la situación planteada.

Bishop (1983) se refiere a dos procesos: Interpretación de la Información Figural (IFI) y Procesamiento Visual (VP),

***Interpretación de la Información Figural (IFI).*** Corresponde al proceso de interpretación de representaciones visuales para extraer información de ellas. Para que haya Interpretación de la Información Figural debe existir un referente físico y de esta forma el individuo puede empezar a hacer el respectivo análisis. Por ejemplo cuando Juan David se enfrenta a escoger el camino más óptimo para llegar a un espacio señalado en el tablero, es capaz de interpretar y argumentar sobre la información que extrae para decidir cómo hacer líneas y ganar más puntos.

***Procesamiento Visual (VP).*** Es definido como el proceso de conversión de la información o no figurativa en imágenes visuales o transformación de unas imágenes

visuales ya formadas en otras. Por ejemplo, José Daniel es capaz de interpretar si una ficha que está bajando en el tablero, encaja en un espacio señalado del tablero.

En el momento de Representación, ubicamos las categorías de imágenes mentales de Presmeg (1986) entendidas como las escenas mentales que describen información visual o espacial de un objeto sin requerir su presencia u otra representación externa. Presmeg diferencia tipos de imágenes con las que un individuo puede interactuar en una situación, de las cuales nosotros sólo presentamos dos: imágenes cinéticas e imágenes dinámicas.

**Imágenes cinéticas.** Son imágenes en parte físicas y en parte mentales, ya que en ellas tiene un papel muy importante el movimiento de manos, cabeza, etc. En nuestro estudio estas imágenes se hacen evidentes cuando José Daniel quiere expresar el giro de un objeto que tiene en su mente y señala con sus manos, u otra parte de su cuerpo o con un objeto externo a su cuerpo, como la ficha del Tetris, la dirección de esta rotación.

**Imágenes dinámicas.** Son imágenes mentales en las que los objetos o algunos de sus elementos se desplazan. Por ejemplo, estas imágenes se aprecian cuando Miguel Ángel está interactuando con imágenes del videojuego Tetris y predice los movimientos; estas predicciones corresponden a imágenes de su mente que están en movimiento.

### **1.3. UN ACERCAMIENTO INTUITIVO A LA ROTACIÓN Y LA TRASLACIÓN**

En el presente estudio vamos a considerar un acercamiento intuitivo a la rotación y la traslación en grado sexto, por lo que tendremos en cuenta las siguientes características:

**Aproximación visual.** A partir de figuras geométricas que muestran el movimiento de una figura referenciada.

**Acercamiento por invariantes.** En el caso de la rotación, los estudiantes deben reconocer giros de 90° grados en un mismo sentido y necesitan el control ↑ del juego. En las traslaciones, los estudiantes deberán reconocer los desplazamientos en tres direcciones: derecha (→), izquierda (←) y abajo (↓), para llegar a reconocer que, en rotación, se mantiene la forma y el tamaño, cambiando sólo la orientación; en cambio, en traslación, se mantiene la forma, el tamaño y la orientación, sólo varía la posición

La Tabla 2.2., muestra la relación de invariantes y variantes para los movimientos rígidos en el plano de rotación y traslación.

	<b>ROTACIÓN</b>	<b>TRASLACIÓN</b>
<b>INVARIANTES</b>	Conservación de la forma y tamaño	Conservación de forma, tamaño y orientación
<b>VARIANTES</b>	Varía la orientación	Varía la posición

**Tabla 2.2.** Relación de invariantes y variantes de movimientos rígidos en el plano

*Uso de vocabulario informal.* Asociamos la palabra “girar” con el movimiento de rotación y las palabras “correr”, “bajar” o “mover” con el movimiento de traslación. Además cuando los estudiantes mencionan “cambio”, aceptamos que se están refiriendo, en general, al uso de uno de los movimientos rígidos en el plano, o a la combinación de ellos.

#### **2.4. ARTICULACIÓN DEL MARCO TEÓRICO**

Al comparar el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) con los referentes teóricos sobre visualización en el acercamiento intuitivo de los conceptos de rotación y traslación, encontramos varias relaciones. Una de las más importantes es la señalada por Gal y Linchevski (2010), en el que plantean que los procesos, habilidades, imágenes y funciones de visualización se clasifican en aspectos de organización, reconocimiento y representación, que de alguna manera se encuentran asociados a las fases de Entrada, Elaboración y Salida del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva. Encontramos una relación que ilustra la asociación de operaciones y funciones para apoyar a los procesos y habilidades de visualización.

A continuación mostramos (Tabla 2.3.) la articulación que proponemos en el presente proyecto entre las funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva y las categorías de visualización en las diferentes etapas del mismo.

FASE DE ENTRADA			
OPERACIÓN	INDICADORES	CATEGORÍA ASOCIADA	AUTOR
IDENTIFICACIÓN	Percepción clara y precisa	Identificación Visual	Del Grande (1990)
	Orientación espacial ficiente.	Reconocimiento de posiciones en el espacio Reconocimiento de relaciones espaciales	
	Uso de vocabulario	Habilidad IFI	Bishop (1983)
	Uso de pre-conceptos apropiados	Habilidad IFI	
COMPARACIÓN	Precisión y exactitud en la recogida de información	Memoria Visual	Del Grande (1990)
	Uso de pre-conceptos apropiados	Discriminación visual	
ANÁLISIS	Comportamiento exploratorio sistemático	Aprehensión Perceptual	Duval (1998)
		Percepción Figura Fondo	Del Grande (1990)
SÍNTESIS	Constancia y permanencia de esenciales	Conservación de la percepción	Del Grande (1990)
	Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes	Memoria Visual	
CODIFICACIÓN	Cifra características de objetos a símbolos	Coordinación motriz	Del Grande (1990)
		Aprehensión discursiva	Duval (1998)
FASE DE ELABORACIÓN			
OPERACIONES	INDICADORES	CATEGORÍA ASOCIADA	AUTOR
DECODIFICACIÓN	Percibe el objeto con claridad.	Interpretación de Información Figurativa	Bishop (1983)
PROYECCIÓN DE RELACIONES VIRTUALES	Distingue datos relevantes e irrelevantes	Procesamiento Visual	
	Uso del razonamiento		
	Ejercicio del pensamiento hipotético		

DIFERENCIACIÓN	Ejercita la conducta comparativa		
REPRESENTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN MENTAL	Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis Comportamiento exploratorio sistemático	Aprehensión operativa	Duval (1998)
<b>FASE DE SALIDA</b>			
<b>OPERACIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>CATEGORÍA ASOCIADA</b>	<b>AUTOR</b>
RAZONAMIENTO DIVERGENTE	Amplitud y flexibilidad mental.	Aprehensión operativa	Duval (1998)
COMUNICACIÓN	Precisión y exactitud en la comunicación de respuestas	Aprehensión discursiva	Duval (1990)

**Tabla 2.3.** Articulación del modelo MEC y visualización

Como se aprecia en la Tabla 2.3., en la Fase de Entrada, la relación entre operaciones y funciones y habilidades de visualización es notoria. Es por esto que la mayoría de los indicadores coincidieron con las habilidades descritas por Del Grande (1990). Estas habilidades están ligadas a la percepción de imágenes visuales; es por esto que la mayoría de éstas se encuentran en la Fase de Entrada dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC). La Fase de Elaboración, se encuentra muy relacionada con los procesos de visualización, mencionados por Bishop y por las aprehensiones listadas por Duval. Los procesos de visualización mencionados por Bishop, se dan bajo la manipulación de las imágenes o del estímulo que recibe el estudiante para poder llegar a la solución de una situación planteada.

Es de resaltar que en la Fase de Salida, como se muestra en la tabla 2.3, sólo es pertinente hablar de razonamiento divergente y de la comunicación, teniendo en cuenta que éstas son las operaciones que dan cuenta de la expresión de resultados obtenidos y del mejoramiento de estrategias planteadas en problemas nuevos.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. CONTEXTO DEL ESTUDIO

El presente estudio se realiza en el Gimnasio Los Robles, institución educativa ubicada en Bogotá. El Gimnasio atiende a niños con dificultades de aprendizaje y/o emocionales, y otros que no las tienen. Al ingresar al Gimnasio, los estudiantes adelantan sus estudios en una enseñanza regular, mientras van superando o compensando sus dificultades, si las tienen, gracias al acompañamiento interdisciplinar constante que les brinda el Gimnasio. Los estudiantes partícipes del presente estudio tienen dificultades de aprendizaje y/o emocionales.

El modelo de enseñanza y aprendizaje utilizado en Gimnasio Los Robles corresponde a la Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC). En este modelo se parte del diagnóstico de las disfunciones de los estudiantes para darle a cada uno el tratamiento adecuado, y brindarle el apoyo para que las disfunciones sean superadas durante su estadía en el Gimnasio.

Las disfunciones diagnosticadas al ingresar al colegio se agrupan de acuerdo con cada una de las fases de enseñanza del modelo:

- *Entrada:* percepción borrosa, comportamiento asistemático, vocabulario reducido, desorientación espacial, desorientación temporal, problemas para establecer lo esencial, recopilación de datos imprecisa, consideración de menos de dos fuentes de información.
- *Elaboración:* no percibe el problema, no distingue datos, no tiene conducta comparativa, escasa amplitud del campo mental, percepción episódica, no hay razonamiento lógico, no hay interiorización del propio comportamiento, dificultad para proponer hipótesis lógicas, incapacidad de verificación de hipótesis, conducta

por ensayo y error, dificultad para elaborar categorías cognitivas, reducción de la conducta sumativa, dificultad para establecer relaciones.

- *Salida:* conducta egocéntrica, no establece relaciones virtuales, bloqueo en la comunicación, respuestas por ensayo y error, uso de instrumentos verbales inadecuadas, poca exactitud en la comunicación de repuestas, deficiencia en el transporte visual, conducta impulsiva.

Después de hacer el diagnóstico de las disfunciones cognitivas, se prevé lograr una modificabilidad de tipo cognitivo, en la medida en que la mediación hecha por los docentes sea favorable para el aprendizaje de los estudiantes. Dentro del aula de clases, la modificabilidad se logra a partir de proyectos de aula que contemplan potenciar operaciones mentales durante el desarrollo del mismo en cada una de las áreas. Generalmente, dichos proyectos son semestrales para los grados de preescolar a quinto, y anuales para los grados de sexto a undécimo. Aunque la gran mayoría de las operaciones mentales son trabajadas por medio de la interacción en el aula, sólo se propone potenciar una o dos de ellas a lo largo de un proyecto de aula desarrollado en un contexto específico. En el caso del presente estudio, el proyecto de aula desarrollado se denominó “2600 razones para conocer Bogotá”. El área de matemáticas se encarga de las secciones del proyecto “Bogotá en cifras”, y “Bogotá tecnológica”; en esta última se propone el reconocimiento de las herramientas tecnológicas y el uso de videojuegos.

Las operaciones son activadas a través de funciones cognitivas (ver referentes teóricos) que se trabajan de acuerdo con las especificidades de las áreas. El desarrollo de cada proyecto de aula contempla por lo menos dos situaciones problemas semestrales, que llevan a proponer pequeñas situaciones que conllevan al desarrollo de funciones específicas del área.

Al finalizar cada bimestre, se evalúan los conceptos trabajados con base en el proyecto de aula de cada grado. Y al finalizar cada semestre, los estudiantes dan muestras de sus aprendizajes por medio de la exposición de los productos realizados a lo largo del desarrollo del proyecto.

## **3.2. LOS ESTUDIANTES**

El estudio se lleva a cabo con 9 niños con edades entre 9 y 12 años de edad, quienes cursan quinto primaria durante el año 2010. Para efectos del análisis de las manifestaciones, se toma en cuenta sólo la tercera parte de la población. Para escoger los tres niños se tienen en cuenta las historias individuales (concepto diagnóstico), en donde se recoge el desempeño que tiene cada estudiante al ingresar al Gimnasio Los Robles. Los estudiantes son: Juan David, Miguel Ángel y José Daniel. A continuación mostramos una breve descripción de cada uno, tomada de los conceptos diagnósticos hechos por los terapeutas de la institución.

**3.2.1. Juan David.** Juan David ingresa al colegio a los 9 años. Se caracteriza por su comportamiento hiperactivo, con dificultades para: fijar, mantener y distribuir la atención, clasificar elementos de acuerdo con atributos comunes, comprender y resolver situaciones problema sencillas, así como analizar y sintetizar información. Se observa buen desempeño en control oculomotor, fijación y seguimiento visual, respeto de límites, uniformidad y direccionalidad, además de buenas habilidades de percepción visual (figura-fondo, constancia perceptual, relaciones espaciales y análisis y síntesis visual). Se observa aceptable memoria y buena motivación. Al momento de participar en el presente estudio, Juan David tenía 13 años.

**3.2.2. Miguel Ángel.** Al ingresar al Gimnasio, Miguel tenía 9 años. Se caracteriza por su ritmo de trabajo lento, ya que se distrae con facilidad, y se muestra inseguro por medio de su disfluencia (tartamudez). Se observaron fallas en el control oculomotor (seguimiento visual, respeto de límites, continuidad y direccionalidad), así como para encontrar semejanzas y diferencias entre conceptos, y en la comprensión y solución de problemas. En percepción visual, responde acertadamente al reconocimiento global (formas, colores, tamaños, figura-fondo, posición en el espacio y análisis y síntesis visual). Identifica y maneja adecuadamente los conceptos de tiempo y espacio mostrándose orientado. Se observa mala memoria y buena motivación. Miguel tenía 13 años, al momento de participar en el presente estudio

**3.2.3. José Daniel.** El estudiante ingresa al colegio a los 8 años. Se caracteriza por ser un niño inseguro, que mantiene regular atención tanto visual como auditiva y regular

motivación. Comprende y resuelve situaciones problema sencillas, que responde con rapidez y seguridad. Analiza y sintetiza información. Tiene buena memoria. Se observan buenas habilidades de percepción visual (figura-fondo, constancia perceptual, relaciones espaciales y análisis y síntesis visual). Maneja un buen nivel de conceptualización definiendo por categoría y uso, establece semejanzas y diferencias teniendo en cuenta características extrínsecas e intrínsecas. Evidencia facilidad para iniciar y mantener el tópico de una conversación expresando sentimientos y experiencias propias. En José Daniel se evidencia la dificultad de escribir desde los primeros grados de primaria, y que hasta el momento de las pruebas del presente estudio aún mantiene, no toma apuntes y si lo hace es incompleto e ilegible. Al momento del presente estudio, José Daniel tenía 12 años.

### **3.3. DISPOSITIVO DIDÁCTICO**

En el dispositivo didáctico previsto en este estudio, se proponen actividades de acuerdo con el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) organizadas en tres momentos: presentación del juego, interacción con el videojuego y prueba escrita. A continuación, se describen cada una de ellas y se presentan los descriptores con los que identificamos las funciones y operaciones activadas por los estudiantes y que se promueven en cada actividad.

**Momento 1: Presentación del juego.** En un primer momento se presenta el videojuego a los estudiantes, las fichas que se usan, y los posibles movimientos y desplazamientos de éstas sin que ellos interactúen directamente con el videojuego.

Se muestra a los estudiantes modelos de cada una de las siete fichas del Tetris, elaborados en foamy de diferentes colores; se invita a los estudiantes a nombrarlas de acuerdo con formas familiares de letras y figuras geométricas (te, ele, jota, zeta, ese, i y cuadrado), y reconocer sus subconfiguraciones de cuadrados de igual tamaño unidos por los lados.

Se establecen semejanzas y diferencias entre las figuras, se comparan aquellas que son imagen bajo una reflexión de otras fichas como la “ele” con la “jota”, y la “ese” con la “zeta”. Se muestran otras figuras hechas en foamy de formas y tamaños diferentes a las del Tetris, mostradas inicialmente, para que los estudiantes discriminen cuáles pertenecen al conjunto de las fichas del Tetris.

Con modelos de fichas hechas en foamy de color blanco, que pertenecen al Tetris, los estudiantes seleccionan aquella ficha que es igual a una ficha sugerida por la profesora, la ubican en un tablero de corcho fijándola con chinchas y hacen rotaciones de 90 grados para establecer las posibles posiciones diferentes en las que pueden ubicarse. En la Tabla 3.1., se presentan las actividades del Momento 1, con los respectivos descriptores, de acuerdo con las funciones y operaciones asociadas, en el momento de la presentación del videojuego.

**Operación: Identificar.**

**Función:** Percepción clara y precisa.

**Descriptor:** Reconoce y describe aquellas fichas que se usan en el juego.

**Tarea:** Se entrega a cada estudiante una bolsa con modelos de fichas que pertenecen al Tetris y otras que no hechas en foamy. El estudiante debe sacar fichas y decir si pertenecen o no al juego del Tetris, de acuerdo con un modelo de ficha del Tetris que muestra el profesor. Después de seleccionar las fichas que pertenecen al juego, se les pregunta por el número de fichas que tiene el juego.

**Descriptor:** Diferencia las fichas entre sí.

**Tarea:** Con las fichas que modelan las que pertenecen al juego, se pregunta por semejanzas y diferencias entre ellas.

**Función:** Orientación espacial eficiente.

**Descriptor:** Identifica pares de fichas que son reflejo una de la otra.

**Tarea:** Se pide a los estudiantes que observen las fichas y miren si logran evidenciar que unas fichas son el imagen bajo una reflexión de otras fichas (especialmente L y J s y z).

**Descriptor:** Reconoce todas las posiciones posibles de cada ficha por giro.

**Tarea:** El profesor toma uno de los modelos de las fichas del Tetris y lo ubica en un tablero de corcho, en una posición que simboliza la ficha patrón. Las fichas del profesor están elaboradas en tamaño grande con el fin de que todos los estudiantes puedan verlas. El estudiante selecciona de un conjunto de fichas del mismo tamaño de las fichas del profesor, pero de color blanco<sup>8</sup>, la que tenga su misma forma y la ubica en el tablero de corcho de acuerdo una posible rotación de 90°.

---

<sup>8</sup> El color blanco permite que el estudiante seleccione la ficha por su subconfiguración y no sólo por el color que tiene.

**Descriptor:** Reconoce los controles del juego.

**Tarea:** El estudiante debe describir las características del juego en términos del manejo de los controles (↑, ↓, ← y →). Tiene que asociar cómo se mueve una ficha del Tetris de acuerdo con la flecha usada. Se usa una pantalla proyectada en el tablero y se busca que controle el movimiento de rotación o traslación. El profesor explica las reglas básicas del juego: a mayor número de líneas completas, mayor puntaje; entre más puntaje tiene, se sube de nivel, y por lo tanto sube su velocidad.

**Descriptor:** Establece relaciones entre la ficha que se desplaza en el tablero y el espacio en la línea inferior del tablero y reconoce que la ficha cambia de posición si usa el control del juego.

**Tarea:** En un tablero de Tetris proyectado en la pared, se pide a los estudiantes observar el movimiento de la ficha. Se les pregunta: ¿de dónde sale la ficha en relación con el tablero?, ¿cómo podemos llevar una ficha del Tetris al espacio de la línea inferior?, ¿cuáles controles hay que utilizar?, ¿qué posiciones puede tomar la ficha con cada control?, ¿con todos los controles, la ficha cambia de posición? y ¿qué pasa con los controles si la ficha está en pausa?

**Función:** Uso adecuado del vocabulario.

**Descriptor:** Reconoce el nombre de las fichas que se usan en el juego y las denomina por su nombre.

**Tarea:** El profesor sugiere denominar las fichas del Tetris.

**Función:** Uso de pre-conceptos apropiados.

**Descriptor:** Identifica una ficha del Tetris en un modelo a partir de la silueta. Reconoce que está compuesta por 4 cuadrados de igual superficie.

**Tarea:** De un conjunto de fichas que muestra el profesor, los estudiantes deben identificar cuáles pertenecen al juego. Algunas fichas no están compuestas por cuadrados, sino por rectángulos.

Los estudiantes deben justificar porqué las fichas corresponden o no al juego y reconocer que las fichas están compuestas por cuatro cuadrados del mismo tamaño y que están unidos por los lados. ¿Por qué figuras están formadas las figuras que vemos?

**Tabla 3.1.** Dispositivo didáctico en el momento 1: Presentación del juego

**Momento 2: Interacción con el videojuego.** En el Momento 1, no es posible evidenciar comportamientos de estrategia e hipótesis para actuar ante situaciones determinadas porque no hay interacción con el videojuego Tetris. En el Momento 2, los estudiantes interactúan con el videojuego y conversan con el profesor. Se hacen preguntas sobre lo que el estudiante ve en un momento determinado.

Al momento de hacer las preguntas, los estudiantes deben haber descubierto las herramientas ‘pausa’ y ‘reinicio’ del juego, ya que éstas son un apoyo para controlar el movimiento de las fichas.

En la Tabla 3.2., se presentan las actividades detalladas con los respectivos descriptores, de acuerdo con las funciones y operaciones asociadas, en el momento de interacción con el videojuego.

**Operación:** Identificar.

**Función:** Orientación espacial eficiente.

**Descriptor:** Reconoce todas las posiciones posibles de cada ficha producto de una rotación o una traslación.

**Tarea:** El estudiante debe utilizar el control ↑, para hacer rotaciones de 90°, tantas veces sea necesario para hacer que una ficha vuelva a una posición inicial. Debe decir cuántas veces ha rotado la ficha en el tablero. Debe darse cuenta que el juego no permite hacer desplazamientos hacia arriba y que la rotación sólo se hace en una dirección.

**Operación:** Comparar.

**Función:** Precisión y exactitud en la recogida de la información.

**Descriptor:** Reconoce el nombre de las fichas que se usan en el juego y las denomina por su nombre.

**Tarea:** Al tiempo que intenta jugar y que las fichas van bajando por el tablero, el estudiante debe decir el nombre de cada una de las fichas, el número total de fichas y en qué consiste el juego.

**Descriptor:** Reconoce los movimientos de rotación y traslación dentro del juego.

**Tarea:** Mientras pausa el juego, el estudiante dice los movimientos que está haciendo con las fichas, justificándolos en términos de rotación y traslación.

**Función:** Uso de pre-conceptos apropiados.

**Descriptor:** Identifica giros y desplazamientos para lograr el objetivo.

**Tarea:** En medio de una de las jugadas, se pausa la jugada y se les pregunta: ¿cuáles son los giros que haría para llenar el espacio del tablero?, ¿cuáles desplazamientos haría?

**Operación:** Sintetizar.

**Función:** Constancia y permanencia de esenciales.

**Descriptor:** Reconoce que la ficha que baja es la misma a pesar del movimiento.

**Tarea:** En una jugada, se hace una pausa y se pregunta al estudiante si además de posición debida al movimiento, cree que las fichas hayan sufrido otros cambios.

**Función:** Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes.

**Descriptor:** Visualizar el espacio como composición de partes de fichas (actual y futura).

**Tarea:** El estudiante debe utilizar la ficha que va bajando y la que se muestra en la parte superior derecha del tablero, para verificar si la unión de las dos llena un espacio señalado en el tablero. Se pregunta ¿Es posible que el espacio que se muestra se pueda llenar con las fichas que ves?, ¿cómo podrías unir las para poder llenar el espacio?, ¿cuántos giros y desplazamientos harías para poderlas poner en la posición que necesitas para llenar el espacio?

**Operación:** Codificar.

**Función:** Cifrado de características de objetos a símbolos.

**Descriptor:** Expresa en el lenguaje natural la instrucción dada.

**Tarea:** El estudiante ejecuta la acción correspondiente a una instrucción que se le da para que una ficha llegue a un determinado espacio. Expresa en lenguaje natural lo que entiende de las instrucciones dadas para el juego. Dice en voz alta los movimientos hechos por la ficha.

**Operación:** Proyectar relaciones virtuales.

**Función:** Distingue datos relevantes e irrelevantes.

**Descriptor:** Reconoce la pertinencia de la información para interpretarla en una situación dada.

**Tarea:** Con una ficha que baja por el tablero, el estudiante escoge el mejor camino para completar línea lo antes posible. Se le debe pedir que no deje acumular fichas;

simplemente debe hacer las líneas que el juego le va presentando, con el fin de verificar las jugadas que decide realizar. Debe verbalizar lo que va a hacer. Para ello se le pide pausar el juego y se le pregunta: ¿esta ficha me sirve para completar el espacio?

**Descriptor:** Reconoce la pertinencia de una solución.

**Tarea:** El estudiante evalúa la posibilidad de hacer líneas optimizando las jugadas y haciendo el menor número de movimientos. Para esto, se le pregunta por la ficha que baja y la que se encuentra en la parte superior derecha: ¿cuál de las dos fichas me servirían para completar este espacio? Dependiendo de la jugada, se debe preguntar si al hacer determinado número de giros, la ficha encaja en el espacio; de igual manera se hace con los desplazamientos

**Operación:** Diferenciar.

**Función:** Ejercicio adecuado de la conducta comparativa.

**Descriptor:** Anticipa posibles resultados a partir de comparaciones hechas.

**Tarea:** Se le pide al estudiante considerar si hay estrategias equivalentes: ¿puedes hacer el movimiento de otra manera y obtener el mismo resultado? Con el tablero pausado, se le pide al estudiante proponer una ruta para llegar a un espacio del tablero, y con base en esa, el profesor propone dos alternativas más para que la ficha encaje en el espacio del tablero. De las tres alternativas, el estudiante debe escoger la óptima y ejecutarla. Siempre debe justificar los movimientos que hace.

**Operación:** Representar y transformar mentalmente.

**Función:** Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis.

**Descriptor:** Describe la posibilidad de la existencia de diferentes alternativas de solución en un tablero.

**Tarea:** En una jugada, se espera a que una ficha vaya bajando, se pausa el juego y se le pregunta al estudiante: ¿cómo podría encajar esa ficha allí?, ¿de cuántas maneras posibles puedes hacer llegar la ficha al espacio?, enuncia las diferentes maneras de hacerla llegar, ¿cuál de las jugadas enunciadas tendría el menor número de movimientos?

**Función:** Comportamiento exploratorio sistemático.

**Descriptor:** Se identifica una estrategia específica.

**Tarea:** Se observa jugar al estudiante y se interpretan, en sus jugadas, las estrategias que utiliza para conseguir el mayor número de líneas. Se verifica la estrategia, preguntándole por la estrategia a utilizar y observando que la ejecute. El estudiante debe responder si hay diferentes alternativas de solución y explicar por qué.

**Operación:** Razonar divergentemente.

**Función:** Correcta amplitud y flexibilidad mental.

**Descriptor:** Reconoce errores de planteamiento de soluciones y propone una solución.

**Tarea:** En medio del juego, el profesor puede ejecutar una jugada errónea con el fin de que el estudiante se dé cuenta del error cometido. En caso de no haber reacción de parte del estudiante, se le pregunta, ¿cuál crees que fue el error que se cometió? Se solicita al estudiante justificar lo que plantea. Se pregunta, ¿crees que puedo hacer otra jugada para no terminar de dañar el juego?, y se espera que el estudiante realice el menor número de movimientos para llegar a desocupar espacio en el tablero y por ende a realizar mayor número de líneas.

**Operación:** Comunicar.

**Función:** Precisión y exactitud en la comunicación de respuestas.

**Descriptor:** Describe con un lenguaje natural el juego Tetris y explica las estrategias utilizadas.

**Tarea:** Se pide al estudiante que explique cómo se juega Tetris a alguien que no sea del grupo, o a alguien que no sepa cómo hacerlo. En su explicación, debe mencionar el nombre de las letras, los controles y relacionarlos con los movimientos de rotación y traslación. El estudiante debe explicar los movimientos y explicar los posibles caminos que toma al jugar.

**Tabla 3.2.** Dispositivo didáctico en el momento 2: Interacción con el videojuego

**Momento 3: Prueba Escrita.** Se diseñó una prueba escrita (ver Anexo 2.) con preguntas sobre algunas situaciones planteadas en el videojuego. Éstas permiten ver si el

estudiante decodifica los movimientos a realizar en el plano de la hoja de papel. También se pregunta sobre estrategias a usar y cómo evaluar los errores cometidos en ciertas jugadas.

En la Tabla 3.3., se presentan las actividades detalladas con los respectivos descriptores, de acuerdo con las funciones y operaciones asociadas, en el momento de la prueba escrita.

**Operación:** Comparar

**Función:** Precisión y exactitud en la recogida de la información.

**Descriptor:** Identifica semejanzas y diferencias entre la ficha y el espacio.

**Tarea:** Se pregunta al estudiante por la diferencia entre la ficha y el espacio inferior del tablero que se muestra en un gráfico anexo. El estudiante debe establecer diferencias en términos de tamaño y forma.

**Operación:** Analizar

**Función:** Comportamiento exploratorio sistemático.

**Descriptor:** Describe las fichas que tiene y lo que necesita para llenar líneas.

**Tarea:** Se solicita a los estudiantes definir giro y desplazamiento de las fichas. Se les da un conjunto de fichas del Tetris en un mayor cantidad a la necesaria para armar una figura en forma de un “Robot Bailarín”. Se les pide que utilicen las fichas para armar el Robot. Además de armarlo, debe hacer las subdivisiones en la figura anexo, de manera que allí se señalen las fichas utilizadas para armarlas.

**Operación:** Sintetizar

**Función:** Constancia y permanencia de esenciales.

**Descriptor:** Reconoce que la ficha que baja sigue siendo la misma a pesar del

movimiento.

**Tarea:** En la hoja de papel, se dibuja una ficha en un tablero que va bajando. El estudiante debe escoger entre varias opciones cómo quedaría la ficha al llegar al espacio del tablero. Entre las opciones, se encuentra la misma ficha en diferentes tamaños y posiciones; de igual manera se encuentra su ficha reflejo en variedad de tamaños y posiciones.

**Función:** Cifrado de características de objetos a símbolos

**Descriptor:** Escribe en términos de los controles, los movimientos utilizados por una ficha para llegar a un lugar del tablero.

**Tarea:** Utilizando los símbolos:  $\uparrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\downarrow$  y  $\leftarrow$ , escribe el movimiento que hace una ficha para llegar a determinado espacio en el tablero.

**Operación:** Decodificar

**Función:** Describir el objeto con claridad.

**Descriptor:** Interpreta y parafrasea una instrucción dada en el juego.

**Tarea:** En una hoja, se dibuja un tablero con una ficha en determinada posición inicial. Posteriormente, se presentan los movimientos a realizar por el estudiante en términos de los símbolos de los controles; El estudiante debe mostrar cómo quedaría la ficha después de hacer el movimiento solicitado en cada tablero. El movimiento es secuencial.

**Operación:** Proyectar relaciones virtuales

**Función:** Uso adecuado del razonamiento.

**Descriptor:** Interpreta posibles soluciones a una situación dada

**Tarea:** Se dibuja un tablero con un espacio vacío y una ficha que va bajando en la parte superior del tablero; los estudiantes deben decir los movimientos pertinentes para hacer llegar la ficha al lugar indicado.

**Función:** Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético.

**Descriptor:** Plantea posibles hipótesis respecto a la solución de una situación dada

**Tarea:** Se dibuja un tablero de Tetris con un espacio, y el estudiante debe decir, cuál de las siete fichas del Tetris le sirve para llenar el espacio indicado.

**Operación:** Representar y transformar mentalmente

**Función:** Comportamiento exploratorio sistemático

**Descriptor:** Se identifica una estrategia específica

**Tarea:** El estudiante debe responder si existen varias alternativas de solución ante una situación planteada, y debe justificar la respuesta.

**Operación:** Proyectar relaciones virtuales

**Función:** Correcta amplitud y flexibilidad mental

**Descriptor:** Combina estrategias previamente utilizadas en la construcción de líneas en un tablero

**Tarea:** En una situación hipotética en la que se presenta un error de ubicación de una ficha en el tablero del Tetris, el estudiante deberá decir cuáles fichas del Tetris necesita para arreglar el juego y hacer líneas y así evitar que se siga llenando el espacio del tablero.

**Tabla 3.3.** Dispositivo didáctico en el Momento 3: prueba escrita

En total, la aplicación de la secuencia didáctica necesita de 32 horas de videograbación, que posteriormente son transcritas para los nueve estudiantes del curso de quinto de primaria. Sin embargo, sólo se analizan los desempeños de tres estudiantes para el presente estudio.

### 3.4. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio de corte cualitativo, descriptivo e interpretativo, se realiza teniendo en cuenta una serie de etapas interrelacionadas, que pretendemos describir de forma breve a continuación.

**Etapa 1: Selección del videojuego Tetris.** Escogimos el videojuego Tetris<sup>9</sup>, tipo puzzle, que con sencillos movimientos y fácil uso de los controles, permite un acercamiento a los movimientos rígidos en el plano: rotación y traslación. Gracias a su entorno visual, fortalece el acercamiento intuitivo a nociones matemáticas contribuyendo a la construcción del significado de éstas. Como lo indica Sedeño (2000), la componente visual de un videojuego favorece el control psicomotriz, la coordinación ojo-mano, el desarrollo de espacialidad, ayuda a dinamizar la reflexión sobre las causas y consecuencias de acciones, estimula la capacidad deductiva, la competencia en resolución de problemas, la imaginación, la memoria y las habilidades de análisis y síntesis.

**Etapa 2: Selección de los estudiantes para el estudio de caso.** Estudiamos las carpetas diagnósticas, con la debida autorización de la institución. En ellas reconocemos, en cada uno de los estudiantes, las dificultades y fortalezas que daban muestras de un perfil cognitivo de cada estudiante. De esta manera, se escoge al grado Quinto B de la sección primaria para realizar el estudio de caso. Este curso cuenta con 9 estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.

**Etapa 3: Diseño del dispositivo didáctico.** Hacemos el diseño de un dispositivo didáctico para el acercamiento a las nociones de rotación y traslación, con base en la articulación de operaciones y funciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y los procesos y habilidades de visualización seleccionados. Cada una de las actividades planteadas da cuenta de la activación de funciones a favor del desarrollo de las operaciones mentales.

---

<sup>9</sup> Versión libre de Internet. Ver referencias bibliográficas. Ver descripción del juego en el Anexo 1.

**Etapa 4: Toma de datos investigativos.** Después de hacer las debidas adaptaciones del dispositivo didáctico, en cuanto a tiempo de aplicación y disponibilidad horaria, procedemos a la aplicación del mismo con base en el uso del videojuego. Las grabaciones se hacen por miembros del personal de la institución y de la docente investigadora de este proyecto. Las actividades se desarrollan en el salón de clases (Momento 1 y 3), la sala de Informática o en el casino matemático<sup>10</sup> por la disposición del computador (Momento 2).

**Etapa 5: Transcripción de los videos y selección de los estudiantes para el estudio de caso.** Posterior a la toma de datos, se hizo la transcripción de los nueve videos para iniciar su respectiva interpretación. Vale la pena aclarar que aunque se hace la transcripción de los nueve videos, la interpretación y el análisis minucioso de cada manifestación sólo se hace a tres de los nueve estudiantes grabados, ya que no se cuenta con el tiempo disponible para realizar el análisis de los seis estudiantes restantes.

**Etapa 6: Selección de los fragmentos para el análisis.** Las intervenciones de los estudiantes, particularmente en el Momento 2, son extensas, por lo que se hace conveniente segmentar las intervenciones de cada uno, transcribirlas en orden cronológico y realizar el respectivo análisis, atendiendo a las necesidades del proyecto en cuanto al desempeño frente a las funciones y operaciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) que se constituyen en las categorías específicas de análisis. Por ejemplo, de Juan David se tienen 29 manifestaciones, pero se escogen 23 de ellas como representativas. En este informe se ejemplifican siete de las manifestaciones, las otras se encuentran en el Anexo 5.

**Etapa 7: Identificación de manifestaciones exitosas y no exitosas de los estudiantes.** La selección que hacemos de las manifestaciones de los estudiantes, nos permite la identificación de aquellas en las que los estudiantes se muestran exitosos o no, con el fin de contrastar su desempeño con la información obtenida del diagnóstico que hacen las terapeutas del colegio y con el comportamiento en clases de matemáticas.

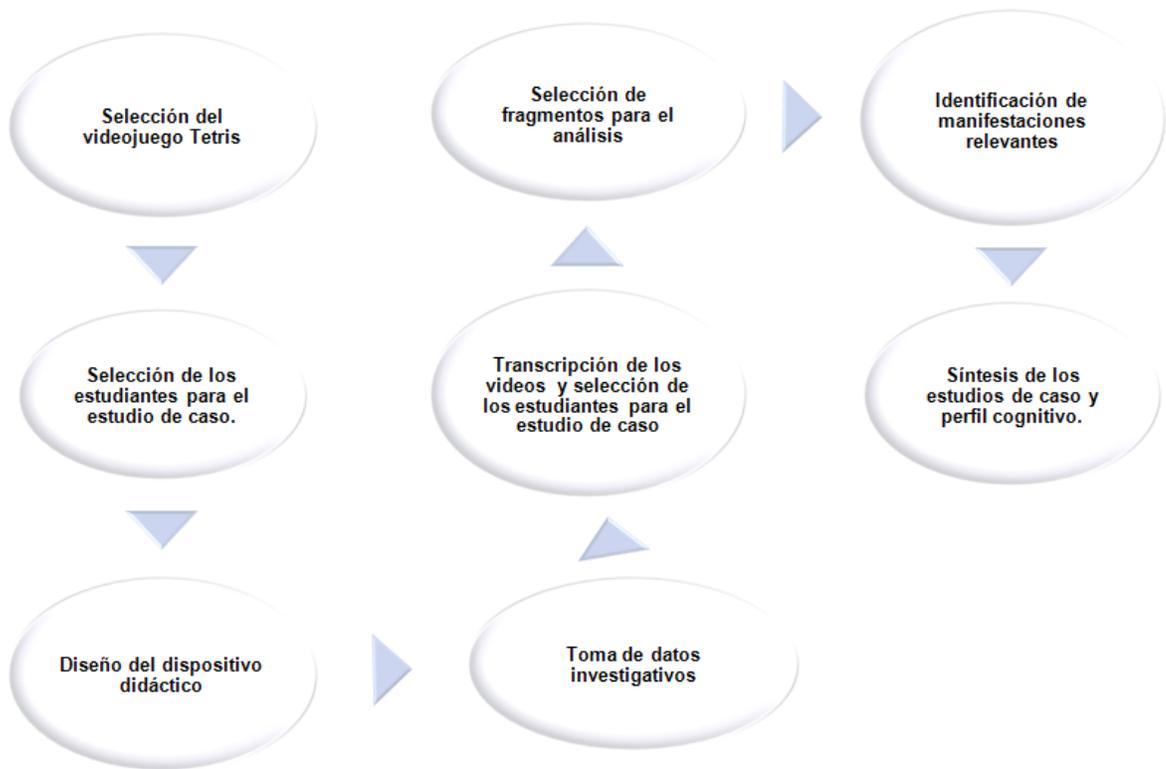
---

<sup>10</sup> Salón del Departamento de matemáticas con juegos y computador propio.

**Etapa 8: Síntesis de las manifestaciones y perfil cognitivo de los estudiantes.**

Procedemos a hacer la respectiva síntesis de cada uno de los estudios de casos, en los que evidenciamos una ruta cognitiva utilizada por los estudiantes para acercarse a las nociones de rotación y traslación.

El Esquema 3.1., muestra una síntesis de las ocho etapas de investigación seguidas para el desarrollo del presente estudio investigativo.



**Esquema 3.1.** Fases de la investigación

## CAPÍTULO 4.

### ESTUDIOS DE CASO

A continuación se presentan los tres estudios de caso en los que se evidencia el desempeño de los estudiantes seleccionados para la realización del presente estudio. El número total de manifestaciones seleccionadas se aprecian en la tabla 4.1. El total de manifestaciones se encuentra en los anexos 5, 6 y 7.

Caso	Manifestaciones		
	Presentación del juego	Interacción con el videojuego Tetris	Prueba Escrita
Juan David	1	3	3
Miguel Ángel	2	3	3
José Daniel	1	2	2

**Tabla 4.1.** Total de Manifestaciones de los estudiantes del estudio de caso

Cada manifestación se encuentra caracterizada por la fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), la correspondiente operación dentro de la que se está activando la respectiva función, y la categoría asociada de visualización.

#### 4.1. CASO JUAN DAVID

##### *Momento 1: Presentación del juego.*

##### *Manifestación 1<sup>11</sup>*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso del vocabulario	Interpretación de la Información Figural (Bishop)

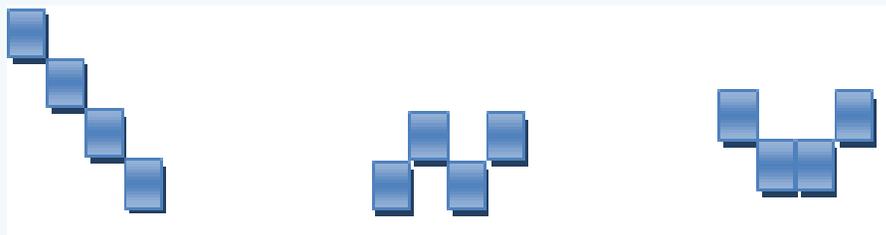
La profesora muestra a los estudiantes la representación de una figura compuesta por cuatro cuadrados de igual tamaño, pero unidos por los vértices, formando una cadena. Su intención es que los estudiantes reconozcan que las fichas del Tetris están conformadas por cuatro cuadrados de

<sup>11</sup> Corresponde a la manifestación 5 del estudio completo (Anexo 5.)

igual tamaño que están unidos por los lados.

Después de mostrar la ilustración, la profesora les pregunta a los estudiantes si la figura puede ser parte del juego. Responden varios estudiante al tiempo pero la voz de Juan David se diferencia de las demás, a pesar de no ser el directamente interrogado.

1. Profesora: o sea que si yo pusiera esta ficha, [muestra la *figura 1*] ¿podría ser parte del juego?



*figura 1*

*figura 2*

*figura 3*

2. Juan David: No, porque está mal... armada

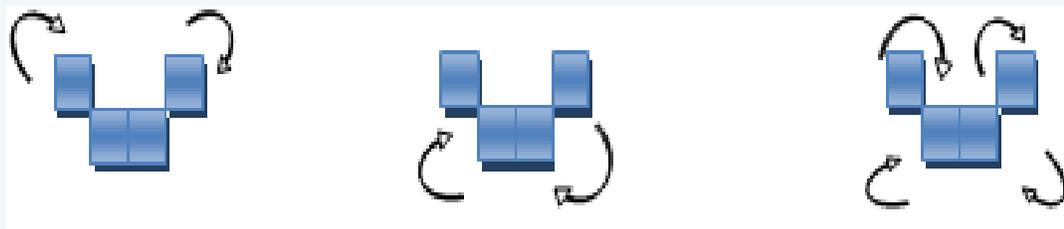
3. Profesora: ¿Por qué sabemos que está mal armada? [La profesora les muestra la *figura 2* y los estudiantes reaccionan]

4. Juan David: Todos los cuadros tienen que estar rellenos [Varios niños aprueban lo que él dice]. Tienen que estar rectos. No se puede dejar ningún espacio. [Muestra con su mano derecha y un movimiento sobre la horizontal lo que parecen ser los espacios que deja la unión de los cuadrados por los vértices].

5. Profesora: O sea que por ejemplo, esta ficha si podría estar [muestra la *figura 3*].

6. Juan David: No, se dejaron espacios.

7. Profesora: ¿Cuáles son los espacios a los que se refiere?, ¿estos? [Muestra los espacios alrededor de los cuadros de la *figura 4*] o ¿éstos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la *figura 5*]



*figura 4*

*figura 5*

*figura 6*

8. Juan David: No

9. Profesora: ó ¿estos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la *figura 6*]

10. Juan David: [Afirma que son los espacios señalados en la *figura 6* con movimiento aprobatorio con la cabeza]. Los cuatro.

11. Profesora: [Dibuja una de las figuras del Tetris]

12. Juan David: Sí, así si sirve.
13. Andrés: Tienen que estar unidas por los lados.
14. Profesora: ¿Todos están de acuerdo con lo que dijo Andrés?
15. Juan David: [Hace movimiento aprobatorio con la cabeza].

**Tabla 4.2.** Manifestación 1 de Juan David

**Interpretación.** En un primer momento, Juan David reconoce que una figura no tiene la configuración de las fichas del Tetris y se refiere a ella como “mal armada” [2]. Identifica visualmente la diferencia que existe entre las fichas del Tetris y la figura que se muestra. A petición de la profesora, argumenta por qué no es una ficha del Tetris. Para ello se refiere a que no se pueden dejar espacios [6] y explica a qué se refiere con la expresión “los cuadros tienen que estar rellenos” [7]; entonces hace la comparación y posiblemente imagina los cuadros en teselado formando una figura, para diferenciar las figuras del Tetris con la que se le muestra, pero no usa el vocabulario adecuado para hacer la explicación. Para confirmar que el estudiante se refiere a los espacios que dejan los cuadrados cuando se unen por los vértices, la profesora muestra otra figura con una configuración similar.

Efectivamente, el estudiante responde que se siguen dejando espacios y lo confirma ante la insistencia de la profesora [8-13]. Finalmente, ella muestra una figura del Tetris que Juan David reconoce como correcta [15]. Andrés, un compañero explica que los cuadrados se unen por los lados, expresando con claridad lo que Juan David estaba tratando de decir, y Juan David asiente.

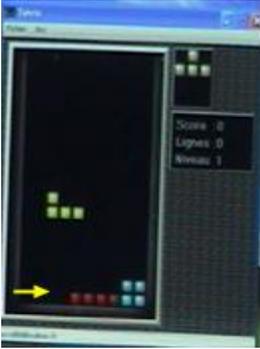
El desempeño de la tarea confirma que Juan David interpreta la configuración patrón de las fichas del Tetris, pero no hace uso del vocabulario adecuado. Desde nuestro punto de vista, aunque el desempeño de Juan David podría servir para ilustrar cómo lleva a cabo la función de uso de preconceptos, preferimos referirnos al uso adecuado del vocabulario, porque lo que es más evidente es la dificultad de estudiantes para comunicar lo que está pensando en relación con la operación identificar.

Juan David lleva a cabo la operación de identificación por medio de interpretación de la información figural aunque no expresa sus ideas de manera adecuada. Este

planteamiento pone en entredicho que la función uso adecuado del vocabulario sea pertinente a la operación mental de identificación, pues ésta puede ser netamente visual.

**Momento 2: Interacción con el videojuego.**

**Manifestación 2<sup>12</sup>**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Representar y transformar mentalmente	Tratamiento adecuado de estrategias para verificar hipótesis	Aprehensión operativa (Duval)
<p>Con las fichas en movimiento, la profesora pregunta si las fichas que van bajando llenan el espacio que se muestra en el tablero y si además completa la línea.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: ¿Usted cree que la figura que va bajando me completaría línea? [pausa]</li> <li>2. Juan David: Eh...No,</li> <li>3. Profesora: ¿Por qué?</li> <li>4. Juan David: porque faltaría una acá para completar línea [muestra el espacio señalado con una flecha amarilla en la pantalla]</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Profesora: ¿Cuántos cuadrillos harían falta por llenar?</li> <li>6. Juan David: Dos</li> <li>7. Profesora: Dos cuadrillos. Baje y compruébelo</li> <li>8. Juan David: Ah, no, Uno. [se pausa de nuevo el juego]</li> </ol>			

**Tabla 4.3.** Manifestación 2 de Juan David

<sup>12</sup> Corresponde a la manifestación 10 del estudio completo (Anexo 5.)

**Interpretación.** Al realizar una comparación de la ficha que va bajando con el espacio que se debe llenar, Juan David presupone que la ficha no llena el espacio y afirma que se necesitan dos cuadros para llenarlo; sin embargo, al compararlo se da cuenta que hace falta sólo un espacio

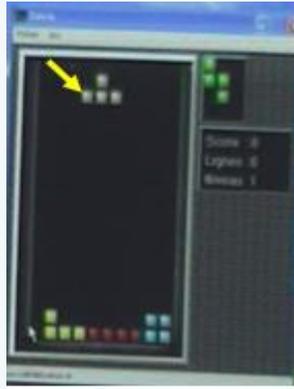
La respuesta que da Juan David con base en una medición que hace a “ojo” corresponde a una hipótesis errada que plantea para después verificar utilizando los controles [2-8]. Esto nos permite ver que en esta manifestación, Juan David da muestras de poner en juego la función tratamiento de estrategias para verificar hipótesis bajo la operación de representar y transformar mentalmente dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), sin tener éxito en el desarrollo de la tarea. De lo anterior podemos concluir que el estudiante no logra una aprehensión operativa.

**Manifestación 3<sup>13</sup>**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Sintetizar	Reconstrucción apropiada de un elemento a partir de sus partes	Memoria visual (Del Grande)
<p>La profesora pregunta si la ficha que va bajando llena el espacio disponible. Como ésta no la llena pide a Juan David que responda cuál o cuáles de las fichas del Tetris podrían llenar el espacio que se ve en la pantalla.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: ¿Usted cree que la ficha que viene podría llenar el espacio?</li> <li>2. Juan David: No. Si éste [Flecha amarilla en pantalla] estuviera acá [espacio señalado por el puntero del mouse] sí se podría.</li> <li>3. Profesora: ¿Qué figura podría completar [el espacio]?</li> <li>4. Juan David: Una L</li> <li>5. Profesora: ¿Una L?, o ¿una J?</li> <li>6. Juan David: Una Jota</li> <li>7. Profesora: ¿Por qué una Jota?</li> </ol>			

<sup>13</sup> Corresponde a la manifestación 11 del estudio completo (Anexo 5.)

8. Juan David: Porque si yo la roto me cabe acá [señala el espacio mostrado por el puntero]



9. Profesora: Entonces quedaría así [hace con el mouse la forma  $\Gamma$ ]. Ok.

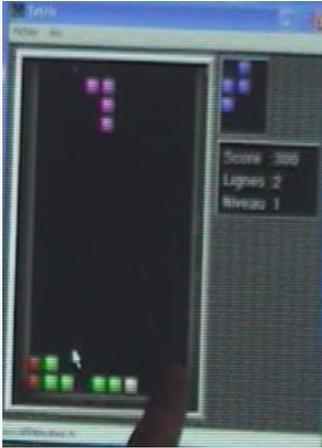
**Tabla 4.4.** Manifestación 3 de Juan David

**Interpretación.** Juan David logra reconocer en la Jota la ficha que completaría el espacio en el tablero [4-6], y propone un movimiento de rotación para encajarla allí [8]. El estudiante toma las características de la ficha y las compara con el espacio. De ésta manera, Juan David puede reconstruir el “todo” (espacio en el tablero), a partir de la configuración de la ficha Te, que en caso hipotético pudiera ser la ficha Jota. Esto es evidencia de la función de reconstrucción de un elemento a partir de sus partes, dentro de la operación de síntesis dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

Adicionalmente, el estudiante recurre a un giro para ubicar la ficha en la posición exacta en la que encajaría en el espacio. Esto es, el estudiante hace un uso implícito de la rotación de la ficha que hipotéticamente se está planteando para llenar el espacio.

Podemos afirmar que Juan David da muestras de la habilidad para recordar características visuales y de posición que tiene la ficha Jota y que, en determinada posición, se corresponde con el espacio a llenar, lo que implica que el estudiante da muestras de tener memoria visual de las fichas del Tetris.

## Manifestación 4<sup>14</sup>

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Comparar	Uso de Preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
<p>La profesora pregunta por el movimiento que podría hacer la ficha para llenar el espacio con el fin de que el estudiante mencione y utilice los movimientos utilizados.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Profesora: Ahora esa que viene, ¿nos puede llenar línea?</li><li>2. Juan David: Yo la volteo y la bajo [Señala la ficha del Tetris, y hace señas de bajarla]</li></ol>  <ol style="list-style-type: none"><li>3. Profesora: La voltea, ¿cómo? Muéstreme el giro que va a hacer.</li></ol>  <ol style="list-style-type: none"><li>4. Juan David: [Hace 3 giros y queda la Ele así: ]</li><li>5. Profesora: ¿Acostada?, y ¿cabe en este espacio que está acá? [Señala el espacio vacío con el dedo en la pantalla], ¿o le sobraría algún cuadrado?</li><li>6. Juan David: No</li><li>7. Profesora: ¡Bájela para ver!</li><li>8. Juan David: [Baja la ficha]</li><li>9. Profesora: Entonces ahí, ¿qué hizo? ¿Qué movimientos hizo para llegar hasta acá?</li><li>10. Juan David: Ehhh, 3</li><li>11. Profesora: La giró 3 veces, la movió ¿hacia dónde?</li></ol>			

<sup>14</sup>

Corresponde a la manifestación 13 del estudio completo (Anexo 5.)

12. Juan David: Hacia la derecha
13. Profesora: ¿Y?
14. Juan David: La bajé
15. Profesora: Y la bajó. ¿Con la ficha que viene [figura en la parte superior derecha de la pantalla] puedo hacer línea?
16. Juan David: Sí acá [señala el único espacio disponible para hacer línea]
17. Profesora: Ok. Muévala rápidamente
18. Juan David: [Hace el movimiento acertado]

**Tabla 4.5.** Manifestación 4 de Juan David

**Interpretación.** El estudiante hace una comparación entre el espacio a llenar y la ficha que tiene en el momento para anticipar el movimiento y qué debe hacer con la misma, [2]. Además, utiliza imágenes dinámicas para apoyar las afirmaciones hechas y para comprobar si cumple con el objetivo [6, 11,21]. Aunque inicialmente Juan David no parece estar seguro de llenar el espacio con la ficha en la posición propuesta [6], después logra convencerse al hacer el uso de las imágenes dinámicas [16-18].

El estudiante da muestras de la función de uso de los preconceptos de rotación y traslación apropiados dentro de la operación de comparación, de la ficha con el espacio a llenar, para identificar los giros y desplazamientos para lograr el objetivo. Es decir, el estudiante muestra una correcta habilidad de comparar la ficha identificando sus semejanzas visuales con el espacio que debía llenar.

Es evidente la aplicación de una correcta discriminación visual, mediante la propuesta de los diferentes movimientos de rotación y traslación de las fichas presentes en el juego con los espacios del juego, lo que permite ver las comparaciones hechas para encontrar semejanzas entre las partes (espacio-ficha).

### Momento 3: Prueba Escrita.

#### Manifestación 5<sup>15</sup>

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
		Uso de preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
Se pide al estudiante dibujar todas las fichas y dibujar las posiciones posibles ante el giro de todas las fichas del Tetris, posteriormente se le pregunta qué es un giro y un desplazamiento. Ilustramos con la ficha Jota, la respuesta de Juan David.			
Respuesta			
Un giro para mí, es un movimiento que da vuelta, y un desplazamiento para mí es un movimiento para un lado o para otro			

**Tabla 4.6.** Manifestación 5 de Juan David

**Interpretación.** Dentro de la operación de Identificar, podemos ver dos actividades en las que Juan David refleja orientación espacial eficiente y uso de preconceptos apropiados. Al preguntar por cada una de las posiciones que tendría al efectuar las rotaciones que tiene la ficha, el estudiante da muestras de reconocer que éstas se hacen cada 90 grados. Sin embargo, no evidencia que la ficha puede volver a la posición inicial, sino que muestra tres rotaciones de la ficha Jota. Esto indica que el estudiante identifica las posiciones que toma la ficha al rotar y muestra la posición que falta con la primera ficha que dibuja en el tablero.

Parece que Juan David tiene una correcta orientación espacial, lo que implica que el estudiante tiene un eficiente reconocimiento de posiciones en el espacio. Sin embargo, pensamos que Juan David que no reconoce el giro que hace volver la ficha a la posición inicial, ya que inicialmente reconoce el efecto de un giro como “cambio de posición” y que esto lo lleva a pensar que la posición inicial no resulta ser un cambio de posición en la

<sup>15</sup> Corresponde a la manifestación 18 del estudio completo (Anexo 5.)

ficha. Esto es, el estudiante reconoce el efecto de una rotación, cuando es evidente que éste le cambia la inclinación de la ficha, pero como la cuarta rotación no muestra una inclinación diferente de la ficha, no le permite ver algo diferente a lo que ya tenía inicialmente. Esto implica que el estudiante da muestras de dificultades en la noción del concepto de Rotación, por no reconocer rotaciones que no cambian la inclinación de la ficha.

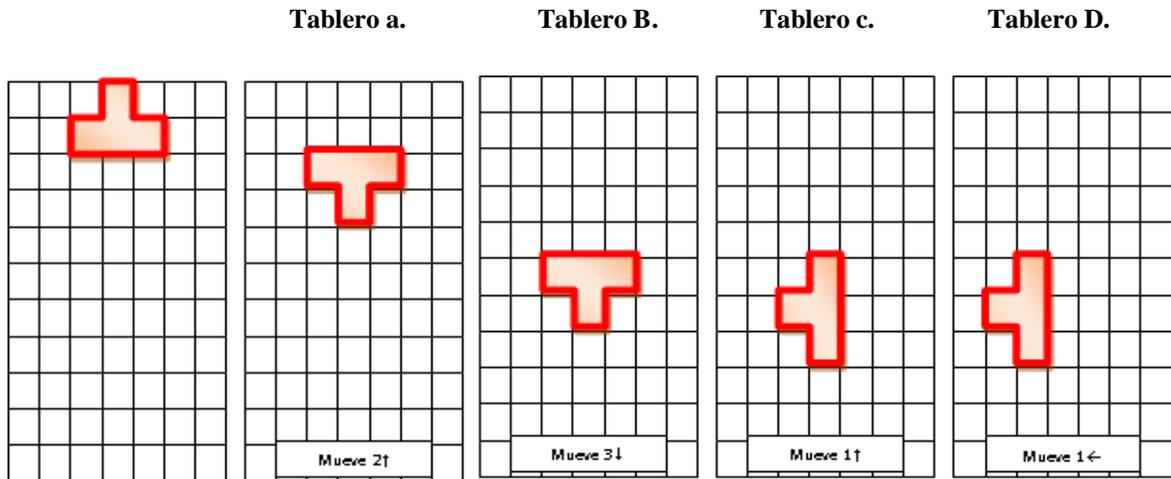
El estudiante reconoce al giro como “la vuelta”. Posiblemente se refiera a la noción de giro aprendida en la asignatura Educación física, ya que formalmente éste concepto se trabaja en grado sexto. Posteriormente asocia el desplazamiento, con el movimiento que se hace de un lado para otro, manifestando el desplazamiento como el cambio de posición de una ficha en este caso del Tetris. Esto permite evidenciar que el estudiante hace uso de preconceptos apropiados, en este caso intuitivo. El estudiante hace una correcta asociación producto de la comparación entre semejanzas con las vueltas y desplazamientos correspondientes a movimientos corporales, lo que conlleva a una adecuada discriminación visual.

En consecuencia, puede afirmarse que el estudiante refiere a comportamientos acordes con el desempeño frente a la operación de identificar dentro de la fase de Entrada del Modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

### ***Manifestación 6<sup>16</sup>***

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	Interpretación de la Información Figural (Bishop)
Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición:  . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.			

<sup>16</sup> Corresponde a la manifestación 19 del estudio completo (Anexo 5.)



**Tabla 4.7.** Manifestación 6 de Juan David

**Interpretación.** El código  $2\uparrow$  significa que el estudiante debe realizar 2 giros hacia la izquierda así como en el juego. En el Tablero a., el estudiante dibuja la primera rotación de la ficha de manera adecuada. Sin embargo, hace un desplazamiento hacia abajo, lo que puede interpretarse como que el enunciado no le brindó a Juan David la claridad necesaria para que pudiera interpretar que los movimientos se hacían con el tablero pausado, lo que no permite desplazamientos ni giros a menos que sean autorizados por quien está jugando. En los desplazamientos mostrados en los tableros b, c y d, el estudiante sí tiene en cuenta que el tablero está pausado, por lo que logra hacer la tarea de manera adecuada.

Es evidente que Juan David reconoce el código en el que están escritos los movimientos, ya que los relaciona adecuadamente con los controles del juego, y por esto efectúa correctamente los movimientos solicitados. Podemos afirmar que el estudiante tiene una clara percepción del objeto (ficha y movimiento), lo que lo lleva a hacer una correcta decodificación. El estudiante logra hacer la interpretación del código con el que debe efectuar los movimientos de rotación y traslación, por lo que logra hacer la tarea satisfactoriamente. Es decir que, para lograr la tarea, el estudiante hizo una correcta interpretación de la información figural.

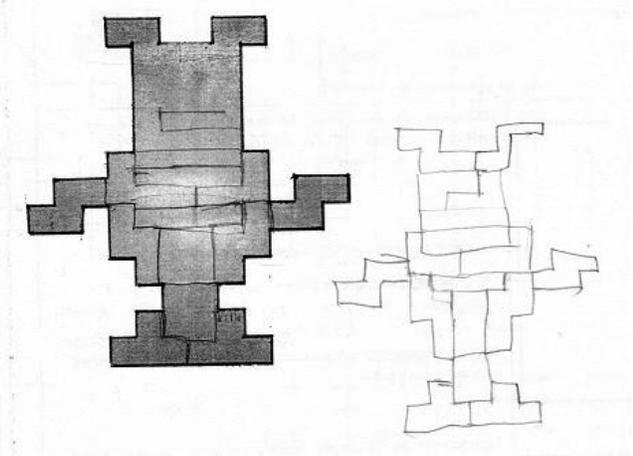
Finalmente, podemos afirmar que las manifestaciones de Juan David son consistentes con lo mostrado durante el momento del juego. El estudiante logra codificar y logra el proceso inverso de decodificación de manera relativamente fácil, pues no requiere de estímulos externos para ello.

## Manifestación 7<sup>17</sup>

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)

Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.

Respuesta:



**Tabla 4.8.** Manifestación 7 de Juan David

**Interpretación.** El estudiante logra descomponer el todo (robot) en partes (fichas del Tetris). Su logro es después de haber armado y desarmado en varias ocasiones la figura propuesta sin obtener resultados inmediatos.

Las fichas propuestas por el estudiante corresponden al “Robot solución” planteado por la profesora para este ejercicio. La insistencia del estudiante para encontrar la solución, da muestras de un comportamiento exploratorio sistemático del estudiante, lo que le permite activar la operación de analizar dentro de la fase de entrada. Esto es, el estudiante es capaz de descomponer un todo en sus elementos constitutivos.

<sup>17</sup> Corresponde a la manifestación 23 del estudio completo (Anexo 5.)

El estudiante logra ver las relaciones que hay entre las fichas y formas como la de los brazos y los pies, que venían dadas por figuras reconocidas dentro del juego, por lo que pudo asociarlas de manera más rápida que las demás fichas. Aunque fueron varios los intentos, el estudiante logra ver las figuras enmascaradas dentro de la cabeza y el tronco del Robot, por lo que podemos evidenciar que hay aprehensión operativa dentro de este proceso de armado de la figura.

## 4.2. CASO MIGUEL ÁNGEL

### *Momento 1: Presentación del juego*

#### *Manifestación 1<sup>18</sup>*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso de vocabulario	Interpretación de la Información Figural (Bishop)
		Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio
<p>La profesora extrae fichas del Tetris de una bolsa para que los estudiantes las identifiquen, las distingan por medio de sus unidades configurales y las denominen. Primero, extrae al tiempo la “s” y la “z”, espera que los estudiantes encuentren diferencias entre ellas.</p> <p>5. Profesora: ¿Se les parece a alguna de las letras?[Jonathan -otro estudiante- responde que a la z, y hace referencia a la ficha de color rosada]</p> <p>6. Profesora: ¿Y la otra Jonathan [otro compañero de clase]?</p> <p>7. Miguel Ángel y otros: Ese, ese [Luego extrae la L y la J. Andrés-otro compañero- hace señas de estar disparando un arma]</p> <p>8. Profesora: ¿Las podemos llamar pistola o tienen forma de algo?</p> <p>9. Miguel Ángel y otros: Ele [Miguel Ángel muestra a la cámara la ficha de color verde que es la Jota, pero poniéndola en una posición que ante la cámara queda como una ele].</p>			

**Tabla 4.9.** Manifestación 1 de Miguel Ángel

**Interpretación.** Sólo hasta el momento en que un compañero hace referencia a la “zeta”, Miguel Ángel sigue el mismo patrón de respuesta y asocia la ficha con la “ese”.

<sup>18</sup> Corresponde a la manifestación 2 del estudio completo (Anexo 6.)

Podemos reconocer que Miguel Ángel dispone de un código verbal para denominar la ficha del Tetris como “ese” y lo usa con insistencia, sin haber sido él el directamente interrogado [3]. Posteriormente, Miguel Ángel diferencia las fichas “ele” y “jota”, al hacer la respectiva correspondencia con las letras del alfabeto y al asociar la ele con la jota dispuesta al revés, como se evidencia cuando el estudiante muestra la jota ante la cámara, es una correcta acomodación para dar cuenta de la ficha por la que se está preguntando.

Al establecer la correspondencia entre la ficha y el nombre de una letra el estudiante hace uso de un vocabulario adecuado para denominar dos objetos y puede lograr la identificación de las fichas. Este desempeño es muestra de que interpreta representaciones visuales para extraer la información que contienen. Es decir, hace una correcta interpretación de la información figural, proceso en el que, como se verá, no siempre tiene éxito. Adicionalmente, Miguel Ángel evidencia un apropiado reconocimiento de relaciones espaciales cuando es capaz de ubicar una ficha de tal manera que ante un observador parezca la “Ele” de la que se está hablando.

**Manifestación 2<sup>19</sup>**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
<p>La profesora dice a los estudiantes que los pasará al frente a poner las fichas que corresponden a las posibles rotaciones de una que ella pone en el tablero de corcho (la L y la I). Se dirige a Miguel Ángel para que sea él el primero en poner la ficha en una posible posición. Miguel Ángel observa las fichas que están sobre una mesa (unas son L y otras J); la profesora espera que el estudiante escoja la adecuada y que, posteriormente la ubique en una de las cuatro posiciones después de girarla.</p> <p>1. Profesora: [Pone sobre el corcho la L] Miguel Ángel, coja usted rápidamente su ficha y póngala en el tablero de corcho.</p> <p>2. Miguel Ángel: [Coge la ficha J y la pone en el tablero en la misma posición de la L y al frente de ésta]</p> <p>3. Profesora: Observen lo que puso Miguel Ángel en el tablero, y díganme si esa ficha corresponde a la ficha que estamos manejando. [El auditorio responde que si es la ficha a pesar de ser incorrecta; por eso la profesora debe insistir en preguntar por la respuesta</p>			

<sup>19</sup> Corresponde a la manifestación 4 del estudio completo (Anexo 6.)

correcta].

4. Profesora: ¿O sea que esta es la ficha que estamos utilizando? [La profesora se dirige a alguien en el auditorio para que sea un tercero quien verifique lo que hizo Miguel Ángel. Concluyen que Miguel Ángel se equivocó con la ficha que puso, y la profesora pide que alguien en el auditorio pase a realizar lo solicitado a Miguel Ángel].

**Tabla 4.10.** Manifestación 2 de Miguel Ángel

**Interpretación.** Miguel Ángel toma una ficha que no corresponde a la solicitada, una “jota” en vez de una “ele”, a pesar de haber una ficha guía en el tablero de corcho, y la pega como si la ficha en la posición ubicada sobre el tablero (L), correspondiera a una de las posiciones que se ha solicitado.

Es evidente que el estudiante confunde la “jota” con una rotación de la ficha “ele”. En relación con la *Manifestación 1*<sup>20</sup>, podemos confirmar que el relaciona las fichas “ele” y “jota”, como si una correspondiera a la rotación de la otra en el espacio. Aunque la rotación en el espacio sobre el eje vertical de la ficha “Jota” permite convertir la “Jota” en “Ele”, el estudiante no logra transferir la función al plano, a pesar de tener el mismo material concreto con el que se venía trabajando.

Podemos evidenciar que aunque Miguel Ángel da muestras de una orientación espacial eficiente, no reconoce posiciones en el plano debidas al efecto de una rotación. Esto le genera problemas a la hora de jugar y de conceptualizar la idea de rotación.

### **Momento 2: Interacción con el videojuego.**

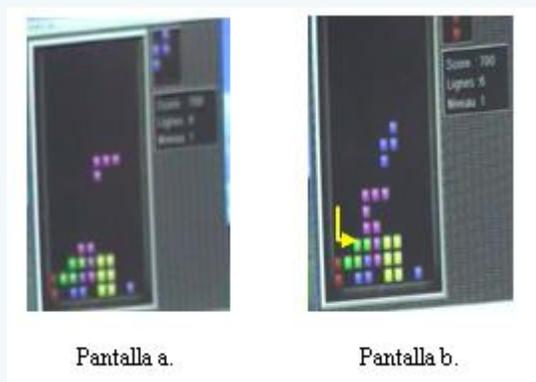
#### **Manifestación 3**<sup>21</sup>

<b>Caracterización</b>			
<b>fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Entrada	Comparar	Uso de preconceptos apropiados	Memoria Visual (Del Grande)
La profesora le pide a Miguel Ángel que verbalice las acciones que ejecuta para verificar la coherencia de los movimientos hechos con los que dice, además de confirmar que reconoce las fichas y los movimientos trabajados en el Momento 1.			

<sup>20</sup> Manifestación 2 del estudio completo (Anexo 6.)

<sup>21</sup> Corresponde a la manifestación 5 del estudio completo (Anexo 6.)

1. Profesora Esa ficha rosada [la Ele], dónde la va a poner?
2. Miguel Ángel: [Silencio]
3. Profesora ¿Hacia dónde quiere bajarla? Lo que necesitamos es que encaje perfectamente en uno de los espacios que están ahí.
4. Miguel Ángel: La pudiera poner aquí [Pantalla a.]
5. Profesora ¿Qué le va a hacer? ¿Lo va a poner hacia dónde?
6. Miguel Ángel: Lo corro a la izquierda
7. Profesora ¿La baja o le hace otro movimiento?
8. Miguel Ángel: Le haría un movimiento. La quiero poner para que quede como una ele [hace cons su dedo sobre la pantalla la forma L]
9. Profesora ¡Trate de hacerlo!
10. Miguel Ángel: [Baja la ficha, pero se demora mucho tiempo para ejecutar una acción, por lo que la ficha se acomoda y no alcanza a ponerla como él había manifestado que iba a hacerlo. Comete un error y crea un gran obstáculo. Sigue bajando fichas]
11. Profesora ¡Pause ahí! ¿Por qué quedó así como quedó? [Pantalla b.]
12. Miguel Ángel: es que [silencio]. Eh pues, yo sin querer apreté la flecha [del teclado] con otro movimiento.
13. Profesora ¿La giró... la desplazó?
14. Miguel Ángel: La giré una de más, y entonces [silencio prolongado. La bajó y la puso equivocadamente. Después por estar explicando, bajó el resto de fichas sin detenerse a pensar lo que estaba haciendo. La flecha amarilla en Pantalla b., era la posición en que iba a encajar la ficha Miguel Àngel]



**Tabla 4.11.** Manifestación 3 de Miguel Àngel

**Interpretación.** Como Miguel Ángel es un estudiante que usualmente se demora en expresar lo que piensa y en ejecutar movimientos, cuando planea ejecutar la estrategia, la velocidad del juego le gana y la ficha baja sin control. El hecho de usar una imagen cinética [8] para mostrar lo que piensa hacer con la ficha, es muestra de que Miguel Ángel tiene una estrategia apropiada para ubicar la ficha. Sin embargo, debido a que Miguel Ángel no logra controlar el movimiento de la ficha con el teclado y tampoco distingue entre el efecto de una rotación y una traslación, no logra culminar con éxito la tarea. Adicionalmente, al estudiante le cuesta trabajo entender las preguntas que guían la tarea, por lo que se hace necesario mediar la participación de Miguel Ángel con preguntas orientadoras y en algunos casos apurarlo para que actúe un poco más rápido, así como se hace habitualmente en el aula con él, para que logre con éxito la tarea.

Miguel Ángel hace uso de preconceptos asociados a la rotación y traslación como derecha – izquierda [6] y giro [14], pero no concluye con éxito la tarea, por no discriminar cuál es el efecto de éstos movimientos sobre la ficha. Aunque se muestra reflexivo con lo que hace y alcanza a reconocer que hace movimientos erróneos [14] no logra anticipar consecuencias de los movimientos.

El estudiante da muestras de tener una correcta memoria visual al recordar las características visuales y de posición de la ficha en un momento dado, antes de desplazarla<sup>22</sup>, cuando está se encuentra en otra posición, y por esto reconoce haber hecho un movimiento de más.

#### **Manifestación 4<sup>23</sup>**

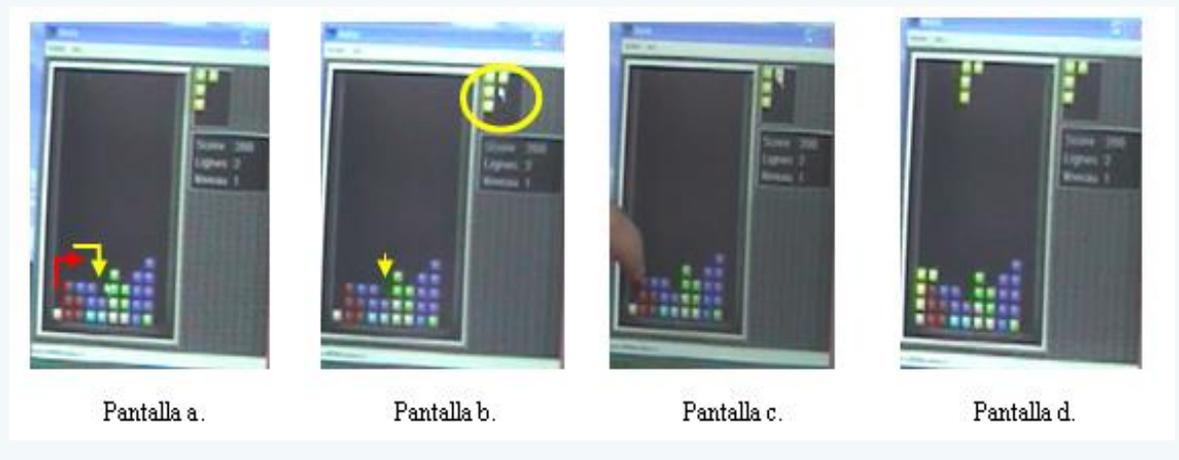
CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Representar y transformar mentalmente	Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis	Aprehensión operativa (Duval)
La profesora le da a Miguel Ángel la posibilidad de alternativas diferentes de solución a la			

<sup>22</sup> El estudiante hace referencia a giro, cuando realmente lo que hace es un desplazamiento.

<sup>23</sup> Corresponde a la manifestación 8 del estudio completo (Anexo 6.)

situación planteada con la ficha que va bajando.

5. Profesora: La figura que viene... ¿es una...?
6. Miguel Ángel: Jota
7. Profesora: ¿Y la podemos encajar aquí [flecha amarilla en Pantalla a.] de alguna manera?
8. Miguel Ángel: [Largo silencio]
9. Profesora: Acá podemos encajarla en dos lugares. Acá [flecha Amarilla en Pantalla a.] y acá [flecha roja en Pantalla a.] ¿Dónde quedaría esta parte de la jota? [círculo amarillo en Pantalla b.]
10. Miguel Ángel: Acá. [señala con su dedo en Pantalla b.]
11. Profesora: ¿Y si la encajáramos acá [opción de flecha roja en Pantalla a.]?
12. Miguel Ángel: Acá [señala con su dedo en Pantalla c.]
13. Profesora: Muy Bien.
14. Miguel Ángel: [Baja la ficha adecuadamente. Pantalla d.]



**Tabla 4.12.** Manifestación 4 de Miguel Ángel

**Interpretación.** La profesora le ofrece al estudiante dos alternativas para encajar la ficha en el tablero del Tetris, a lo que el estudiante responde con una buena opción de respuesta. Del momento de la pregunta al aquel en que el estudiante emite la respuesta, hay varios silencios prolongados del estudiante para poder plantear posibles soluciones a la situación planteada por la profesora.

Miguel Ángel retoma las diferentes alternativas para dar cuentas de la posición en la que debe quedar parte de la figura por la que pregunta la profesora [6,8], esto nos indica

que el estudiante hace un correcto Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis, lo que implica que el estudiante hace una adecuada Representación y transformación mental.

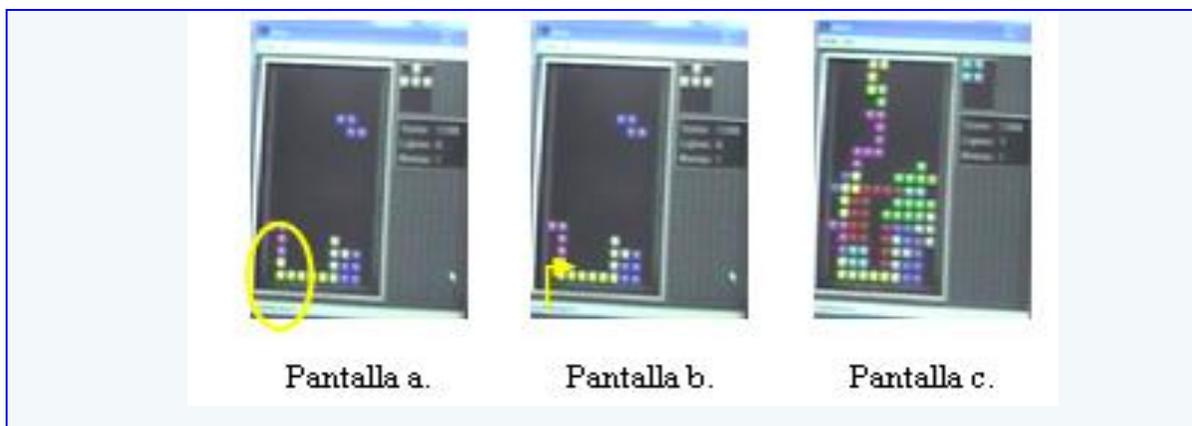
Por lo anterior podemos afirmar que el estudiante es capaz de encontrar subconfiguraciones de la ficha del Tetris para evaluar alternativas de solución, lo que lo lleva a manifestar aprehensión operativa.

### *Manifestación 5<sup>24</sup>*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Salida	Razonar divergente	Correcta Amplitud y flexibilidad mental	Aprehensión Operativa (Duval)
<p>La profesora hace un movimiento erróneo y obstaculiza el tablero, con el fin de que el estudiante reconozca el error cometido y además que evalúe la posibilidad de salvarlo del “error” cometido intencionalmente.</p> <p> Profesora: ¡Uy acabo de cometer un error ahí!, ¿cuál fue? [Señala Pantalla a.]</p> <p> Miguel Ángel: Es esa Ele. Y usted pensó que era Jota</p> <p> Profesora: Y, la iba a encajar ...</p> <p> Miguel Ángel: Si, acá [Flecha amarilla en Pantalla b.]</p> <p> Profesora: ¡Hay, nos falló la vista!</p> <p> Miguel Ángel: [Baja la zeta correctamente]</p> <p> Profesora: ¿Usted cree que puede salvar ese juego?</p> <p> Miguel Ángel: Mmm, yo creo que no</p> <p> Profesora: Intentémoslo. Que tal que se pueda.</p> <p> Miguel Ángel: [Baja las fichas de manera inadecuada y con el juego pausado. Crea más obstáculos hasta llenar la pantalla] ¡Ay! [Ver obstáculos en Pantalla c.].</p>			

<sup>24</sup>

Corresponde a la manifestación 10 del estudio completo (Anexo 6.)



**Tabla 4.13.** Manifestación 5 de Miguel Ángel

**Interpretación.** Al tomar el control del juego, la profesora comete un error intencional que Miguel Ángel identifica inmediatamente suponiendo que la profesora había pensado que la ficha era la Jota en vez de una Ele y por eso creó ese obstáculo en el tablero. La respuesta de Miguel Ángel, justifica el “error” que ella comete intencionalmente. Aunque recuerda las causas del error (pensar en la ficha equivocada), el estudiante no anticipa posibles consecuencias del error cometido, y la profesora tampoco indaga sobre este hecho. Se puede evidenciar que el estudiante, sigue cometiendo errores, lo que nos muestra que el estudiante no anticipa consecuencias al punto de dejar llenar el tablero sin hacer líneas. Por lo que podemos afirmar que cumple algunos indicadores de amplitud y flexibilidad mental, pero que esto no es suficiente para garantizar que se da un pensamiento divergente.

Es evidente que el estudiante no establece una estrategia necesaria para poder subsanar el error cometido inicialmente. Además, continúa actuando sin pensar, por lo que no logra un pensamiento operativo y en consecuencia, no cuenta con aprehensión operativa.

### ***Momento 3: Prueba escrita***

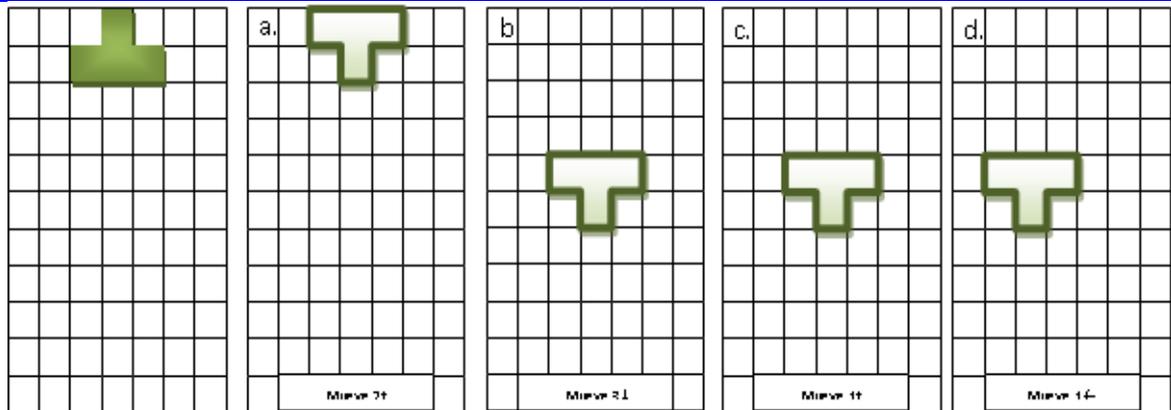
#### ***Manifestación 6<sup>25</sup>***

<sup>25</sup>

Corresponde a la manifestación 12 del estudio completo (Anexo 6.)

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	IFI (Bishop)

Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición: . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.

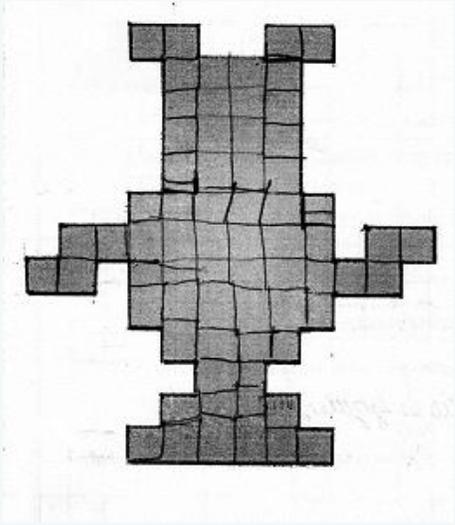


**Tabla 4.14.** Manifestación 6 de Miguel Ángel

**Interpretación.** Inicialmente, Miguel Ángel da muestras de no poder dibujar rotaciones con lápiz y papel, pero que sí lo pudo lograr mediante interacción con el videojuego. Para mostrar el primer giro, en el Tablero a., el estudiante sube la figura después de hacer correctamente el giro por lo que hace rotación y traslación a la vez. En el Tablero b, al pedirle una traslación de tres unidades, hizo una de más. En el Tablero c., el estudiante no realiza el giro solicitado y hace permanecer la ficha en la posición del tablero anterior y, por último, en el Tablero d., hace correctamente el desplazamiento que se pide.

En el estudiante no se evidencia una adecuada interpretación de la información brindada en lápiz y papel, que corresponden al código utilizado en el juego (flechas del teclado). Esto es, el estudiante realiza una correcta codificación del juego, pero no logra realizar una adecuada decodificación. Esto posiblemente se deba a que el estudiante no logra hacer una correcta interpretación de la información figural.

## Manifestación 7<sup>26</sup>

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)
<p>Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.</p> <p>Respuesta:</p> 			

**Tabla 4.15.** Manifestación 7 de Miguel Ángel

**Interpretación.** El estudiante logra descomponer el robot en cuadros que corresponden a las unidades configurales de las fichas del Tetris, pero no alcanza, quizá por tiempo, a descomponer el todo (robot) en fichas del Tetris como lo sugería la actividad. Probablemente el estudiante hubiera alcanzado a armarlo pero le hubiera tomado más tiempo para lograrlo, esto teniendo en cuenta su lenta ejecución.

Se evidencia una conducta de exploración en el estudiante, que lo lleva a ver que las partes del robot están compuestas por cuadros que corresponden a unidades configurales de las fichas del Tetris. Sin embargo, no es suficiente este comportamiento para asegurar la sistematicidad del mismo, ya que no logramos ver la tarea finalizada. Por

<sup>26</sup>

Corresponde a la manifestación 16 del estudio completo (Anexo 6.)

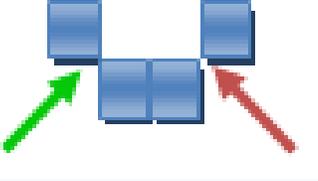
lo tanto no logra el objetivo como lo sugiere la función Comportamiento exploratorio sistemático dentro de la representación y transformación mental dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

Podemos evidenciar que el estudiante logra sólo una parte de la tarea al ver subconfiguraciones del todo (unidades configurales), pero no logra unirla en configuraciones más grandes (fichas del Tetris) para armar el todo. Esto es, no logra una aprehensión operativa en la tarea propuesta.

### 4.3. CASO JOSÉ DANIEL.

#### *Momento 1: Presentación del juego.*

#### *Manifestación 1<sup>27</sup>*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso del vocabulario	IFI (Bishop)
<p>La profesora construye en el tablero una figura compuesta por cuatro cuadrados de igual tamaño, pero unidos por los vértices, formando una cadena. Su intención es que los estudiantes reconozcan que las fichas del Tetris están conformadas por cuatro cuadrados unidos por los lados. Al encontrar diferencias entre las fichas del Tetris y las fichas que se construyeron en el tablero, la profesora pregunta por dónde están unidas las fichas construidas del tablero].</p> <p>1. José Daniel: Por la vértice</p> <p>2. Profesora: Por el vértice, ¿cierto?, o sea por esta esquina que tenemos acá de éste [flecha verde], y por esta esquina que tenemos acá de este [flecha roja].</p> <div style="text-align: center;">  </div>			

**Tabla 4.16.** Manifestación 1 de José Daniel

**Interpretación.** José Daniel es el único que reconoce que la unión de los cuadritos que conforman la ficha en el tablero, está dado por “la vértice” [1]. El estudiante identifica

<sup>27</sup> Corresponde a la manifestación 1 del estudio completo (Anexo 7.)

visualmente la diferencia entre la ficha que se le muestra en el tablero y las fichas del Tetris.

Aunque el estudiante no justifica<sup>28</sup> lo que dice acerca del vértice la profesora señala su respuesta para que el resto de compañeros relacione el concepto de vértice con “esquina” [2]. Al utilizar el preconcepto de “vértice” dentro de la forma presentada en la construcción del tablero, el estudiante hace un uso adecuado del vocabulario en Matemáticas. José Daniel lleva a cabo la operación de identificación por medio de interpretación de la información figural; además cuenta con un vocabulario adecuado para expresarse.

***Momento 2: Interacción con el videojuego.***

***Manifestación 2<sup>29</sup>***

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>A partir de una estrategia planteada por el estudiante, la profesora plantea otra para hacer llegar a un mismo lado la ficha que actualmente tiene. El estudiante juega con el tablero en pausa.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: ¿En dónde va a encajar esta I? [Pantalla a. Tablero inicial]</li> <li>2. José Daniel: Aquí [Pantalla b.]</li> <li>3. Profesora: ¿Qué movimiento le hace [para llegar allá]?</li> <li>4. José Daniel: Estaba aquí [Pantalla a.] la muevo aquí [Flecha amarill en Pantalla c.] y la bajo [Flecha amarilla en Pantalla d.].</li> </ol>			

<sup>28</sup> Aunque el estudiante tiene un nivel argumentativo muy bueno, no logra justificar en público debido a su situación emocional de inseguridad frente a los compañeros.

<sup>29</sup> Corresponde a la manifestación 5 del estudio completo (Anexo 7.)



Pantalla a.



Pantalla b.



Pantalla c.



Pantalla d.

5. Profesora: Si yo la tengo aquí [Pantalla e.] la bajo [Pantalla f.], y la corro acá [Pantalla g.], la bajo [Flecha amarilla en Pantalla h.], ¿encaja?



Pantalla e.



Pantalla f.



Pantalla g.



Pantalla h.

6. José Daniel: Si...
7. Profesora: [...] ¿es equivalente al movimiento que usted dijo que iba a hacer?
8. José Daniel: Sí. Es lo mismo, porque la ficha va a llegar al mismo lado
9. Profesora: Pero, ¿cuál de los dos es más rápido?
10. José Daniel: El que propongo yo
11. Profesora: ¿Por qué?
12. José Daniel: Porque la I sólo tendría que hacer este movimiento [señala con su dedo sobre la pantalla →], en cambio aquí tocaría hacer esto [señala →]
13. Profesora: ¿Hay otra forma de hacerla llegar a parte de las dos que hemos propuesto?
14. José Daniel: Eh, si. Pero... [la ficha] se movería mucho y perderías tiempo

**Tabla 4.17.** Manifestación 2 de José Daniel

**Interpretación.** José Daniel reconoce que los caminos planteados por él [4] y por la profesora [5] hacen llegar la ficha al mismo espacio [8]. Reconoce que el planteado

inicialmente es más eficiente porque es más rápido, es decir que toca hacer menos movimientos y ganaría tiempo. Además de esto piensa que, a pesar de que existan más caminos para llegar, éstos se demorarían más [14].

Podemos evidenciar que el estudiante logra éxito en la tarea de reconocer que varios caminos conducen al mismo lado y que unos se demoran menos que otros. Esto es, José Daniel, discrimina y compara dentro de la medida de las posibilidades para anticiparse a la solución, por lo que podemos decir que da muestras de una óptima función del ejercicio de la conducta comparativa dentro de la operación diferenciación.

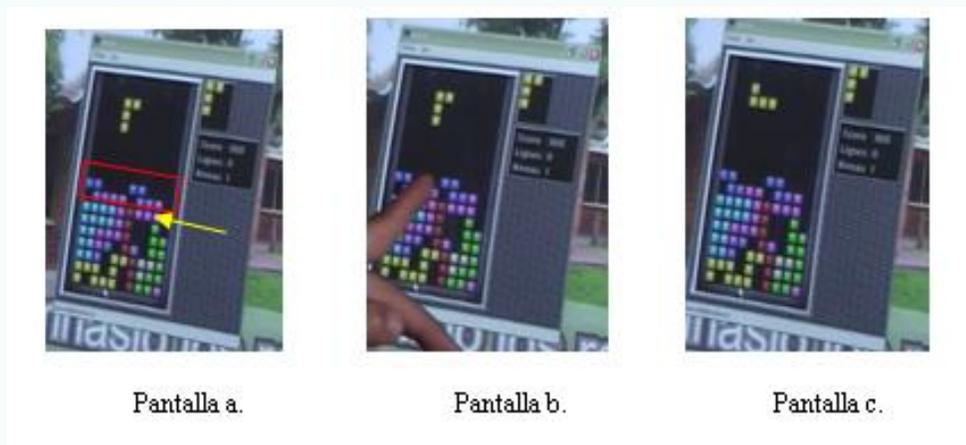
Parece ser que José Daniel reconoce que el camino que necesita menos tiempo para llegar al espacio planteado, es la menor combinación de rotaciones y traslaciones. Al comparar los diferentes caminos y escoger entre ellos el que demore menos tiempo, José Daniel convierte la información abstracta, correspondiente al camino planteado por la profesora, en imágenes visuales para lograr un apropiado procesamiento visual de la información planteada.

**Manifestación 3<sup>30</sup>**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyección de relaciones virtuales	Ejercicio del pensamiento hipotético	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>El estudiante ha creado una serie de obstáculos y no es posible hacer línea con la ficha que baja. La profesora pregunta sí con la ficha que baja puede o no hacer línea para verificar que el estudiante puede anticipar consecuencias y plantear una estrategia adecuada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: Usted cree que con la ficha que viene, ¿puedo hacer alguna línea?</li> <li>2. José Daniel: No</li> <li>3. Profesora: ¿Por qué?</li> <li>4. José Daniel: No, o de pronto... no, con la que viene no puedo hacer ninguna fila, porque la única que puedo es ésta [flecha amarilla en Pantalla a.] para poder quitar eso [obstáculos sobre la ficha]. Al hacer esa, esto cae [cuadro rojo en Pantalla a.] para poder hacer otra [fila].</li> </ol>			

<sup>30</sup> Corresponde a la manifestación 6 del estudio completo (Anexo 7.)

5. Profesora: ¿Y en dónde la va a poner entonces?
6. José Daniel: Aquí la voy a colocar [Pantalla b.]
7. Profesora: ¿Por qué está seguro de que cabe ahí?
8. José Daniel: Porque si contamos los cuadritos [gira la ficha y señala la base de la ficha rotada. Pantalla c.]
9. Profesora: ¿Y dónde quedaría entonces esta parte? [Flecha Pantalla c.]
10. José Daniel: Quedaría arriba.



**Tabla 4.18.** Manifestación 3 de José Daniel

**Interpretación.** A pesar de haber llenado casi la mitad del tablero con obstáculos, José Daniel, logra plantear una estrategia con el fin de disminuir el número de obstáculos creados. Sin embargo, la ficha que va bajando, y la futura, no le ayudan para llevar a cabo la estrategia planteada, por lo que le toca ubicar la ficha que va bajando inmediatamente sobre un lugar adecuado en número de cuadros, pero que está sobre obstáculos previamente creados.

Al proponer con argumentos adecuados, como hacer línea para que los obstáculos bajen [4], el estudiante da muestras de un adecuado desempeño en la función del ejercicio del pensamiento hipotético, dentro de la operación de proyección relaciones virtuales.

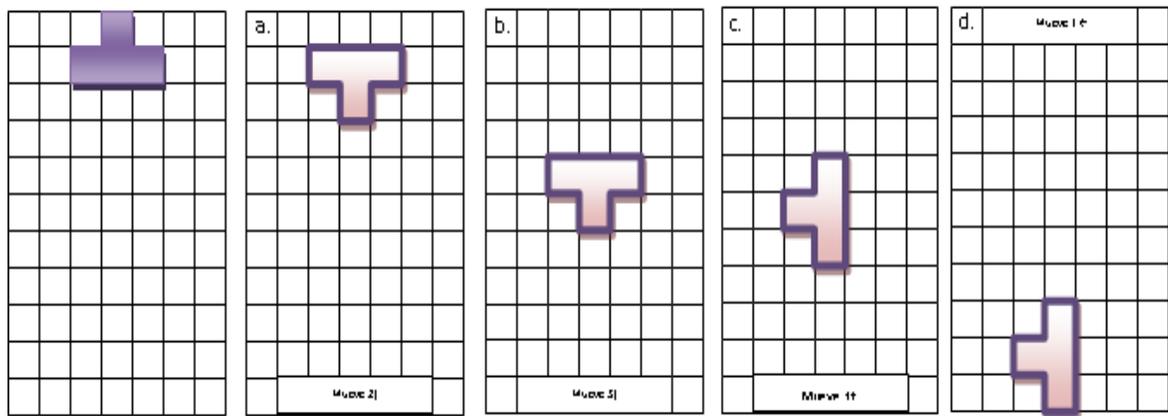
El estudiante logra buen desempeño en la tarea de convertir información abstracta como lo constituye la situación que se presenta en el tablero, y que además logra dar muestras de reconocer las jugadas necesarias para desocupar el tablero de los obstáculos creados. Es decir, José Daniel tiene éxito en el procesamiento visual.

**Momento 3: Prueba Escrita**

**Manifestación 4<sup>31</sup>**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	IFI (Bishop)

Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición: . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.



**Tabla 4.19.** Manifestación 4 de José Daniel

**Interpretación.** José Daniel hace los movimientos indicados en los tableros a y b. En el tablero c., hace un giro en sentido de las manecillas del reloj, lo que indica que no recuerda que el sentido en el que giran las fichas del Tetris es el contrario. En el tablero d., hace un movimiento de traslación, pero no corresponde al indicado, ya que se solicitaba de 1 unidad a la izquierda y él movió la ficha 4 hacia abajo.

Inicialmente, se puede interpretar que el estudiante supuso que los movimientos correspondían a movimientos de rotación y traslación de la ficha con el tablero pausado. Posteriormente, el estudiante no responde a esta suposición del tablero en pausa, por lo que la ficha baja sin el control del estudiante.

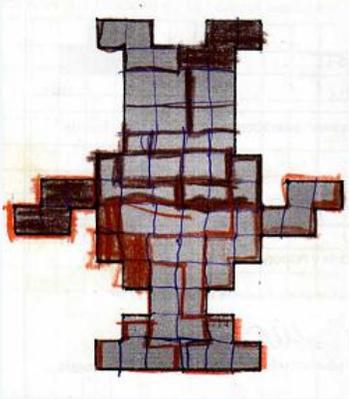
<sup>31</sup> Corresponde a la manifestación 8 del estudio completo (Anexo 7.)

José Daniel reconoce el código en el que están escritos los movimientos, ya que los relaciona adecuadamente con los controles del juego, y por esto efectúa correctamente los dos primeros movimientos solicitados. Sin embargo aunque signifique giro, esto no indica que sea en cualquier sentido, ya que el sentido del giro en el videojuego trabajado es contrario a las manecillas del reloj. Por lo anterior podemos afirmar que, aunque logre decodificar y relacionar una flecha con un movimiento, no logra transferir la situación del juego a una situación particular en lápiz y papel,

Al poder lograr un desempeño satisfactorio en la tarea, podemos afirmar que José Daniel hizo una correcta interpretación de la información figural.

Finalmente, podemos afirmar que las manifestaciones de José Daniel son consistentes con lo mostrado durante el momento del juego. El estudiante logra codificar y logra parcialmente el proceso inverso de decodificación de forma rápida y oportuna.

### *Manifestación 5<sup>32</sup>*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)
<p>Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.</p> <p><b>Respuesta:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>			

**Tabla 4.20.** Manifestación 5 de José Daniel

<sup>32</sup> Corresponde a la manifestación 12 del estudio completo (Anexo 7.)

***Interpretación.*** José Daniel logra descomponer el todo (robot) en partes (fichas del Tetris). Su logro es inmediato, acorde con lo mostrado en el momento de la presentación del juego en el que mostró la destreza para armar “rompecabezas”. Después de haber terminado de armar la primera posibilidad de Robot, José Daniel propone otras formas de armar la misma figura, en las que no toma más tiempo del utilizado por sus compañeros para construir sólo uno. José Daniel, tenía como estrategia reemplazar un conjunto de fichas por otras para conseguir la misma figura, y desarmando en varias ocasiones la figura propuesta sin obtener resultados inmediatos.

La insistencia del estudiante para encontrar más soluciones a la propuesta inicialmente por él mismo, da muestras de un comportamiento exploratorio sistemático del estudiante, lo que le permite reconocer la operación de analizar dentro de la fase de entrada. Esto es, el estudiante es capaz de descomponer un todo en sus elementos constitutivos.

El estudiante logra ver las relaciones que hay entre las fichas y formas como la de los brazos y los pies, que venían dadas por figuras reconocidas dentro del juego, por lo que pudo asociarlas de manera más rápida que las demás fichas. Es claro que el estudiante logra ver las figuras enmascaradas dentro de la cabeza y el tronco del Robot, por lo que podemos evidenciar que hay aprehensión operativa dentro de este proceso de armado de la figura.

## CAPÍTULO 5.

### DISCUSIÓN Y PROYECCIONES DEL ESTUDIO

A manera de síntesis del estudio de caso, se llevó a cabo un proceso que condujo a definir un perfil cognitivo relacionado con el acercamiento a las nociones de rotación y traslación de cada estudiante a partir de sus manifestaciones. En primer lugar se llenó una tabla, en donde se chequeó qué funciones y operaciones puso en juego cada estudiante y en cuáles de ellas fue exitoso en relación con las tareas previstas. En segundo lugar, tomando en consideración, sobretodo, las operaciones y funciones en las que tuvo éxito, se estableció un esquema de relaciones en la idea de ir definiendo cuál fue la ruta cognitiva que le permitió al estudiante responder la tarea y de paso ver cómo compensó las dificultades cognitivas.

#### 5.1. SÍNTESIS DEL CASO JUAN DAVID

A continuación presentamos la Tabla y el Esquema de relaciones 5.1., hecho para Juan David. En la Tabla 5.1., se presentan las Operaciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (O), las funciones, los Desempeños (D) Exitosos (E) y No exitosos (NE) del estudiante, en cada una de las tareas propuestas en los diferentes Momentos (M) del dispositivo didáctico, asociados a las categorías de Visualización. Por último se dan a conocer los aspectos del desempeño del estudiante frente a las necesidades de Rotación y Traslación. Las tablas y esquemas de los estudiantes Miguel Ángel y José Daniel se presentarán en el Anexo 3. y 4.

FASE DE ENTRADA					
O	Función	D	Visualización	M	Aspectos del desempeño frente a Rotación y Traslación
Identificar	Uso de preconceptos apropiados	E	Interpretación de Información Figural	Presentación	Identifica la ficha y las relaciona con letras y formas geométricas. Encuentra el lado, que es importante al reconocer invariabilidad de la forma por transformación.

	Percepción clara y precisa	E	Identificación visual		Hace la rotación de las fichas concretas. Identifica giros y desplazamientos.
	Uso adecuado del vocabulario	NE	Interpretación de la Información Figural		
	Orientación espacial eficiente	E	Reconocimiento de posiciones en el espacio		
	Orientación espacial eficiente	E	Reconocimiento de posiciones en el espacio	Juego	
	Percepción clara y precisa	E	Identificación visual		
	Uso de preconceptos apropiados	E	Interpretación de la Información Figural	Prueba	
	Orientación espacial eficiente	NE	Reconocimiento de posiciones en el espacio		
Comparar	Precisión y exactitud en la recogida de la información	E	Discriminación Visual	Presentación	Relaciona espacios y fichas, a través de rotación y traslación hechas a las mismas.
	Uso de preconceptos apropiados	E	Discriminación Visual		
	Uso de preconceptos apropiados	E	Discriminación Visual	Juego	
Sintetizar	Reconstrucción adecuada de un elemento a partir de sus partes	E	Memoria Visual	Juego	Usa la rotación y la traslación para hacer coincidir una pareja de fichas en un espacio.
	Reconstrucción adecuada de un elemento a partir de sus partes	E	Memoria Visual	Prueba	Percibe el efecto de una transformación en las fichas en movimiento.

Codificar	Cifrado de características de objetos a símbolos	E	Coordinación motriz	Juego	Relaciona la rotación y traslación con giros y desplazamientos respectivamente, y éstos con los controles del juego.
	Cifrado de características de objetos a símbolos	E	Coordinación motriz	Prueba	
Analizar	Comportamiento exploratorio sistemático	E	Discriminación visual	Prueba	Recompone una figura a partir de la rotación y traslación de fichas
<b>FASE DE ELABORACIÓN</b>					
Representar y transformar mentalmente	Tratamiento adecuado de estrategias para verificar hipótesis	E	Aprehensión operativa	Juego	Plantea estrategias de juego para poder anticiparse a la solución de determinada situación que incluyen los movimientos de traslación y rotación
	Comportamiento exploratorio sistemático	NE	Aprehensión operativa		
Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	E	Procesamiento visual		Utiliza la composición de rotación y traslación.
Proyectar relaciones virtuales	Uso apropiado del razonamiento	E	Procesamiento visual	Juego	Anticipa estrategias en términos de las jugadas más rápidas.
	Uso apropiado del razonamiento	E	Procesamiento visual	Prueba	
	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	E	Procesamiento visual	Prueba	
Decodificar	Percibir el objeto con claridad	E	Interpretación de la Información Figural	Prueba	

FASE DE SALIDA					
Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	E	Aprehensión operativa	Juego	Reconoce el error justificando la posible jugada en términos de composición de movimientos de rotación y traslación
	Correcta amplitud y flexibilidad mental	E	Aprehensión operativa	Prueba	

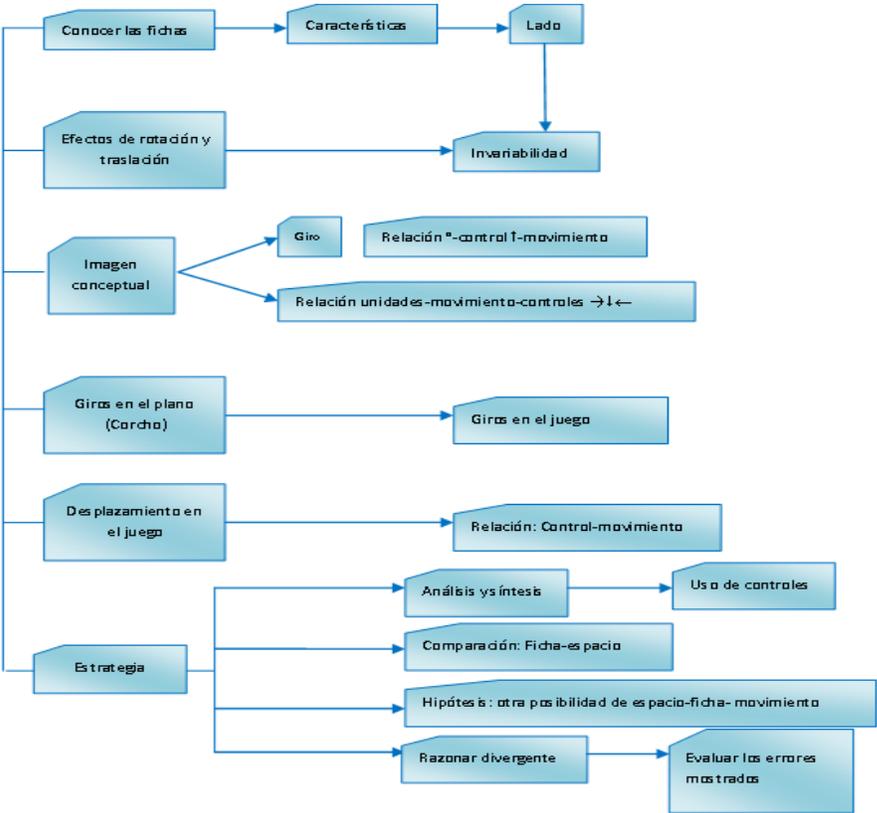
**Tabla 5.1.** Desempeños de Juan David en tareas de Rotación y Traslación

Como se puede ver en las manifestaciones (Ver estudio completo en Anexo 5.), y, en específico, la síntesis que muestra la Tabla 5.1., Juan David es un estudiante que se mantiene atento a la presentación del juego, y responde constantemente aunque no se le esté preguntando directamente. Ello manifiesta su falta de control sobre las respuestas que emite, pues es un estudiante con comportamiento hiperactivo que en muchas ocasiones no respeta el turno conversacional.

El estudiante necesita frecuentemente de la ayuda de un estímulo externo -como señas, ayuda de los compañeros y de la profesora- para dar respuestas adecuadas, pues aunque emite las respuestas cercanas a lo que se espera, el estudiante no cuenta con un vocabulario fluido. Es evidente que Juan David mantuvo una excelente coordinación ojo-mano, durante el momento del juego del Tetris. Aunque no lo asociamos inicialmente a una categoría del modelo de visualización, ésta se evidenció en algunos estudiantes durante el desarrollo del presente estudio. Este comportamiento fue evidenciado en la evaluación hecha por la terapeuta ocupacional (ver 3.2.1. Juan David).

Por último, podemos ver que el principal problema de Juan David radica en el uso adecuado de vocabulario y en el comportamiento exploratorio sistemático, ya que él logró en el resto de tareas, un desempeño adecuado. Además, el estudiante tuvo un acercamiento a los conceptos de rotación y traslación con nociones intuitivas y relacionadas con movimientos corporales. Por esto, encontramos posible que el estudiante entienda los efectos de dichos movimientos rígidos en el plano.

Para ilustrar de otra manera el perfil cognitivo de Juan David, hemos diseñado el Esquema 5.1., que permite ver las actividades desarrolladas, y la ruta cognitiva que llevó a cabo en dicho acercamiento a la rotación. Los recuadros de la izquierda, muestran las actividades hechas y los desempeños de los estudiantes, los recuadros de la derecha, presentan los resultados de los estudiantes. Las flechas muestran las relaciones establecidas entre los desempeños de los estudiantes en las actividades y resultados obtenidos en las mismas. En el caso de existir un “rayo”, indica que no se obtuvo dicho resultado en el desempeño del estudiante (ver Esquema 5.2. Relaciones de desempeños de Miguel Ángel)



**Esquema 5.1.** Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de Juan David

## 5.2. VÍAS PARA PROFUNDIZAR EN EL ESTUDIO

Este trabajo está enmarcado dentro de la línea de investigación Aprendizaje y Enseñanza de la Geometría que se preocupa por el estudio de fenómenos didácticos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la geometría en todos los niveles. Este estudio nos permitió evidenciar que la investigación en didáctica de la geometría, acerca de la Visualización puede aportar al modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), y viceversa, en la medida en que pudimos seleccionar unas categorías de análisis de visualización, para asociarlas a funciones y operaciones del modelo.

Vemos que es posible introducir el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva al campo de la didáctica de la matemática, hecho que hasta el momento no parece ser explorado por otros investigadores. Logramos, a partir del estudio de funciones y operaciones propias del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), establecer unas relaciones con miras a explorar conceptos geométricos. Además, pudimos dar cuenta de que el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) pudo implementarse a través de un dispositivo didáctico para explorar nociones matemáticas de rotación y traslación, y en este sentido, el modelo puede aportar a la exploración y formalización de otros conceptos matemáticos. De esta manera, podríamos indagar ¿cuáles son los alcances del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) para el aprendizaje de conceptos matemáticos?

Con la intención de motivar el planteamiento y desarrollo de futuros estudios sobre el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) en matemáticas y establecer relaciones con la visualización, alrededor de tareas de rotación y traslación, podemos manifestar que, en principio, el presente estudio alcanza los objetivos propuestos a corto plazo. Sin embargo, quedan muchos objetivos que, aunque no están plasmados en esta propuesta, pueden seguirse investigando.

***Generalización de rutas cognitivas.*** Podríamos indagar cuál sería el comportamiento de otros estudiantes con características similares a los estudiantes de los estudios de caso, frente a las mismas tareas planteadas en el dispositivo didáctico. Por ejemplo, podríamos analizar una ruta cognitiva de los estudiantes con déficit de atención e hiperactividad,

como en el caso de Juan David, o con problemas de inseguridad como en el caso de José Daniel. Entonces la pregunta que surge frente a este aspecto sería: ¿qué posibilidad habría de generalizar las rutas cognitivas para otros estudiantes con déficit de atención e hiperactividad problemas emocionales como la inseguridad? Dos posibles hipótesis a confirmar serían: (i) todos los estudiantes hiperactivos o con problemas emocionales se desempeñan de igual forma en tareas que implican el acercamiento con elementos visuales como el videojuego; (ii) existen tareas específicas que hacen funcionar de manera exitosa a los estudiantes con déficit de atención e hiperactividad.

*Sistematización de la propuesta de exploración de nociones matemáticas con base en el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).* Otro aspecto en el que se pudiera seguir profundizando sería explotar más el material del dispositivo didáctico en sus tres momentos, ya que la premura del tiempo hizo que algunas de las tareas planeadas no se desarrollaran en su totalidad. Es así como podríamos volver a hacer una aplicación de manera más pausada, e incluso discutir la posibilidad de ampliar el conjunto de tareas, con el fin de sistematizarla.

La pregunta a resolver sería: ¿qué tipo de actividades serán necesarias para la creación de un dispositivo didáctico que propicie la activación de las funciones y operaciones mínimas en el aprendizaje de conceptos matemáticos de rotación y traslación? Dos posibles hipótesis sobre cómo podría ser la propuesta es: (i) al aplicar el dispositivo didáctico en diferentes poblaciones con características similares, se pueden obtener resultados muy similares; (ii) entre más tareas se propongan en el dispositivo didáctico, es posible explorar de mejor manera las nociones que los estudiantes tienen frente a cada uno de los contenidos matemáticos.

*Tareas que posibilitan la compensación de disfunciones del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).* Teniendo en cuenta que el último objetivo propuesto en este estudio era identificar en el desempeño de los estudiantes cuáles actividades les ayudan a compensar las dificultades de aprendizaje con actividades que permitieran motivación, atención y control, entre otras. En nuestro análisis apenas logramos insinuar qué actividades pudieran servir. Es entonces como se podría proponer un dispositivo didáctico en el que se profundice en el desarrollo de funciones con base en

las disfunciones que presenten los estudiantes escogidos para la aplicación del dispositivo didáctico y responder la siguiente pregunta de investigación: ¿qué posibilidades existen de plantear tareas que ayuden a superar necesidades particulares de aprendizaje de nociones geométricas, en el caso particular de la rotación y la traslación? Una posible hipótesis que surge frente a esta pregunta sería: si se plantea un dispositivo didáctico que abarque la mayoría de disfunciones de los estudiantes, se posibilita la mejor exploración de las nociones geométricas en los estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.

***Particularización del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) a funciones y operaciones propias de la actividad matemática.*** Frente a la planeación, diseño, ejecución y evaluación de esta propuesta, se podría pensar en la creación implementación y evaluación de una unidad didáctica que explore nociones de rotación, traslación y simetría, con el fin de explorar a fondo el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y crear una secuencia de enseñanza que dé cuentas de la utilidad del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) en el aprendizaje de las nociones geométricas. La pregunta de investigación sería: ¿hasta qué punto es posible utilizar el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) en la planeación, diseño, ejecución y evaluación de una unidad didáctica con miras a explorar nociones matemáticas? Proponemos profundizar en un trabajo más cuidadoso, relacionado con las funciones y operaciones propias de la actividad matemática, e incluso, vinculada con procesos y habilidades de visualización y crear así un modelo particular del modelo general de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), ya que es un modelo poco explotado en el área de matemáticas.

***Gestión del profesor en un ambiente de enseñanza aprendizaje que incluya: profesor - contenido matemático – estudiante - videojuego.*** Otra vía para desarrollar un trabajo más profundo de investigación, podría ser la gestión del profesor frente a este tipo de ambientes. En este trabajo se evidenció que existe una relación entre: contenido matemático, profesor, videojuego y estudiante. Pudimos ver que la gestión del docente requiere de mucha creatividad y de control sobre la tarea propuesta, ya que no es sólo usar la herramienta videojuego como instrumento de aprendizaje. Podríamos investigar: ¿cuál debe ser la gestión del profesor en el aula de clase donde están presentes estos elementos?

## CAPÍTULO 6.

### CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan a continuación, no pretenden dar por terminada la actividad investigativa propuesta en el presente estudio. Como se mencionó en el capítulo 5, pretendemos profundizar en algunos de los tópicos propuestos allí. No obstante, podemos mostrar algunas conclusiones parciales de este estudio organizadas según: los objetivos del estudio, el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y su relación con Visualización, el comportamiento de estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje, el videojuego y el aprendizaje en matemáticas, la inserción de los videojuegos al aula de matemáticas, el manejo de grupo en la implementación de éstas actividades y sobre la actividad investigativa.

*Sobre los objetivos propuestos en el estudio.* Podemos reconocer que el presente estudio logra involucrar la actividad extraescolar, de la realidad de los estudiantes, al ámbito escolar, teniendo como base la mediación docente, guiada por la aplicación de un dispositivo didáctico creado especialmente teniendo en cuenta las necesidad de aprendizaje de los estudiantes. Esto es, el estudio cumple con los objetivos propuestos inicialmente, estos son: el análisis de las funciones y operaciones propias del modelo MEC y la relación de manera específica con los procesos de visualización, el diseño y aplicación de tareas en las que se involucran las nociones de rotación propiciadas por la interacción del estudiante con el videojuego, el análisis de las manifestaciones de los procesos de visualización activados por los estudiantes, la identificación de desempeños en los que las actividades les ayudan a compensar dificultades y la elaboración de las rutas de las necesidades particulares de aprendizaje de los estudiantes seleccionados. Esto se logra en la medida en que se utiliza el videojuego para explorar nociones de rotación y traslación, a través de tareas que favorecen la visualización y atienden las disfunciones cognitivas de los estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.

*Sobre el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y su relación con Visualización.* Tanto el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), como la visualización, aportan elementos teóricos que logran fusionarse para la creación de

un dispositivo didáctico que busca explorar las nociones que tienen los estudiantes del Gimnasio Los Robles sobre Rotación y Traslación.

***Sobre el modelo y su relación con la visualización.*** Podemos encontrar en el modelo funciones transversales a todas las áreas de aprendizaje, lo que permite disponer de criterios para la evaluación de los estudiantes; sin embargo, el presente trabajo de investigación, nos permite analizar con más cuidado el desempeño en tareas que requieren de habilidades y procesos de visualización lo que nos lleva a cambiar la visión frente al perfil cognitivo de algunos estudiantes.

***Sobre el comportamiento de estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje.*** El videojuego permite que los estudiantes del estudio de caso muestren desempeños exitosos al desarrollar las tareas propuestas por en el dispositivo didáctico, en tareas que apuntan a la noción de traslación y rotación. Es evidente la diferencia de los resultados obtenidos, en contraste con los que se mencionan en una clase cotidiana de matemáticas. La componente visual de la herramienta del Tetris logra centrar la atención y distribuirla para realizar adecuadamente tareas que implican movimientos rígidos en el plano, además de permitir la motivación del estudiante para que las estrategias que plantee le ayuden a ganar el juego. Esto implica que algunas de las dificultades de un estudiante con necesidades particulares de aprendizaje, sean compensadas con otras habilidades desarrolladas por él durante la actividad, al utilizar el recurso tecnológico.

***Sobre el videojuego y el aprendizaje en matemáticas.*** Se puede observar que el recurso tecnológico, en este caso el uso del videojuego Tetris, acompañado de un diseño pedagógico apropiado, favorece el desempeño en el acercamiento a las nociones matemáticas de niños que tienen necesidades particulares de aprendizaje. Vale la pena resaltar que aunque existen diferentes tipos de videojuegos que son llamativos por su entorno visual, y de sumo interés para los estudiantes, no todos ofrecen el entorno necesario para tratar con conceptos matemáticos sencillos. Además, el profesor debe tener un dominio del juego suficiente para poder hacer diseños pedagógicos con base en él, que se adecue a los conceptos que se van a enseñar y a las necesidades de los estudiantes.

***Sobre la inserción de videojuegos en el aula de matemáticas.*** La planeación de actividades con base en videojuegos que son parte de la realidad de los estudiantes, implica dedicar tiempo a analizar detenidamente el currículo del grado correspondiente, seleccionar contenidos y preparar actividades que permitan acercamientos conceptuales para ganar profundidad en el conocimiento de las temáticas. Esto llevaría a dejar de pensar el currículo de matemáticas como una “acumulación” de temas para cada grado escolar y comenzar a reconocer la riqueza conceptual que tendría cada temática desarrollada con calidad.

***Sobre el manejo de grupo en la implementación de estas actividades.*** Es muy probable que el uso de este tipo de actividades en grupos grandes, no dé resultados positivos, ya que la preparación y aplicación de las mismas demandan tiempo y atención constante en cada uno de los “videojugadores”.

***Sobre la actividad investigativa.*** La toma de decisiones, frente a este tipo de análisis, es complicada, ya que hay que hacer una inspección minuciosa de la información relevante, manteniendo presentes, de un lado el marco teórico, y de otro, la actividad matemática que despliegan los estudiantes asociada a las nociones de traslación y rotación. Esto es, se debe mantener el “lente investigativo” para poder hacer el filtro de la información realmente importante. El tiempo dedicado al análisis de los estudios de caso requiere de bastante tiempo, lo que nos hace reflexionar sobre la complejidad de los análisis cualitativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bishop A. (1983). *Spatial abilities and mathematics thinking- A review*. En Lesh, R.& Landau (Eds). *Adquisition of mathematics concepts and process*. Academic Press. New York, 176-178.
- Bolea, P. et al (2008). *Diseño de prácticas en la geometría para maestros*. II jornadas de innovación docente, tecnologías de la Información y de la comunicación e investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza, 1-38.
- Del Grande, J. (1990) *Spatial Sense*. *Arithmetic Teacher*. Vol 37.6, 14-20
- Duval, R. (1993) *Geometrical pictures: kinds of representation and specific processings*. En *Exploiting the mental imaginery with computers in Mathematics Education*. Series F: Computer and systems sciences, vol. 138. Consultado el 16 de junio de 2010. En: [http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=R6PC\\_8GCt2AC&oi=fnd&pg=PA142&dq=Aprehensión+Duval&ots=a-nj8LecEk&sig=ei9UdIdXQzi2lWwPHMA4Hlfc4nU#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=R6PC_8GCt2AC&oi=fnd&pg=PA142&dq=Aprehensión+Duval&ots=a-nj8LecEk&sig=ei9UdIdXQzi2lWwPHMA4Hlfc4nU#v=onepage&q&f=false), 142-158
- Gal, H. y Linchevski, L. (2010). *To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception*. *Educational Study of Mathematics*. 74:163–183 DOI 10.1007/s10649-010-9232-y. Online Springer Science+Business Media B.V. 2010
- Gijak, Z. *Tetris: Delphi Version with Source Code (Free version)*. Consultado el 1 de Octubre del 2009, en <http://delphi.about.com/od/gameprogramming/ss/Tetris.htm>.
- Gómez, I.; Lucumí, D. Parra, D., Lobelo, f. (2008). *Niveles de Urbanización, Uso de Televisión y Video-juegos en Niños Colombianos: Posibles Implicaciones en Salud Pública*. *Rev. Salud pública*. 10 (4), 505-516.
- Gutiérrez, A. (1996b). *Visualization in 3-dimensional Geometry: in search of a framework*. En L. Puig y A. Gutiérrez (Eds) *Proceedings of the 20<sup>th</sup> PME conference*. v.1, 3-19.

- Lasala, P. (1992). *El programa de Enriquecimiento Instrumental de R. Feuerstein y la Filosofía para Niños de Lipman. Un estudio comparativo. Aprender a pensar: Revista Internacional para niños y niñas*. Consultado el 17 de junio de 2010 en: <http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=YJnAOWe59EUC&oi=fnd&pg=PA71&dq=países+investigación+modificabilidad+estructural+cognitiva+&ots=0-AnEXph37&sig=vtU6kwq UnwfrdY0HMTx-2oXpGoU#v=onepage&q=modificabilidad%20&f=false,71-81>.
- Montero, E. et. al. (2010) *Aprendiendo con videojuegos: jugar es pensar dos veces*. Edición 1. Narcea Ediciones. Consultado el 16 de junio de 2010 en: [http://books.google.com.co/books?id=A2OMtro3444C&printsec=frontcover&dq=aprendiendo+con+videojuegos+jugar+es+pensar+dos+veces&source=bl&ots=2T\\_A-7tM7D&sig=aP3N19by\\_xEzbbpQadtokKm-DE&hl=es&ei=JZgZTJykLoGBIA\\_f6soC-Cw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=5&ved=0CCQQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false, 15-17, 41](http://books.google.com.co/books?id=A2OMtro3444C&printsec=frontcover&dq=aprendiendo+con+videojuegos+jugar+es+pensar+dos+veces&source=bl&ots=2T_A-7tM7D&sig=aP3N19by_xEzbbpQadtokKm-DE&hl=es&ei=JZgZTJykLoGBIA_f6soC-Cw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CCQQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false, 15-17, 41).
- Presmeg, N., (1986). *Visualization in High School mathematics. For the learning of mathematics*, 6, 3, 42-46.
- Prieto, M. D. (1987) *Modificabilidad Cognitiva y el programa de Enriquecimiento Instrumental de Feuerstein*. Colección Nueva Escuela. Editorial Bruño, Madrid.. P: 25-75.
- Rufinelli, A. (2002). *La Modificabilidad Estructural Cognitiva en el Aula reformada*. Revista UMBRAL N°. 9, 1-18.
- Sedeño, A. M. (2000). *La componente visual del videojuego como herramienta educativa*. OEI (Revista Iberoamericana de Educación), 1-7.

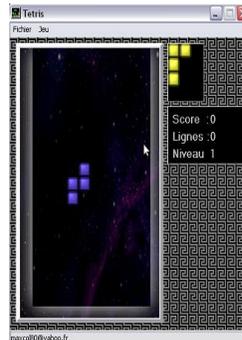
- Torrealba, G. (2008). *Las TIC y la metodología de proyectos de aprendizaje: Algunas experiencias en formación docente*. Educere. [online]. mar. 2008, vol.12, no.40 [citado 15 Junio 2010], p.71-78. Disponible en la World Wide Web: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-49102008000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000100009&lng=es&nrm=iso) ISSN 1316-4910.
- Torregrosa, G. y Quesada, H. (2008) *Coordinación de procesos cognitivos en geometría*. Revista latinoamericana de investigación en Educación Matemática. Vol. 10 (2), 275-300.
- Varela, A. et al. (2006) *Programa de Enriquecimiento Instrumental (PEI): alternativa pedagógica que responde al desafío de calidad en educación*. Fundação Luís Eduardo Magalhães (FLEM). Revista diversitas – perspectivas en psicología - vol. 2, no. 2, 297-310.
- Zanocco, P. et al. (2006). *Transformaciones isométricas en la educación general básica*. XIII Jornadas Nacionales de Educación Matemática. Pontificia Universidad Católica de Chile (Viña del Mar), 7-27

## Anexo 1. Descripción del videojuego Tetris

Este juego está construido con fichas conformadas por cuatro cuadrados unidos por los lados, y cuyos colores son característicos de acuerdo con las adecuaciones que se han hecho al mismo. En el presente estudio se utilizó la versión libre del videojuego de Gijak. A continuación se muestran las siete fichas del videojuego:



La mecánica del juego consiste en que las fichas van bajando de la parte superior de una pantalla rectangular. El jugador no puede impedir la caída de la ficha, pero si puede manipular los controles del juego que le permite hacer rotaciones de 90°, 180°, 270° y 360° grados, y traslaciones hacia la derecha, la izquierda y hacia abajo. El control usado para la rotación es la flecha arriba del teclado del computador (↑). Para hacer traslación a la derecha se usa la flecha derecha (→), para la traslación a la izquierda se usa la flecha izquierda (←), y para hacer una traslación hacia abajo se usa la flecha abajo (↓).



La puntuación del juego es proporcional a la cantidad de líneas hechas encajando las fichas construyendo “líneas” con las mismas fichas, de manera que cuando estas líneas se hacen, las fichas que están por encima de las fichas, todas las piezas descienden, liberando espacio para ubicar nuevas piezas que desciendan de la parte superior de la pantalla del juego. La caída de las piezas se acelera progresivamente, dependiendo del nivel que se alcance a partir del número de líneas completadas. Cuando las fichas se amontonan en la parte superior del juego, éste se acaba.

Anexo 2. Prueba escrita



**Gimnasio Los Robles**  
 DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS E INFORMÁTICA  
 CUARTO PERIODO 2009 (PRUEBA TETRIS)  
 QUINTO B



ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_

**NOTA:** Lee atentamente las siguientes preguntas y respóndelas teniendo en cuenta lo que sabes al respecto.

	<p><b>1.</b> Describe con tus palabras: ¿de qué se trata el juego?</p>
--	--

**2.** Dibuja las fichas y sus posibles movimientos. En caso de no haber el número de movimientos indicados llena con x el resto de posiciones.

FICHA	NOMBRE	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5

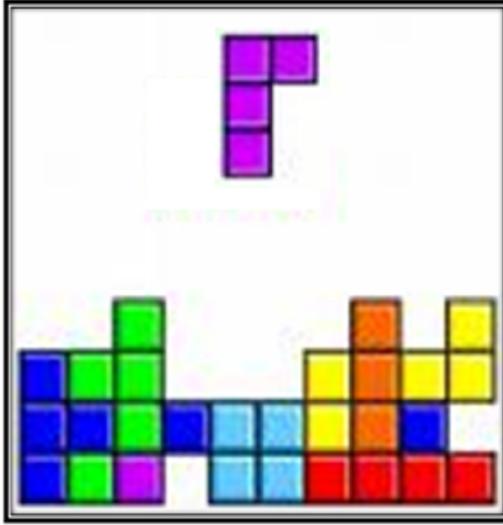
FICHA	NOMBRE	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5

**3.** Describe el movimiento que hace la ficha en forma de T.

**4.** Para ti, ¿qué es un giro?

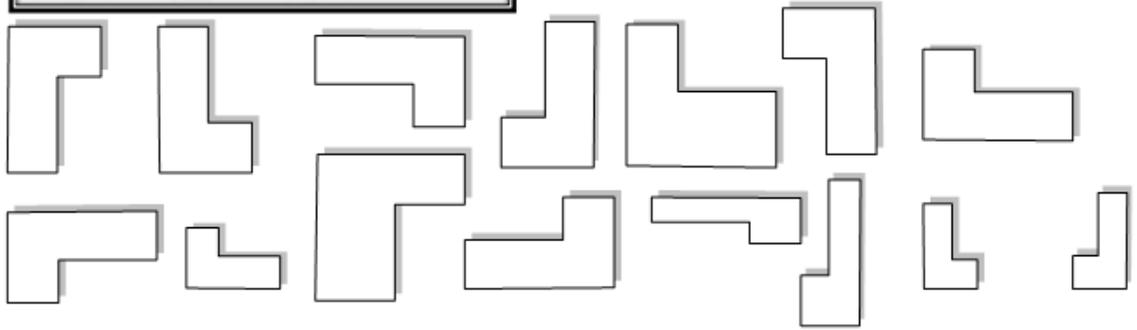
**5.** Para ti, ¿qué es un desplazamiento?

Teniendo en cuenta la figura y el espacio a llenar, responde las siguientes preguntas:



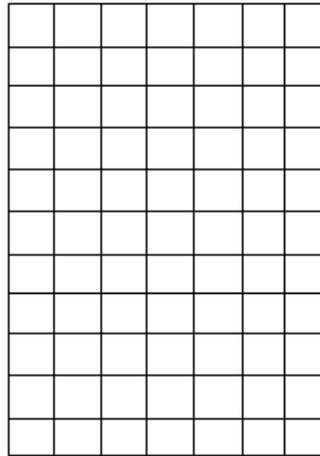
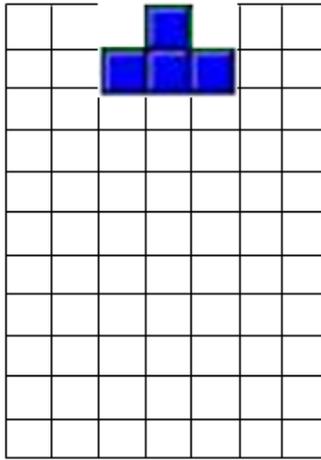
6. ¿Qué diferencias hay entre la ficha y el (los) espacio(s) para completar una línea con esa ficha?

7. De las fichas que muestran a continuación, señala cuál es la posición que sirve para completar una línea. Justifica

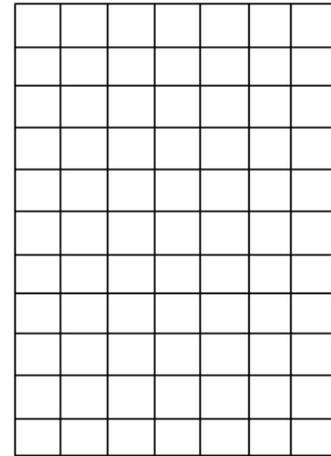


8. Describe con tus palabras los movimientos que debe hacer la ficha para lograr completar línea en el anterior ejercicio.

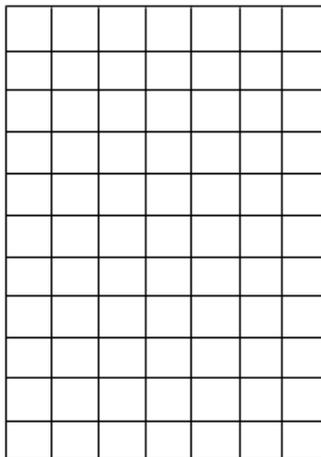
9. Observa el siguiente tablero de tetris junto con la ficha que va bajando y dibuja los movimientos indicados en los tableros auxiliares:



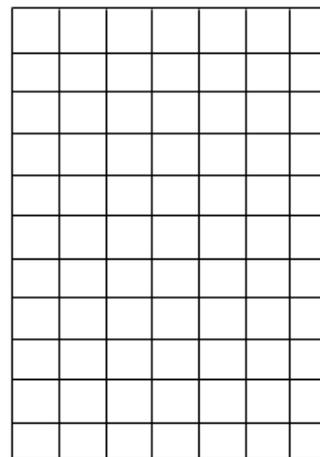
Mueve 2↑



Mueve 3↓



Mueve 1↑



Mueve 1←

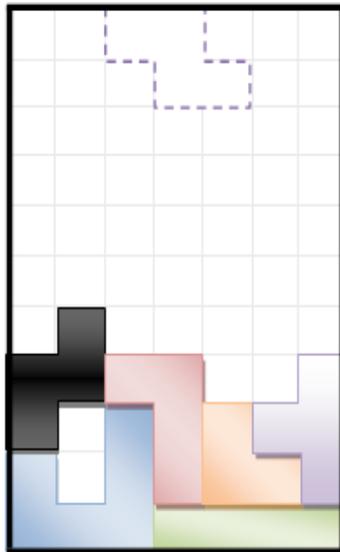
10. Describe con otros movimientos cómo llegarías al mismo lugar que llegaste del punto 9.

**11.** Observa las siguientes jugadas con mucha atención y justifica si las jugadas son equivalentes o no:

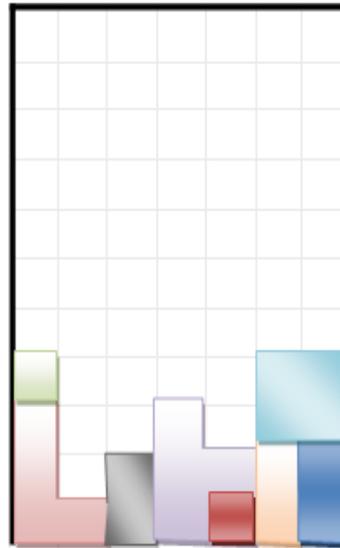
**Jugada a.** Con la ficha Z, hacemos 1→ y después 6↓.

**Jugada b.** Con la ficha Z, hacemos 1↓, después 1→, y luego 5↓

**Jugada c.** Con la ficha Z, hacemos 5↓, después 1→, y luego 1↓



Observa el juego y responde



¿Cuál de las tres jugadas mostradas anteriormente es la más eficiente? Justifica tu respuesta.

Observa la siguiente jugada y responde

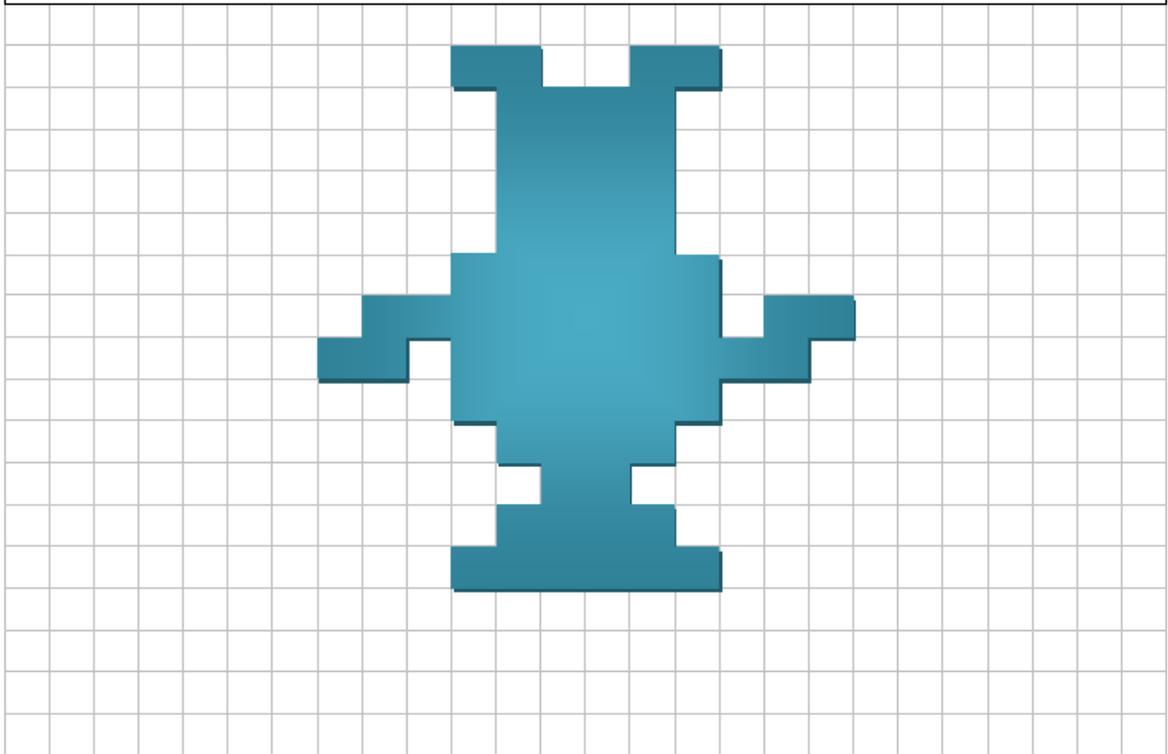
**12.** ¿Cuál fue el error que se cometió con la ficha z negra?

**13** ¿Qué movimientos hubieran sido los correctos con la ficha z negra para salvar esa jugada?

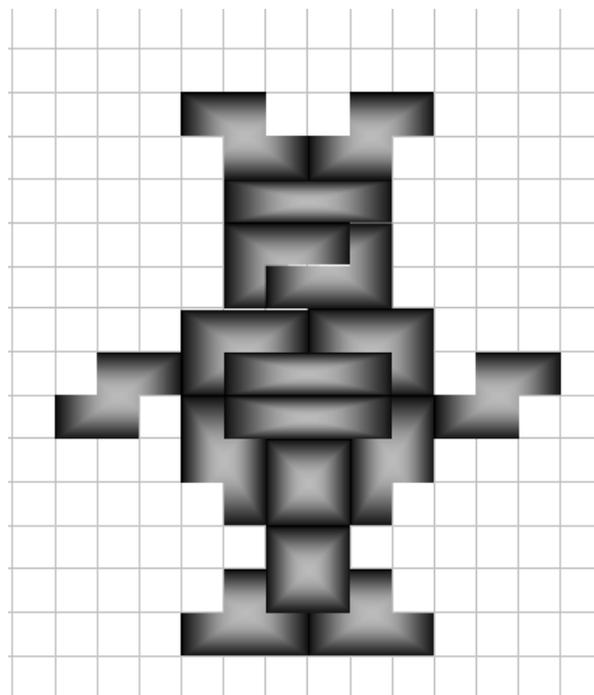
**14.** Si no vieras la ficha que va bajando y la futura, podrías decir ¿qué pareja de fichas te servirían para hacer 4 líneas con el menor número de movimientos?

**15.** Si la ficha que va bajando es , ¿cuál es la ficha futura que necesitarías para completar una línea? Escribe los movimientos necesarios para llevar la ficha que dijiste, en el menor número de movimientos.

16. Utiliza las fichas del tetris para realizar "El robot bailarín" que se muestra a continuación:



RESPUESTA AL EJERCICIO 16<sup>33</sup>



<sup>33</sup> Se anexa respuesta, sin embargo la prueba de los estudiantes no tenía dicha solución

### Anexo 3. Tabla y Esquema de relaciones de Miguel Ángel

Después de haber realizado el respectivo análisis a las tareas propuestas para los tres momentos (Actividad inicial, juego del Tetris y Prueba escrita), con el fin de establecer posibles relaciones entre el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) y las categorías de visualización, se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 5.2.

FASE DE ENTRADA					
O	Función	D	Visualización	M	Aspectos del desempeño frente a Rotación y Traslación
Identificar	Uso de preconceptos apropiados	E	Interpretación de la Información Figural	Presentación	<p>Identifica la ficha y las relaciona con letras y formas geométricas.</p> <p>Relaciona el lado con la figura que es importante al reconocer invariabilidad de la forma por transformación.</p> <p>Rota sin éxito fichas concretas, pero identifica giros y desplazamientos.</p>
	Uso adecuado del vocabulario	E	Interpretación de la Información Figural		
	Orientación espacial eficiente	NE	Reconocimiento de posiciones en el espacio		
	Orientación espacial eficiente	NE	Reconocimiento de posiciones en el espacio	Juego	
	Orientación espacial eficiente	NE	Reconocimiento de posiciones en el espacio	Prueba	
Comparar	Uso de preconceptos apropiados	E	Memoria Visual	Presentación	<p>Reconoce cuáles son las fichas del Tetris y las rechaza. Relaciona espacios y fichas, a través de rotación y traslación hechas a las mismas.</p>
	Uso de preconceptos apropiados	NE	Memoria Visual	Juego	
Sintetizar	Constancia y permanencia de esenciales	E	Conservación de la percepción	Juego	<p>Uso de la rotación y la traslación para hacer coincidir una pareja de fichas en un espacio; Efecto de una transformación en las fichas en</p>

	Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes	E	Memoria Visual	Prueba	movimiento.	
Analizar	Comportamiento o exploratorio sistemático	NE	Discriminación visual	Prueba	No logra recomponer una figura a partir de la rotación y traslación de fichas	
<b>FASE DE ELABORACIÓN</b>						
Proyectar relaciones virtuales	Uso apropiado del razonamiento	E	Procesamiento visual	Juego	No logra plantear estrategias de juego para poder anticiparse a la solución de determinada situación que incluyen los movimientos de traslación y rotación	
	Uso apropiado del razonamiento	NE	Procesamiento visual	Prueba		
	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	NE	Aprehensión operativa			
Representar y transformar mentalmente	Tratamiento adecuado de estrategias para verificar hipótesis	E	Aprehensión operativa	Juego		
Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	E	Procesamiento visual	Prueba		Anticipa resultados posteriores a la comparación entre jugadas equivalentes utilizando la composición de movimientos de rotación y traslación. Hace comparación entre espacios y fichas.
Decodificar	Percibir el objeto con claridad	NE	Interpretación de la información Figural			
<b>FASE DE SALIDA</b>						
Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	NE	Aprehensión operativa	Juego	Logra reconocer el error justificando la posible jugada en términos de composición de movimientos de rotación y traslación	
Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	E	Aprehensión operativa	Prueba		

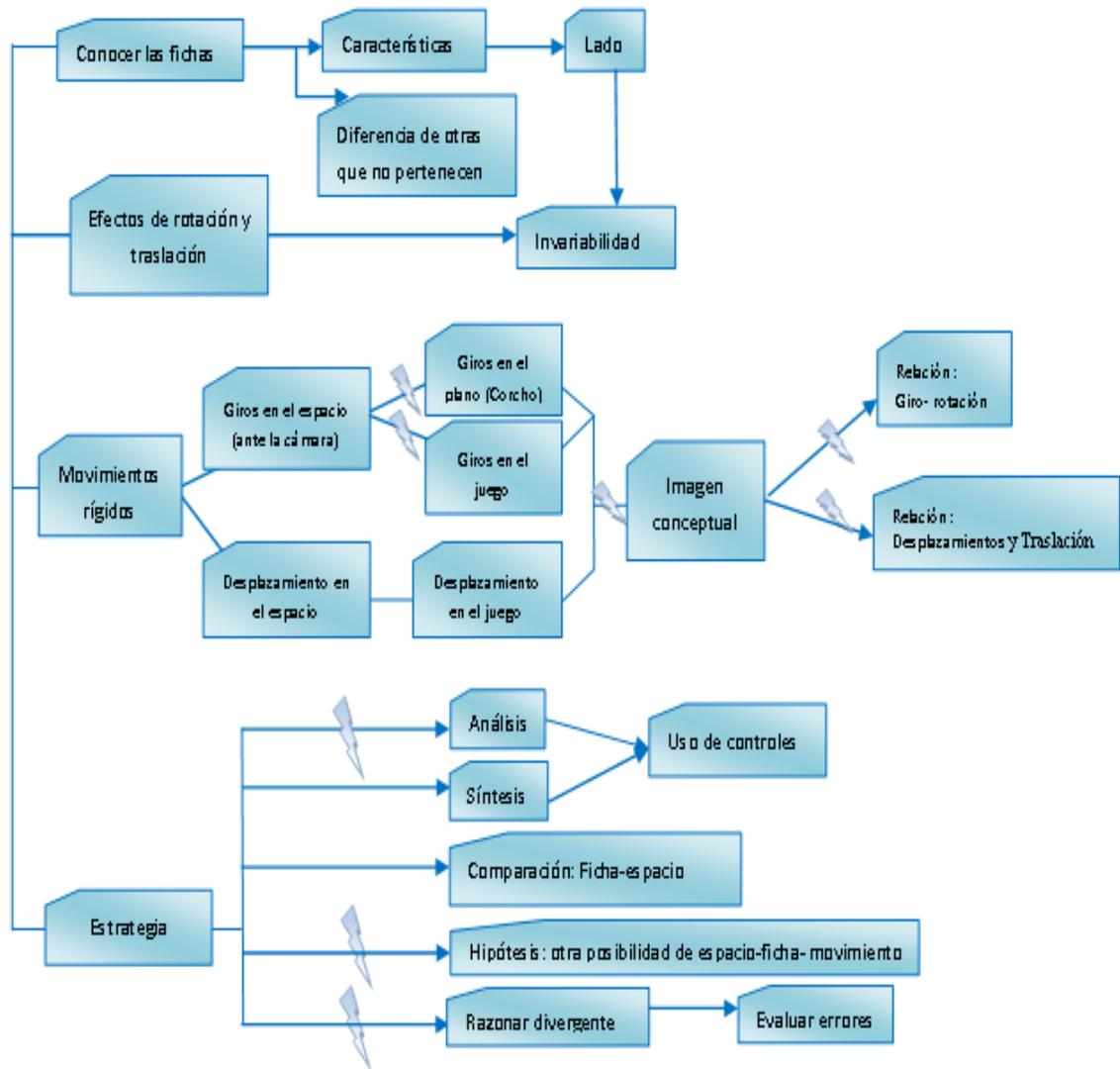
**Tabla 5.2.** Desempeños de Miguel Ángel en tareas de Rotación y Traslación

Haciendo la comparación con los comportamientos manifestados en la evaluación diagnóstica (ver contexto 3.1.2. *Miguel Ángel*), es evidente que el estudiante mantuvo las siguientes dificultades en: el seguimiento visual, al ejecutar la tarea correspondiente a la operación de síntesis, el seguimiento y cierre visual propios de la memoria visual. Además, Miguel Ángel mostró su ritmo lento durante toda la actividad, con largos momentos de silencio o con fácil distracción. Poco participa y sólo lo hace cuando se siente exitoso.

El estudiante necesita de mayor tiempo para responder las tareas planeadas. Posiblemente esto sea consecuencia de su déficit de atención, pues esto no le permite ganar sistematicidad, ni generalizar en sus exploraciones. Además, pensamos que también influye el ritmo con el que ejecuta sus acciones y sus argumentos.

Es evidente que Miguel Ángel no mantuvo una buena coordinación ojo-mano durante el momento del juego del Tetris, pues manifestaba hacer una jugada y ejecutaba otra, o sencillamente, su ritmo no le permitía ir a la velocidad del Tetris.

Para ilustrar de otra manera el perfil cognitivo de Miguel Ángel, hemos diseñado el Esquema 5.2., que permite ver las actividades desarrolladas, y la secuencia que llevó a cabo en dicho acercamiento a la rotación. Los “rayos” en el Esquema 5.2., hacen referencia a relaciones interrumpidas para llevar a cabo la tarea.



**Esquema 5.2.** Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de Miguel Ángel

#### Anexo 4. Tabla y Esquema de relaciones de José Daniel

En la Tabla 5.3., se discriminan los desempeños exitosos y no exitosos de José Daniel, en cada una de las fases del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) asociadas a las categorías de visualización a lo largo de los tres momentos de la secuencia didáctica.

FASE DE ENTRADA					
O	Función	D	Visualización	M	Rotación y traslación
Identificar	Uso adecuado del vocabulario	E	Interpretación de la Información Figural	Presentación	Identifica la ficha y reconoce que las sub-configuraciones de la ficha no están unidas por los vértices.  Rota con éxito fichas concretas. Y lo hace con éxito en el tablero del Tetris identifica giros y desplazamientos.
	Orientación espacial eficiente	E	Reconocimiento de posiciones en el espacio		
	Uso de preconceptos apropiados	E	Interpretación de la Información Figural	Prueba	
	Orientación espacial eficiente	E	Reconocimiento de posiciones en el espacio		
Sintetizar	Constancia y permanencia de esenciales	E	Memoria Visual	Juego	Uso de la rotación y la traslación para hacer coincidir una pareja de fichas en un espacio; Efecto de una transformación en las fichas en movimiento.
	Reconstrucción adecuada de un elemento a partir de sus partes	E	Memoria Visual	Prueba	
Decodificar	Percibir el objeto con claridad	E	Coordinación motriz	Prueba	Relación de rotación y traslación con giro y desplazamiento, y éstos con los controles
Analizar	Comportamiento o exploratorio sistemático	E	Discriminación visual	Juego	Recomponer una figura a partir de la rotación y traslación de fichas

FASE DE ELABORACIÓN					
Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	E	Procesamiento visual	Prueba	Anticipa resultados posteriores a la comparación entre jugadas equivalentes. Compone rotación y traslación.
Proyectar relaciones virtuales	Uso apropiado del razonamiento	E	Procesamiento visual	Juego	Anticipación de estrategias en términos de las jugadas más rápidas.
	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	E	Procesamiento visual		
	Uso apropiado del razonamiento	E	Procesamiento visual	Prueba	
	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	E	Procesamiento visual		
FASE DE SALIDA					
Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	E	Aprehensión operativa	Prueba	Reconocer el error justificando la posible jugada en términos de composición de movimientos de rotación y traslación

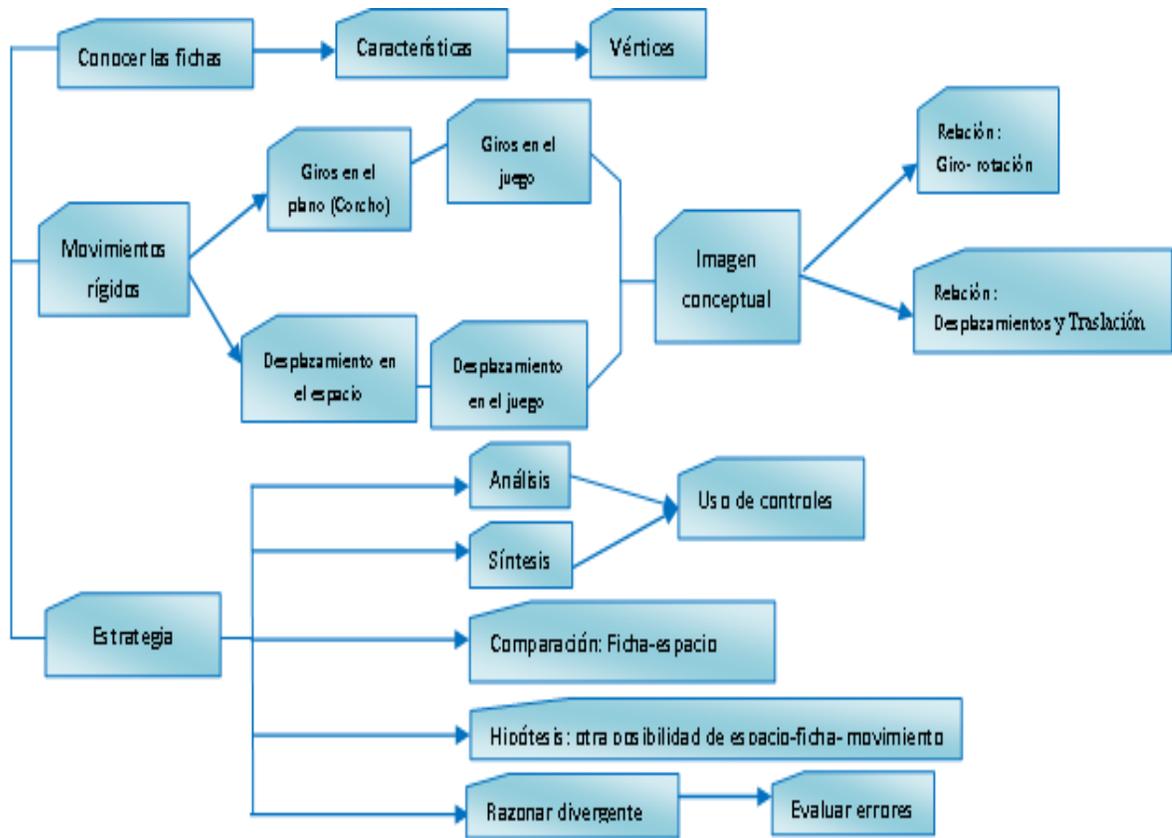
**Tabla 5.3.** Desempeños de José Daniel en tareas de Rotación y Traslación

Como se puede ver en la síntesis, José Daniel es un estudiante que aunque no parezca, se mantiene atento en todos los momentos de la actividad, ya que responde adecuadamente, y con seguridad a pesar de ser un niño inseguro como se manifiesta en la contextualización del estudiante.

Podemos ver que la única dificultad encontrada en José Daniel, fue en recordar la dirección que daba el giro, y transferirlo a la pregunta hecha en la prueba. Sin embargo, no hay problemas en el estudiante al plantear estrategias para culminar jugadas. El estudiante demostró por medio de pocas manifestaciones tener un nivel de conocimiento de ángulos, vértices, giros y preconceptos importantes al momento de acercarse a la rotación y la

traslación. Por esto, encontramos posible que el estudiante entienda los efectos de dichos movimientos rígidos en el plano y la composición de los mismos.

Para ilustrar de otra manera el perfil cognitivo de José Daniel, hemos diseñado el Esquema 5.3., que permite ver las actividades desarrolladas, y la secuencia que llevó a cabo en dicho acercamiento a la rotación.



**Esquema 5.3.** Relaciones de desempeños en cada fase del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de José Daniel

## Anexo 5. Manifestaciones de Estudio de caso Juan David

### *Momento 1: Presentación del juego*

#### *Manifestación 1*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso de preconceptos apropiados	IFI (Bishop)

En una de las actividades iniciales, la profesora saca una a una las fichas de una bolsa y pide a los estudiantes identificar de qué están compuestas las figuras. Al sacar la “T” ella espera que los estudiantes hagan referencia a cuatro cuadrados. El video muestra a Juan David, moviendo el dedo índice de la mano derecha vertical y horizontalmente.

**Tabla 6.1.** Manifestación 1 Juan David

**Interpretación.** En lugar de referirse a cuatro cuadrados, Juan David identifica los lados de la “T” hecho que se evidencia en que, con el dedo, va perfilando la silueta de la figura; no podemos afirmar que identifica las unidades configurales comunes a todas las figuras del Tetris. Juan David hace uso del concepto matemático de “lado” en la identificación de la figura; utiliza imágenes cinéticas y en este sentido el logro de la tarea es parcial de acuerdo con lo esperado pues se centra en la identificación de la silueta. Aunque el concepto lado no está directamente asociado con los conceptos de rotación y traslación es una herramienta útil para la conservación de esenciales para una posterior observación de invarianza de la forma ante una transformación. Aunque el modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) hace referencia al uso de “preconceptos” nos sentimos más cómodos imaginado que esto se refiere al uso de imágenes conceptuales pues la comparación es netamente visual.

Decimos que la identificación conlleva un proceso de interpretación de la información figural porque hace uso del preconcepto lado para extraer información de la figura.

## Manifestación 2

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Percepción clara y precisa	Identificación Visual (Del Grande)
<p>La profesora extrae fichas del Tetris de una bolsa para que los estudiantes las identifiquen, y las denominen. Después de haber hecho el ejercicio con la letra “le”, extrae la “J” y espera que los estudiantes se refieran a ella como una “le al revés”. Interroga a un estudiante pero Juan David es quien responde.</p> <p>Profesora: [Se dirige a Santiago] ¿A qué se parece ésta figura? [muestra la J]</p> <p>Juan David: Es como un hacha [mueve los brazos como cortando leña]</p> <p>[...]</p> <p>Profesora: ¿Se les parece a algunas de las letras? [...] ¿Cómo podemos llamarla?</p> <p>Juan David y otros: Jota, Jota</p>			

**Tabla 6.2.** Manifestación 2 Juan David

**Interpretación.** Inicialmente Juan David reconoce la figura como un hacha, de manera espontánea; después, cuando la profesora pide establecer la relación con una letra, el estudiante propone llamar la ficha por la letra “J”. Su primera reacción no está dentro de lo esperado por la profesora porque se suponía que debían hacer asociaciones con letras; sin embargo, tiene una percepción clara del objeto, ya que un “hacha” tiene forma de “jota”. Gracias a la insinuación de la profesora logra el desempeño esperado, identificando visualmente la ficha.

## Manifestación 3

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso adecuado del vocabulario	IFI (Bishop)
<p>Al cierre de la actividad de la bolsa, la profesora pide una denominación rápida de todas las fichas del juego al momento que las va extrayendo, según el acuerdo de los nombres asignados. Los estudiantes van diciendo en voz alta el nombre de la ficha que está asociado a una letra. Juan David responde al tiempo que otros sin que sea él a quien se le esté interrogando.</p> <p>Profesora: [...] entonces, quedarían llamándose... [Muestra las fichas en el orden I, L, J...]</p>			

Juan David: i, ele, jota, qu [responde al tiempo que se van mostrando las figuras]

Profesora: ¿Hay una qu entre las fichas? [Hace gesto de censura]

Juan David: [Mira confundido a la profesora y continúa diciendo las fichas ese, zeta, Te].

**Tabla 6.3.** Manifestación 3 Juan David

**Interpretación.** Juan David comienza a nombrar las letras que se relacionan con las fichas del juego; sin embargo, el hecho de estar expresando el nombre de las fichas en una secuencia parece confundirlo creyendo por un momento que se trata de nombrar letras sin asociación con figuras. Ante la mirada de censura de la profesora corrige el error y continúa nombrando las fichas correctamente. La equivocación no es manifestación de falta de identificación o de uso incorrecto del vocabulario, porque ante el gesto de la profesora, Juan David cumple la tarea correctamente.

Desde nuestro punto de vista Juan David discrimina las fichas pero falla momentáneamente en el código verbal usado para nombrarlas. En ese sentido tiene habilidad de interpretar información figurativa para asignar la convención establecida si cuenta con un control externo a él.

**Manifestación 4**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Comparar	Precisión y exactitud en la recogida de información	Discriminación visual (Del Grande)
<p>La profesora proyecta en la pared una pantalla en la que van apareciendo todas las fichas, una a una. Una vez han salido cuatro de ellas, pregunta a todos los estudiantes cuántas fichas tiene el juego. Los estudiantes cuentan en voz alta aquellas que han salido y continúan el conteo con las que van apareciendo. Juan David en lugar de seguir el conteo, asociando un número a la ficha, interviene de la siguiente manera:</p> <p>Profesora: Entonces, ¿cuántas fichas tiene el juego?</p> <p>Juan David: No sé, hay 10, [su voz sobresale de la de los demás en el momento en que los otros están contando. Una vez ha salido la última ficha dice] tiene siete... siete.</p>			

**Tabla 6.4.** Manifestación 4 Juan David

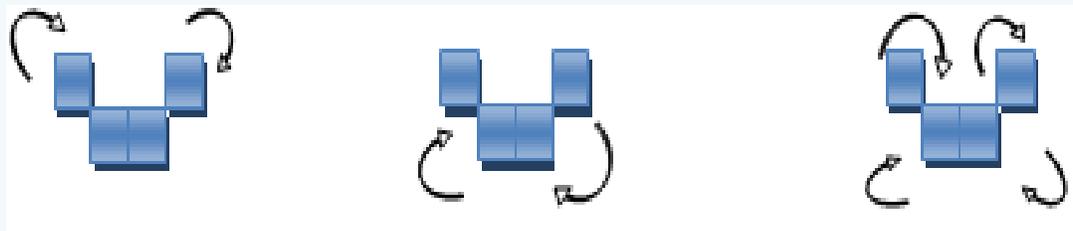
**Interpretación.** Inicialmente, Juan David dice un número al azar para referirse al total de fichas del Tetris, sin comparar el número de fichas que ha salido con el número de fichas que faltan por salir. Es decir, no lleva cabo ni una secuencia de conteo, ni un cálculo de tipo aditivo para responder. En un momento posterior, probablemente hace un conteo rápido y se adelanta a sus compañeros en la comparación de la parte con el todo, reconociendo que han salido todas las fichas después de salir la número siete.

Parece que Juan David tiene claro cuál es el conjunto de fichas en el juego del Tetris; es por eso que compara la cantidad con las que han salido. Decimos que Juan David lleva a cabo una discriminación visual de los objetos del Tetris pues la comparación entre las fichas lo lleva a suponer que ya han salido todas y por lo tanto hace el conteo rápidamente. En ese sentido, tiene éxito en la precisión y recogida de la información que se le pregunta aunque esta respuesta es posterior a una primera en la que dice un número al azar. Nuevamente es gracias un estímulo externo (proyección en la pantalla de las fichas del Tetris) que Juan David logra centrar la atención en la tarea y resolverla adecuadamente.

**Manifestación 5**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso del vocabulario	IFI (Bishop)
<p>La profesora muestra a los estudiantes la representación de una figura compuesta por cuatro cuadrados de igual tamaño, pero unidos por los vértices, formando una cadena. Su intención es que los estudiantes reconozcan que las fichas del Tetris están conformadas por cuatro cuadrados de igual tamaño que están unidos por los lados.</p> <p>Después de mostrar la ilustración, la profesora les pregunta a los estudiantes si la figura puede ser parte del juego. Responden varios estudiante al tiempo pero la voz de Juan David se diferencia de las demás, a pesar de no ser el directamente interrogado.</p> <p>1. Profesora: o sea que si yo pusiera esta ficha, [muestra la <i>figura 1</i>] ¿podría ser parte del juego?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>figura 1</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>figura 2</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>figura 3</i></p> </div> </div>			

2. Juan David: No, porque está mal... armada
3. Profesora: ¿Por qué sabemos que está mal armada? [La profesora les muestra la *figura 2* y los estudiantes reaccionan]
4. Juan David: Todos los cuadros tienen que estar rellenos [Varios niños aprueban lo que él dice]. Tienen que estar rectos. No se puede dejar ningún espacio. [Muestra con su mano derecha y un movimiento sobre la horizontal lo que parecen ser los espacios que deja la unión de los cuadrados por los vértices].
5. Profesora: O sea que por ejemplo, esta ficha si podría estar [muestra la *figura 3*].
6. Juan David: No, se dejaron espacios.
7. Profesora: ¿Cuáles son los espacios a los que se refiere?, ¿estos? [Muestra los espacios alrededor de los cuadros de la *figura 4*] o ¿éstos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la *figura 5*]



*figura 4*

*figura 5*

*figura 6*

8. Juan David: No
9. Profesora: ó ¿estos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la *figura 6*]
10. Juan David: [Afirma que son los espacios señalados en la *figura 6* con movimiento aprobatorio con la cabeza]. Los cuatro.
11. Profesora: [Dibuja una de las figuras del Tetris]
12. Juan David: Sí, así si sirve.
13. Andrés: Tienen que estar unidas por los lados.
14. Profesora: ¿Todos están de acuerdo con lo que dijo Andrés?
15. Juan David: [Hace movimiento aprobatorio con la cabeza].

**Tabla 6.5.** Manifestación 5 Juan David

**Interpretación.** En un primer momento, Juan David reconoce que una figura no tiene la configuración de las fichas del Tetris y se refiere a ella como “mal armada” [2]. Identifica visualmente la diferencia que existe entre las fichas del Tetris y la figura que se muestra. A petición de la profesora, argumenta por qué no es una ficha del Tetris. Para ello se refiere a que no se pueden dejar espacios [6] y explica a qué se refiere con la expresión

“los cuadros tienen que estar rellenos” [7]; entonces hace la comparación y posiblemente imagina los cuadros en teselado formando una figura, para diferenciar las figuras del Tetris con la que se le muestra, pero no tiene el vocabulario preciso para hacer la explicación. Para confirmar que el estudiante se refiere a los espacios que dejan los cuadrados cuando se unen por los vértices, la profesora muestra otra figura con una configuración similar. Efectivamente, el estudiante responde que se siguen dejando espacios y lo confirma ante la insistencia de la profesora [8-13]. Finalmente, ella muestra una figura del Tetris que Juan David reconoce como correcta [15]. Andrés, un compañero explica que los cuadrados se unen por los lados, expresando con claridad lo que Juan David estaba tratando de decir, y Juan David asiente.

El desempeño de la tarea confirma que Juan David interpreta la configuración patrón de las fichas del Tetris, pero no hace uso del vocabulario apropiado. Desde nuestro punto de vista, aunque el desempeño de Juan David podría servir para ilustrar cómo lleva a cabo la función de uso de preconceptos, preferimos referirnos al uso adecuado del vocabulario, porque lo que es más evidente es la dificultad del estudiante para comunicar lo que está pensando en relación con la operación identificar.

Juan David lleva a cabo la operación de identificación por medio de interpretación de la información figural aunque no cuenta con un vocabulario adecuado para expresarse. Este planteamiento pone en entredicho que la función uso adecuado del vocabulario sea pertinente a la operación mental de identificación, pues ésta puede ser netamente visual.

### ***Manifestación 6***

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Comparar	Uso de preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
Un cuadrado patrón de las fichas del Tetris que se diseñaron para presentar el juego a los niños (las que usaba la profesora) está exhibido encima de la mesa junto con fichas parecidas a las del Tetris pero que difieren de ellas en algunas características como: más número de cuadrados del cuadrado patrón, estar compuesta por cuadrados de menos tamaño del patrón o por rectángulos. La profesora va extrayendo fichas y se las muestra a los estudiantes para que cualquiera de ellos diga si pueden o no ser fichas del Tetris. Varios estudiantes hablan al tiempo y se destaca la voz de Juan David.			

9. Profesora: [Muestra una ficha de forma rectangular que se podría confundir con la figura Cuadrado del Tetris porque el largo no difiere mucho del ancho y porque el largo mide dos veces el lado del cuadrado; superpone el cuadrado patrón sobre la figura] ¿Esta ficha podría estar [en el juego]?, ¿éste sería un cuadrado entonces?
10. Juan David: No. [Algunos estudiantes dicen que sólo caben dos cuadrados patrón en la figura y además queda una región del rectángulo de menor tamaño a la de un cuadrado patrón].
11. Profesora: ¿Qué forma tendría entonces?
12. Juan David: Rectángulo.
13. Profesora: [Ahora muestra una figura compuesta por tres cuadrados del tamaño de la unidad patrón en forma de “ele” en donde no se muestran explícitamente las divisiones de los cuadrados.] Aproximadamente, ¿cuántos cuadritos caben en esta figura?
14. Juan David: tres, tres, tres...
- Profesora: [Mide y compara con un cuadrado de referencia y comprueba que caben dos abajo y uno encima de estos. A continuación muestra una L, compuesta por cuatro rectángulos cuyo largo es extremadamente mayor al ancho] ¿Esta figura?
15. Juan David: ¡No!
16. Profesora: ¿Ni parecida?, ¿Por qué si esta tiene forma de L o J?
17. Juan David: Está muy fea.
18. Profesora: Más que fea, ¿Qué más tiene?
19. Juan David: Está muy flaquita
20. Profesora: [Finalmente muestra una ficha en forma de L o J compuesta por rectángulos más anchos y largos que el cuadrado patrón] ¿Esta si puede ser?
21. Juan David: ¡No! Está muy gorda [Hace las señas con su mano, abriéndolas de lado a lado].

**Tabla 6.6.** Manifestación 6 Juan David

**Interpretación.** En una primera acción con respecto a esta tarea [1-5], Juan David, reconoce que la ficha que muestra la profesora es un rectángulo [5]. Posiblemente el estudiante hace una comparación de la ficha con cada una de las fichas del Tetris y reconoce que dentro del conjunto de fichas del Tetris no hay un rectángulo. Parece hacer una comparación “a ojo” entre el cuadrado patrón y la ficha, y así se da cuenta que no caben 4 cuadrados en la forma mostrada. Cuando los estudiantes dicen que sólo caben dos cuadrados Juan David asocia la figura con el rectángulo. Al comparar y denominar la ficha como un “rectángulo”, Juan David da muestras de conocer el preconcepto matemático de rectángulo distinguiéndolo del de cuadrado.

En una segunda acción [6-7], Juan David parece realizar una comparación “a ojo” del cuadrado patrón con la figura mostrada parecida a la “ele”. Producto de esta comparación, reconoce que la figura solo podría estar compuesta por tres cuadrados patrón. Se da cuenta que la figura no cumple con la configuración de las fichas del Tetris, lo que da muestras de que para el estudiante son claras las unidades configurales de las fichas del juego; en ese sentido creemos que tuvo que utilizar el preconcepto de cuadrado patrón y realizar la respectiva comparación.

En una tercera acción [8-13], Juan David rechaza la figura presentada (una ele formada con rectángulos) debido a la evidente diferencia con respecto a la ele del Tetris. Al hacer la comparación posiblemente reconoce que podría componerse por rectángulos muy angostos, y por esto las califica como “fea” y “flaquita”. Similar a lo ocurrido en el caso anterior, en la última acción [14-15] Juan David reconoce que la figura mostrada no corresponde a las fichas del juego, posiblemente porque se da cuenta que no puede componerse por los cuatro cuadrados patrón, sino por rectángulos muy anchos y por esto la relaciona con una figura “gorda”.

Parece que Juan David tiene claro cómo es la conformación de las fichas en el juego del Tetris y por eso, al comparar las fichas mostradas por la profesora con las fichas que ya conocía las rechaza. Decimos que Juan David lleva a cabo una discriminación visual de los objetos del Tetris pues tiene en cuenta sus diferencias y semejanzas visuales en relación con la forma de un cuadrado y de un rectángulo. En esta ocasión, el estudiante tiene éxito en las respuestas, sin necesidad de la ayuda del profesor para fijar la atención en lo que se le pide.

### ***Manifestación 7***

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
Esta tarea es posterior a la discusión sobre las posibles posiciones de las fichas del Tetris en relación con rotaciones de 90 grados o traslaciones izquierda–derecha o hacia abajo. La profesora pide a todos los estudiantes, que tomen una zeta de la bolsa y que pasen al frente a pegarlas en el corcho de			

acuerdo con alguna rotación de la ficha.

6. Profesora: Ahora van a hacer las rotaciones de la Z. Bien, ¿cuál es la z, la azul o la rosada?
7. Juan David: [Toma la ficha adecuada, es decir la azul] La azul. [Pasa al tablero espontáneamente, junto con otros estudiantes del grupo quienes sugieren posiciones para la ficha, e intenta poner la z en una posición distinta; sin embargo, cada vez que va a asegurar la ficha, se da cuenta que algún compañero ya ha usado la posición. Al final la asegura en una de las dos posiciones.].
8. Profesora: [Acepta la posición en la que varios compañeros colocaron sus fichas, que es igual a la posición de la ficha de Juan David, y luego se dirige a Juan David] ¡Cámbiela para que quede otra rotación! [se dirige a Juan David].
9. Juan David: [Intenta rotar la ficha de nuevo girándola 90 grados en varias ocasiones] No tiene más.
10. Profesora: Entonces, ¿De cuántas formas diferentes puede rotar la Z?
11. Juan David: Dos.

**Tabla 6.7.** Manifestación 7 Juan David

**Interpretación.** Juan David reconoce mediante los constantes giros hechos a la ficha, que la zeta sólo puede dar dos giros. Al preguntarle cuántas posiciones puede tomar la zeta gracias a la rotación puede realizar, él responde “2” con seguridad, que corresponde a las dos posiciones que está viendo en el corcho, y a las mismas dos que trató de usar, pero que no fueron aceptadas por la profesora pues ya se tenían. El estudiante da muestras de hacer una correcta identificación de la tarea al hacer varias rotaciones de 90 grados para confirmarlo, lo que implica que el estudiante tiene una apropiada orientación espacial [6]. Gracias a esta función Juan David entiende el efecto de una rotación y se acerca mediante la identificación de dicho efecto a este concepto matemático.

Por medio de esta actividad se hace explícito el concepto de rotación, ya que anteriormente sólo se lograban acercamientos al concepto de rotación o traslación, ahora el estudiante da muestras específicas del efecto de la rotación frente a una ficha en particular.

En esta manifestación la función “orientación espacial eficiente” está estrechamente ligada a la categoría de “reconocimiento de posiciones en el espacio” de Del Grande. Al realizar este reconocimiento, Juan David utiliza imágenes cinéticas para confirmar las posiciones de la ficha debidas a la rotación. Este hecho puede deberse a la tarea misma y

no ser espontáneo del estudiante aunque otros niños sólo exhiben el efecto de una rotación y no giran físicamente la ficha contra el corcho, acción que Juan David sí hace.

**Momento 2: Interacción con el videojuego**

**Manifestación 8**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Percepción clara y precisa	Identificación Visual (Del Grande)
<p>A continuación se presenta un diálogo, en el que la profesora pregunta por el nombre de las fichas del Tetris de acuerdo con la denominación dada para cada una de ellas en el momento 1, y verifica que el estudiante reconozca que el número total de fichas del Tetris es 7.</p> <p>12. Profesora: [...] ¿Cuáles son las fichas que hay?</p> <p>13. Juan David: Está la ele [figura que aparece en la pantalla]</p> <p>14. Profesora: esa que tiene ahí, ¿es cuál?</p> <p>15. Juan David: La ele</p> <p>16. Profesora La ele [va contando con sus dedos el número de figuras que lleva y repite lo que dice el estudiante en cada ficha] ¿esta cuál?</p> <p>17. Juan David: La ese, la zeta, el cuadrado, la Te mayúscula y... [parece que él cree que falta sólo una]</p> <p>18. Profesora: Faltan dos. Vamos a recordar las que me ha dicho: ele, ese, zeta, te mayúscula, el cuadrado...[con el juego pausado, el estudiante menciona la que está en la pantalla]</p> <p>19. Juan David: Está la Jota</p> <p>20. Profesora: Ya falta sólo una ficha.</p> <p>21. Juan David: y... la I</p>			

**Tabla 6.8.** Manifestación 8 Juan David

**Interpretación.** El estudiante recuerda todas las fichas del Tetris. Al momento de salir la quinta ficha del Tetris, Juan David parece manifestar que sólo falta una ficha por lo que la profesora interviene para decirle que aún faltan dos [8], a lo que el estudiante reacciona para completar el número de fichas del Tetris.

Podemos manifestar que por medio del reconocimiento de las fichas, Juan David tiene una percepción clara de las mismas. Debido a la sugerencia de la profesora, Juan

David logra el desempeño esperado identificando visualmente cada ficha dentro del conjunto de fichas del Tetris.

**Manifestación 9**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
<p>La profesora pregunta por las posibles posiciones de una ficha en relación con las rotaciones que puede hacer. Permite la comprobación del número de posiciones que puede adoptar la ficha que va apareciendo en la pantalla con los controles del juego.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: Bueno, y ¿qué rotación puede hacer cada una de las fichas? [...] Por ejemplo la que viene</li> <li>2. Juan David: Esa es la [inclina su cabeza ] zeta</li> <li>3. Profesora: Y la zeta, ¿qué posiciones tiene en el mismo puesto?</li> <li>4. Juan David: Cuatro</li> <li>5. Profesora: Demuéstreme que son cuatro con el control</li> <li>6. Juan David: [mueve el control del computador una vez, vuelve y lo mueve cuatro veces y cuenta los movimientos hechos al tiempo del movimiento]</li> <li>7. Profesora: [...] O sea, ¿cuántos cambios de posición vimos de esa figura?... Cuando está así Z, y....cuando está...</li> <li>8. Juan David: así [muestra la ficha: N]. Dos movimientos puede dar</li> <li>9. Profesora: Puede dar infinitos [movimientos], pero reconocemos en ellos solamente dos [posiciones], ¡muy bien!</li> </ol>			

**Tabla 6.9.** Manifestación 9 Juan David

**Interpretación.** Inicialmente, el estudiante necesita girar su cabeza para comprobar que la ficha que sale es una zeta. Este movimiento auxiliar indica que el estudiante necesita de imágenes cinéticas, para el reconocimiento de la ficha [2]. Para comprobar el número de posiciones producto de las rotaciones hechas por la ficha en mención, el estudiante utiliza imágenes dinámicas con el control del computador [6]. Por lo anterior podemos ver que el estudiante logra interpretar la información Figural, por medio del las imágenes cinéticas, lo que se constituye en un aspecto esencial para lograr una orientación espacial eficiente. Por

esta vía el estudiante logra discriminar las diferentes posiciones de las figuras en el espacio.

En síntesis, Juan David tiene una orientación eficiente de las posiciones de las fichas que se evidencian dentro del juego del Tetris. Y en consecuencia, el estudiante da muestras de reconocer las posiciones en el espacio.

**Manifestación 10**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Representar y transformar mentalmente	Tratamiento adecuado de estrategias para verificar hipótesis	Aprehensión operativa (Duval)
<p>Con las fichas en movimiento, la profesora pregunta si las fichas que van bajando llenan el espacio que se muestra en el tablero y si además hace línea.</p> <p>4. Profesora: ¿Usted cree que la figura que va bajando me completaría línea? [pausa]</p> <p>5. Juan David: Eh..No,</p> <p>6. Profesora: ¿Por qué?</p> <p>7. Juan David: porque faltaría una acá para completar línea [muestra el espacio señalado con una flecha amarilla]</p> <p>8. Profesora: ¿cuántos cuadritos harían falta por llenar?</p> <p>9. Juan David: dos</p> <p>10. Profesora: Dos cuadritos. Baje y compruébelo</p> <p>11. Juan David: ah, no, Uno. [se pausa de nuevo el juego]</p>			
			

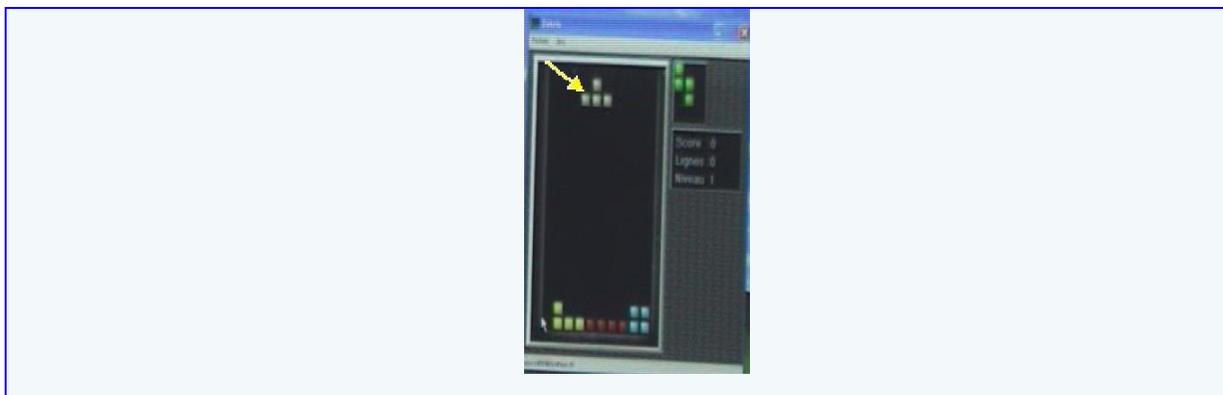
**Tabla 6.10.** Manifestación 10 Juan David

**Interpretación.** Al realizar una comparación de la ficha que va bajando con el espacio que se debe llenar, Juan David presupone que la ficha no llena el espacio y afirma que se necesitan dos cuadros para llenarlo; sin embargo, al compararlo se da cuenta que hace falta sólo un espacio

La respuesta que da Juan David con base en una medición que hace a “ojo” corresponde a una hipótesis errada que plantea para después verificar utilizando los controles [2-8]. Lo que nos permite ver que en esta manifestación, Juan David da muestras de poner en juego la función tratamiento de estrategias para verificar hipótesis bajo la operación de representar y transformar mentalmente dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC), sin tener éxito en el desarrollo de la tarea. De lo anterior podemos concluir que el estudiante no logra una aprehensión operativa.

**Manifestación 11**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Sintetizar	Reconstrucción apropiada de un elemento a partir de sus partes	Memoria Visual (Del Grande)
<p>La profesora pregunta si la ficha que va bajando llena el espacio disponible. Como ésta no la llena pide a Juan David que responda cuál o cuáles de las fichas del Tetris podrían llenar el espacio que se ve en la pantalla.</p> <p>15. Profesora: ¿Usted cree que la ficha que viene podría llenar el espacio?</p> <p>16. Juan David: No. Si éste [señala la parte superior de la T que baja] estuviera acá [espacio señalado por el puntero] sí se podría.</p> <p>17. Profesora: ¿Qué figura podría completar [el espacio]?</p> <p>18. Juan David: Una L</p> <p>19. Profesora: ¿Una L?, o ¿Una J?</p> <p>20. Juan David: Una Jota</p> <p>21. Profesora: ¿Por qué una Jota?</p> <p>22. Juan David: Porque si yo la roto me cabe acá [señalando el espacio por el que se había preguntado inicialmente]</p> <p>23. Profesora: Entonces quedaría así [hace con el mouse la forma T]. Ok.</p>			



**Tabla 6.11.** Manifestación 11 Juan David

**Interpretación.** Juan David logra reconocer en la Jota la ficha que completaría el espacio en el tablero [4-6], y propone un movimiento de rotación para encajarla allí [8]. El estudiante toma las características de la ficha y las compara con el espacio. De ésta manera, Juan David puede reconstruir el “todo” (espacio en el tablero), a partir de la configuración de la ficha Te, que en caso hipotético pudiera ser la ficha Jota. Esto es evidencia de la función de reconstrucción de un elemento a partir de sus partes, dentro de la operación de síntesis dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

A parte, de lograr la configuración de la ficha, el estudiante recurre a un giro para ubicar la ficha en la posición exacta en la que se encajaría en el espacio. Esto es, el estudiante hace un uso implícito de la rotación de la ficha que hipotéticamente se está planteando para llenar el espacio.

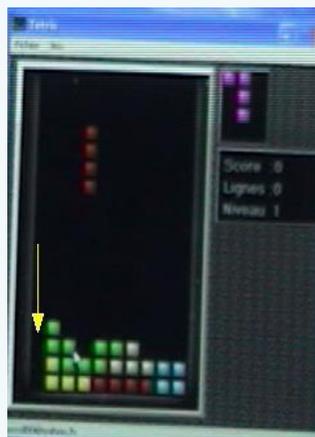
Podemos afirmar que Juan David da muestras de la habilidad para recordar características visuales y de posición que tiene la ficha Jota y que, en determinada posición, se corresponde con el espacio a llenar, lo que implica que el estudiante da muestras de tener memoria visual de las fichas del Tetris.

### **Manifestación 12**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	Procesamiento Visual (Bishop)

Con la ficha que va bajando, la profesora pide a Juan David que mencione los movimientos que haría para llenar el espacio que se muestra en la pantalla y que aparte de éste, diga otros caminos que podría adoptar para llegar al mismo lado.

- Profesora: Bien, esa I que viene ahí llena el espacio del juego, ¿qué movimientos hace la I para que llegue hasta acá? [muestra el espacio señalado]
- Juan David: La muevo hacia... hacia la izquierda [mueve hacia la izquierda su cabeza]
- Profesora: Y ahí ya hizo la línea o ¿le falta algo más?
- Juan David: bajarla.
- Profesora: ¿si yo hubiera hecho esto? [Mueve 1←, 1↓1←, 1↓, 1←, 1↓] y la bajo ¿es lo mismo?
- Juan David: ...sí, es lo mismo
- Profesora: ¿por qué?
- Juan David: llega al mismo lado
- Profesora: ok. Llega al mismo lado, pero ¿cuál es el camino más óptimo cuál?, ¿su camino o el mío?
- Juan David: Ehhhh
- Profesora: ¿Cuál se demora menos?
- Juan David: El mío
- Profesora: El suyo cierto, ¿por qué?
- Juan David: Porque yo la corro acá [señala su izquierda] y yo la bajo
- Profesora: Directamente. En cambio yo la estaba pensando, para allá y para acá. Muy Bien Juan David [hace dos líneas].



**Tabla 6.12.** Manifestación 12 Juan David

**Interpretación.** Después de que Juan David sugiere una estrategia [2-4], la profesora plantea una alternativa para hacer llegar la ficha al espacio indicado, y el estudiante identifica que con ella llega al mismo lado [5]. Al comparar ambos caminos, Juan David afirma que el de él es el más óptimo; parece entrever que su propuesta necesita de menos movimientos para llegar al mismo espacio [14].

Por medio de esta manifestación podemos ver que el estudiante discrimina y compara los caminos dentro de un conjunto de dos posibilidades para anticiparse a la solución, por lo que podemos decir que Juan David da muestras de una óptima función del ejercicio de la conducta comparativa dentro de la operación diferenciación.

Al comparar los diferentes caminos y escoger entre ellos el más “rápido” el estudiante convierte la información abstracta, correspondiente al camino planteado por la profesora, en imágenes visuales para lograr un apropiado procesamiento visual de la información planteada. Además por medio de esa conversión de información abstracta, el estudiante reconoce la ficha final como efecto de composición entre traslaciones, es decir que él implícitamente se encuentra haciendo uso apropiado del concepto intuitivo de traslación para poder escoger entre los caminos planteados.

**Manifestación 13**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Comparar	Uso de Preconceptos apropiados	Discriminación Visual (Del Grande)
<p>La profesora pregunta por el movimiento que podría hacer la ficha para llenar el espacio con el fin de que el estudiante mencione y utilice los movimientos utilizados.</p> <p>2. Profesora: Ahora esa que viene, ¿nos puede llenar línea?</p> <p>3. Juan David: Yo la volteo y la bajo [Señala la ficha del Tetris, y hace señas de bajarla]</p> <p>4. Profesora: La voltea, ¿cómo? Muéstreme el giro que va a hacer.</p> <p>5. Juan David: [Hace 3 giros y queda la Ele así: </p> <p>6. Profesora: ¿Acostada?, y ¿cabe en este espacio que está acá? [Señalando el espacio vacío con el</p>			

dedo. Ver pantalla], ¿o le sobraré algún cuadrado?

7. Juan David: No

8. Profesora: ¡Bájela para ver!

9. Juan David: [Baja la ficha]

10. Profesora: Entonces ahí ¿Qué hizo?, ¿qué movimientos hizo para llegar hasta acá?

11. Juan David: Ehhh, 3

12. Profesora: La giró 3 veces, la movió ¿hacia dónde?

13. Juan David: hacia la derecha

14. Profesora: ¿y?

15. Juan David: La bajé

16. Profesora: Y La bajó. ¿con la ficha que viene [figura en la parte superior derecha de la pantalla] puedo hacer línea?

17. Juan David: Sí acá [señalando el único espacio disponible para hacer línea]

18. Profesora: Ok. Muévala rápidamente

19. Juan David: [hace el movimiento acertado]



**Tabla 6.13.** Manifestación 13 Juan David

**Interpretación.** El estudiante hace una comparación entre el espacio a llenar y la ficha que tiene en el momento para anticipar el movimiento y qué debe hacer con la misma, [2]. Además, utiliza imágenes dinámicas para apoyar las afirmaciones hechas y para comprobar si cumple con el objetivo [2, 16]. Aunque inicialmente Juan David no

parece estar seguro de llenar el espacio con la ficha en la posición propuesta [6], después logra convencerse al hacer el uso de las imágenes dinámicas [16-18].

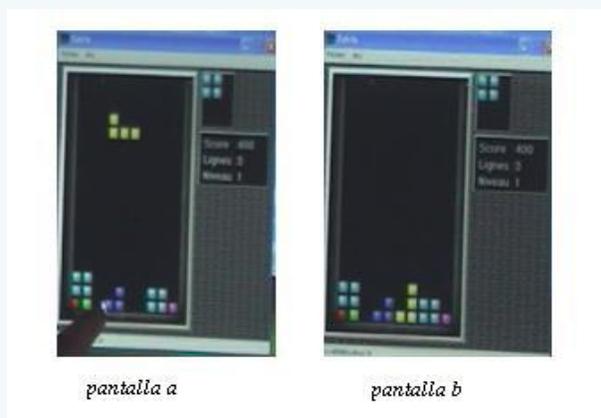
El estudiante da muestras de la función de uso de los preconceptos de rotación y traslación apropiados dentro de la operación de comparación, de la ficha con el espacio a llenar, para identificar los giros y desplazamientos para lograr el objetivo. Es decir, el estudiante muestra una correcta habilidad de comparar la ficha identificando sus semejanzas visuales con el espacio que debía llenar.

Es evidente la aplicación de una correcta discriminación visual, mediante la propuesta de los diferentes movimientos de rotación y traslación de las fichas presentes en el juego con los espacios del juego, lo que permite ver las comparaciones hechas para encontrar semejanzas entre las partes (espacio-ficha).

**Manifestación 14**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyectar relaciones virtuales	Uso apropiado del razonamiento	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>Con las fichas en movimiento y con las fichas futuras, la profesora pide a Juan David analizar si éstas “encajan” en el espacio del tablero y le pide que mencione los movimientos de rotación y traslación hechos con cada una de ellas.</p> <p>22. Profesora: Esa J que está bajando, ¿la puedo encajar acá?</p> <p>23. Juan David: No</p> <p>24. Profesora: ¿Por qué no?</p> <p>25. Juan David: Quedaría un espacio</p> <p>26. Profesora: Quedaría un espacio, ¿en donde?</p> <p>27. Juan David: Aquí [señalando acertadamente el lugar que quedaría vacío]</p> <p>28. Profesora: ¿Pero la puedo poner acá? [muestra un espacio de 2 cuadros]</p> <p>29. Juan David: Sí</p> <p>30. Profesora: ¿Y cabe perfectamente?</p>			

31. Juan David: Sí
32. Profesora: ¿Qué movimientos le haría?
33. Juan David: Ehh [gira la ficha]
34. Profesora: La gira
35. Juan David: Muevo a la derecha
36. Profesora: Y...
37. Juan David: La baja
38. Profesora: ¡Muy Bien!



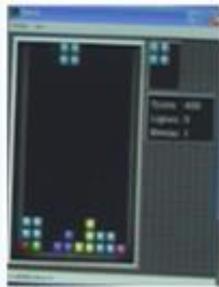
**Tabla 6.14.** Manifestación 14 Juan David

**Interpretación.** El estudiante interpreta la situación hipotética de encajar una ficha y predice posibles resultados a partir de la comparación entre la ficha y el espacio y de esta manera reconoce el número de “espacios” que quedarían bajo el supuesto de “llegar a acomodar la ficha allí” [5-16]. Juan David reconoce la relación existente entre los espacios del tablero del Tetris y los cuadros que conforman determinada ficha [4-6, 21-24], y supone sobre el cambio de posición que podría hacer a la ficha para poder acomodarla adecuadamente en un espacio del tablero [11-16].

Por lo anterior, podemos afirmar que el estudiante da muestras de justificar las respuestas a través de razonamientos válidos, haciendo uso de los giros [12] y traslaciones [14] de las fichas con el movimiento de los controles del juego. Esto da cuentas del uso apropiado del razonamiento por parte del estudiante dentro de la operación de proyección de relaciones virtuales en la fase de elaboración.

Podemos interpretar que el razonamiento utilizado por el estudiante hace referencia a la conversión e interpretación de de imágenes visuales ya formadas en otras imágenes visuales, que corresponden a la ficha en otra que va bajando en el correspondiente espacio señalado por el espacio a llenar, es decir que el estudiante logra hacer el procesamiento visual.

### *Manifestación 15*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Codificar	Cifrado de características de objetos a símbolos	Coordinación Motriz (Del Grande)
<p>La profesora pide a Juan David que verbalice cada uno de los movimientos que va a realizar con las fichas para hacerlas llegar al espacio del tablero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Profesora: Con las siguientes figuras que van bajando, usted me va a decir los movimientos que está haciendo. Si necesita pausarlas, lo puede hacer [explica lo puede mover hacia la derecha... lo giro, etc.]</li> <li>Juan David: Bueno            Lo muevo [el cuadrado] hacia la izquierda, lo bajo [Pantalla <b>a.</b>].            Lo muevo [el siguiente cuadrado] hacia la derecha, lo bajo [Pantalla <b>b.</b>].            Ehhh [viene la I], hacia la izquierda y lo bajo [Pantalla <b>c.</b>].            Ehhhh [viene la Jota], hacia la izquierda, lo bajo [Pantalla <b>d.</b>].            Ehhh, ahí baja sola [Viene la Zeta, y baja sin movimientos del estudiante]. [Pantalla <b>e.</b>].</li> </ul>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Pantalla a.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Pantalla b.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Pantalla c.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Pantalla d.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Pantalla e.</b></p> </div> </div>			

**Tabla 6.15.** Manifestación 15 Juan David

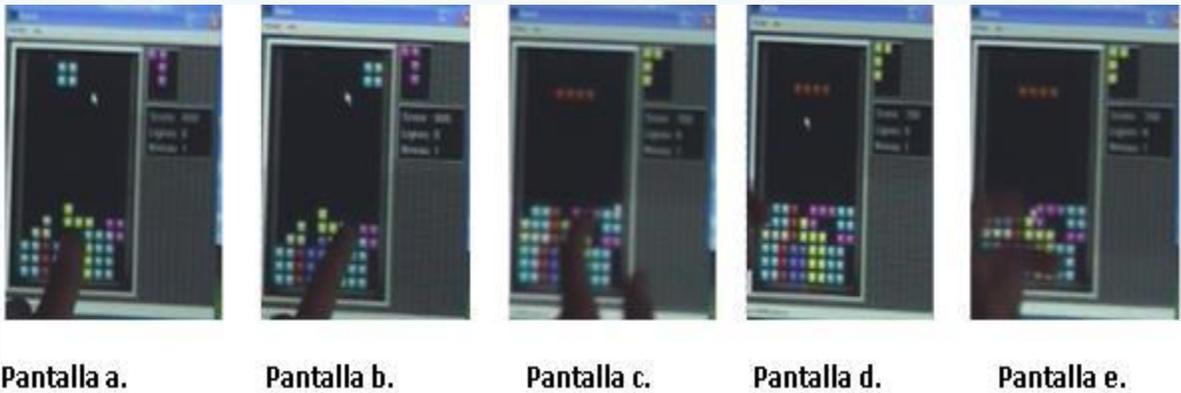
**Interpretación.** El estudiante verbaliza correctamente cada una de las acciones hechas mientras juega. Es decir que utiliza las palabras adecuadas para cada uno de los movimientos hechos como “muevo a”, “la corro a”, “baja sola” [2], sin equivocarse en este proceso verbal, ni crear espacios innecesarios en el juego. En estos movimientos no fue necesaria la rotación, por lo que el lenguaje evidenciado corresponde a la traslación de las fichas, nombrando adecuadamente lados izquierdo y derecho en sus movimientos. Esto es, Juan David da muestras de un código adecuado de los movimientos del juego mientras lo va haciendo con el control del juego.

Juan David hace adecuadamente el Cifrado de características de objetos a símbolos dentro de la operación de codificación, en la fase de entrada. Además, es capaz de seguir con los ojos el movimiento de las fichas de forma ágil y eficaz, mostrando que al verbalizar cada uno de estos movimientos, es capaz de conservar un tablero sin errores o espacios innecesarios.

### **Manifestación 16**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Representar y transformar mentalmente	Comportamiento exploratorio sistemático	Aprehensión Operativa (Duval)
<p>Con la ficha en movimiento, el estudiante creó un obstáculo para completar línea, y la profesora llama la atención ante este hecho, por lo que le pide a Juan David que verbalice y justifique lo que va a realizar en las siguientes jugadas.</p> <p>39. Profesora: ¿Dónde voy a poner este cuadrado para no seguir poniendo obstáculos en el tablero?</p> <p>40. Juan David: Lo podría colocar acá [Pantalla a.]</p> <p>41. Profesora: ¿Dónde más?</p> <p>42. Juan David: Acá [Pantalla b.]</p> <p>43. Profesora: Y, ¿dónde lo quiere colocar?</p> <p>44. Juan David: aquí [Pantalla b.]</p> <p>45. Profesora: [...] ¿Cómo podría encajar esa I?</p>			

46. Juan David: Aquí [Pantalla c.]
47. Profesora: [...] Si yo quisiera hacer una línea, con ésta y con la que viene, ¿cómo acomodaría las fichas?
48. Juan David: Ésta [I] aquí [Pantalla d], y la que viene [Jota] acá [Pantalla e]
49. Profesora: ¡Bueno hágalo así, que necesito líneas ya!
50. Juan David: Ahí completé línea
51. Profesora: ¡Muy bien Juan David! [haciendo la jugada correcta]



**Tabla 6.16.** Manifestación 16 Juan David

**Interpretación.** Inicialmente, el estudiante da muestras de un comportamiento no consciente, ya que no se percata de cometer errores por las jugadas manifestadas, por lo que con éstas crea “obstáculos” en el tablero. Esto es, inicialmente Juan David no logra crear estrategias con las fichas para no crear espacios innecesarios o para salvar el juego después de haber cometido el error [6]. Posteriormente, el estudiante hace una línea después de haber bajado varias fichas, lo que deja ver que alcanza a ejecutar una estrategia de solución para el obstáculo creado [12], Sin embargo, Juan David lo logra más por la presión de la profesora que por iniciativa propia.

Por lo anterior, podemos afirmar que el estudiante mantiene su comportamiento parcialmente exitoso gracias al estímulo de la profesora, por lo que no muestra clara evidencia de mantener un comportamiento exploratorio sistemático para crear estrategias de juego, dentro de la operación de representar y transformar mentalmente en la fase de Elaboración.

Podemos afirmar que Juan David a pesar de “reaccionar” sólo logra crear una línea, mas no liberar el obstáculo puesto en el tablero. Esto corresponde a la falta de aprehensión operativa de Duval, y aunque utiliza “inconscientemente” los movimientos de rotación y traslación para organizarse mentalmente, no usa correctamente la información para desarrollar la tarea.

**Manifestación 17**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA ASOCIADA DE VISUALIZACIÓN
Salida	Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	Aprehensión Operativa (Duval)
<p>Intencionalmente la profesora baja la ficha actual del juego y deja espacios, con el fin de verificar si el estudiante reconoce errores en el camino tomado para ubicar la ficha y de esta manera Juan David proponga los caminos que pudiera haber tomado la profesora sin necesidad de dañar el juego.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: [Pantalla a] ¿Cuál fue el error que yo cometí?</li> <li>2. Juan David: Que colocaste ésta aquí en vez de colocarla acá abajo. [señala pantalla a.]</li> <li>3. Profesora: Y ¿podría haberla puesto en otro lugar a parte de ese?, o ¿sólo cabría ahí la ficha? No necesariamente para hacer línea</li> <li>4. Juan David: Sólo ahí</li> <li>5. Profesora: ¿Y no hubiera podido caber como una L? [mostrando otras posibilidades]</li> <li>6. Juan David: Si, aquí también [Pantalla b.]</li> <li>7. Profesora: ok</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>pantalla a</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>pantalla b</i></p> </div> </div>			

**Tabla 6.17.** Manifestación 17 Juan David

**Interpretación.** El estudiante reconoce inmediatamente el error que comete intencionalmente la profesora [2]. Posteriormente, Juan David manifiesta cuál hubiera sido la forma adecuada de ubicar la ficha en el tablero y los movimientos necesarios para lograr dichas posiciones [2-7]. Esto es, Juan David da muestras de una correcta amplitud y flexibilidad mental, dentro del razonamiento divergente en la fase de salida, para reconocer errores de una situación planteada y de esta manera proponer soluciones a ésta. Es evidente además, que el estudiante logra combinar la información entre el espacio y la ficha que bajó la profesora para alcanzar a reconocer las consecuencias de este mal movimiento.

El estudiante reconoce los diferentes caminos mentales para enfrentar el problema que pone en juego la profesora al ubicar mal la ficha. Esto le permite organizar la información mental que se produce por el juego y usarla para plantear soluciones. Lo que conlleva a la aprehensión operativa propuesta por Duval.

**Momento 3: Prueba Escrita**

**Manifestación 18**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
		Uso de preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
Se pide al estudiante dibujar todas las fichas y dibujar las posiciones posibles ante el giro de todas las fichas del Tetris, posteriormente se le pregunta qué es un giro y un desplazamiento. Ilustramos con la ficha Jota, la respuesta de Juan David.			
Respuesta			
Un giro para mí, es un movimiento que da vuelta, y un desplazamiento para mí es un movimiento para un lado o para otro			

**Tabla 6.18.** Manifestación 18 Juan David

**Interpretación.** Dentro de la operación de Identificar, podemos ver dos actividades en las que Juan David refleja orientación espacial eficiente y uso de preconceptos

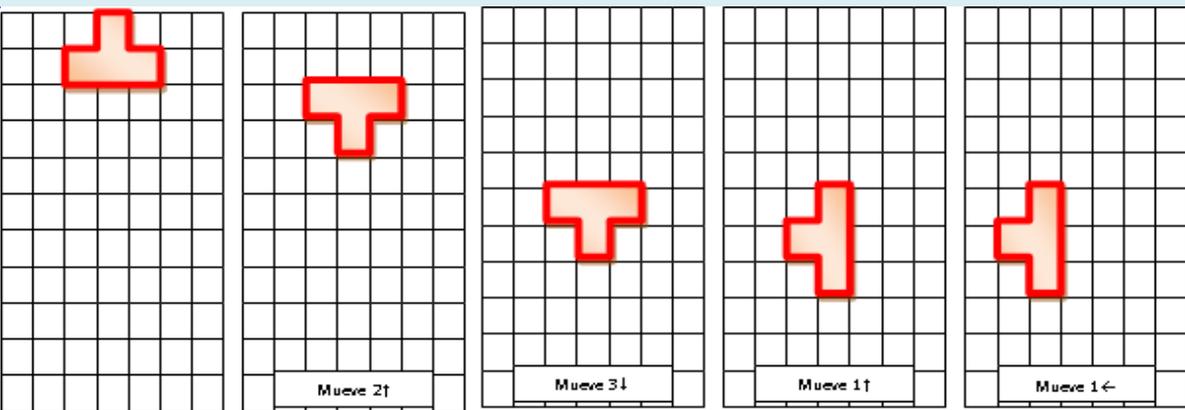
apropiados. Al preguntar por cada una de las posiciones que tendría al efectuar las rotaciones que tiene la ficha, el estudiante da muestras de reconocer que éstas se hacen cada 90 grados. Sin embargo, no evidencia que la ficha puede volver a la posición inicial, sino que muestra tres rotaciones de la ficha Jota. Esto indica que el estudiante identifica la posiciones que toma la ficha al rotar y muestra la posición que falta con la primera ficha que dibuja en el tablero.

Parece que Juan David, tiene una correcta orientación espacial, lo que implica que el estudiante tenga un eficiente reconocimiento de posiciones en el espacio. Sin embargo, pensamos que Juan David deja ver que no reconoce el giro que hace volver a la posición inicial, ya que inicialmente reconoce el efecto de un giro como “cambio de posición” y que esto lo lleva a pensar que la posición inicial no resulta ser un cambio de posición en la ficha. Esto es, el estudiante reconoce el efecto de una rotación, cuando es evidente que éste le cambia la inclinación de la ficha, pero como la cuarta rotación, no muestra una inclinación diferente de la ficha, no le permite ver algo diferente a lo que ya tenía inicialmente. Esto implica que el estudiante, da muestras de dificultades en la noción del concepto de Rotación, por no reconocer rotaciones que no cambian la inclinación de la ficha.

El estudiante reconoce al giro como “la vuelta” posiblemente se refiera a la noción aprendida en la asignatura Educación física, ya que formalmente se trabaja en grado sexto. Posteriormente asocia el desplazamiento, con el movimiento que se hace de un lado para otro, manifestando el desplazamiento como el cambio de posición de una ficha en este caso del Tetris. Esto permite evidenciar que el estudiante hace uso de preconceptos apropiados, en este caso intuitivo. El estudiante hace una correcta asociación producto de la comparación entre semejanzas con las vueltas y desplazamientos correspondientes a movimientos corporales, lo que conlleva a una adecuada discriminación visual.

En consecuencia, puede afirmarse que el estudiante refiere a comportamientos acordes con el desempeño frente a la operación de identificar dentro de la fase de entrada del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

### Manifestación 19

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	IFI (Bishop)
<p>Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición: . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.</p>			
			

**Tabla 6.19.** Manifestación 19 Juan David

**Interpretación.** El código 2↑ significa que el estudiante debe realizar 2 giros hacia la izquierda así como en el juego. En el Tablero a., el estudiante dibuja la primera rotación de la ficha de manera adecuada, sin embargo, hace un desplazamiento hacia abajo, lo que puede interpretarse como que el enunciado no le brindó a Juan David la claridad necesaria para que pudiera interpretar que los movimientos se hacían con el tablero pausado, lo que no permite desplazamientos ni giros a menos que sean autorizados por quien está jugando. En los desplazamientos mostrados en los tableros b, c y d, el estudiante si tiene en cuenta que el tablero está pausado, por lo que logra hacer la tarea de manera adecuada.

Es evidente que Juan David reconoce el código en el que están escritos los movimientos, ya que los relaciona adecuadamente con los controles del juego, y por esto efectúa correctamente los movimientos solicitados, por lo que, podemos afirmar que el estudiante tiene una clara Percepción del objeto (ficha y movimiento), lo que lo lleva a hacer una correcta Decodificación.

El estudiante logra hacer la interpretación del código en el que se le está solicitando que haga los movimientos de rotación y traslación, por lo que logra hacer la tarea satisfactoriamente. Es decir que, para lograr la tarea el estudiante hizo una correcta interpretación de la información figural.

Finalmente, podemos afirmar que las manifestaciones de Juan David son consistentes con lo mostrado durante el momento del juego. El estudiante logra codificar y logra el proceso inverso de decodificación de manera relativamente fácil, pues no requiere de estímulos externos para lograrlo.

### ***Manifestación 20***

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Sintetizar	Reconstrucción adecuada de un elemento a partir de sus partes	Memoria visual (Del Grande)
Se le pide al estudiante que compare las fichas dadas para llenar un espacio del tablero con una jota. Las fichas proporcionadas se encuentran en diferentes tamaños y posiciones por lo que el estudiante debe hacer la comparación de las unidades configurales de la ficha que se necesita con las que se dan para escoger, y hacer la respectiva justificación .			
<b>Respuesta:</b> 		<b>Justificación:</b> porque si la colocamos de otra manera no completaría línea	

**Tabla 6.20.** Manifestación 20 Juan David

**Interpretación.** Juan David logra encontrar la solución correcta respecto de la posición que debe tomar la ficha para que pueda completar línea, así como lo manifiesta en la justificación de su respuesta. Por lo anterior podemos pensar que el estudiante sí reconoce que le hace falta un cambio de posición para poder encajar perfectamente y hacer línea, lo que lo lleva a la respuesta correcta. En consecuencia, Juan David puede ver las características de las fichas para “asociar” con el espacio propuesto, por lo que el estudiante integra a un conjunto los elementos de un todo. Además podemos ver que el estudiante mantiene la habilidad para recordar características visuales y de posición que tenían las fichas en un momento dado y que posteriormente debe hacer encajarlas en otro lugar para completar espacios sin crear obstáculos.

## Manifestación 21

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyectar relaciones virtuales	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	Procesamiento Visual (Bishop)
		Uso apropiado del razonamiento	
Inicialmente, se les pregunta a los estudiantes por el número de giros o desplazamientos que debe hacer la ficha para hacer línea. Y después, se presentan tres jugadas equivalentes para que el estudiante escoja la más óptima.			
<b>Respuestas:</b>			
La ficha debe dar tres giros para completar la línea.			
La jugada es la A por que es más rápida y podemos hacer línea			

**Tabla 6.21.** Manifestación 21 Juan David

**Interpretación.** Esta manifestación corresponde al ejercicio de pensamiento hipotético y el uso de razonamiento. El estudiante reconoce adecuadamente que la ficha debe dar tres giros, ya que después de interactuar con el juego, se puede generalizar que los giros dados por las fichas son en sentido contrario a las manecillas del reloj, así que por esto debe hacer tres en este sentido y no uno en el sentido de las manecillas del reloj.

Se puede afirmar que el estudiante hace adecuadamente ejercicio del pensamiento hipotético, para poder hacer llegar la ficha al espacio propuesto, ya que no podía comprobarlo por medio del juego por no tenerlo a la mano, pero si cayó en la cuenta de poder generalizar el sentido de la rotación hecho por la ficha. Esto es, el estudiante se vale de las proyecciones virtuales que se encuentran dentro de la fase de elaboración del modelo, para poder dar solución a la pregunta planteada. De esta manera se puede decir que el estudiante ejecuta un proceso de conversión e interpretación de información abstracta en imágenes visuales para poder proyectar el número de giros de la ficha.

En un segundo momento, al plantear diferentes estrategias al estudiante, logra ver que son equivalentes, pero que en términos del juego, es necesaria la jugada se ejecute en el menor tiempo posible. Es por lo anterior que la justificación de la jugada de Juan David es en términos de hacer líneas “más rápido”. Es evidente que el estudiante hace un uso

adecuado del razonamiento, ya que su justificación está en términos de razonamientos válidos, dentro del lenguaje del juego, lo que conlleva a la operación de proyección de relaciones virtuales dentro de la fase de elaboración.

En la medida en que Juan David hace la interpretación de la información de manera abstracta, desde el planteamiento de la pregunta, a imágenes visuales que le permitan llegar a responder correctamente el planteamiento hecho, se reconoce que es capaz de hacer adecuadamente un procesamiento visual según lo plantea Bishop. Y, en consecuencia, se evidencia que el estudiante logra totalmente la tarea propuesta para evaluar el Ejercicio del pensamiento hipotético y el uso apropiado del razonamiento.

**Manifestación 22**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Salida	Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	IFI (Bishop)
Se les presenta a los estudiantes un tablero obstaculizado por una ficha zeta negra, y se pregunta acerca del error cometido en dicha jugada.			
<b>Repuesta:</b> Ninguno, porque da igual si la coloca en el otro espacio			

**Tabla 6.22.** Manifestación 22 Juan David

**Interpretación.** Esta manifestación se enfatiza en evidenciar el comportamiento del estudiante ante la amplitud y flexibilidad mental, función dentro de la operación de Razonar divergente en la fase de salida. El estudiante no reconoce error en la jugada, ya que si lo pone en un espacio u otro, de todas maneras saldrá una ficha más adelante que le permita corregir la jugada.

Contradictorio con lo expresado en la interpretación de la *Manifestación 21*, donde reconocía que las jugadas deberían ser rápidas para poder completar líneas, el estudiante contempla el cometer errores en el juego. Esto es, el estudiante manifiesta amplitud y flexibilidad mental, ya que considera la opción del error dentro de la producción de sus ideas para ganar el juego, lo que conlleva a la operación del razonar divergente dentro de la fase de salida.

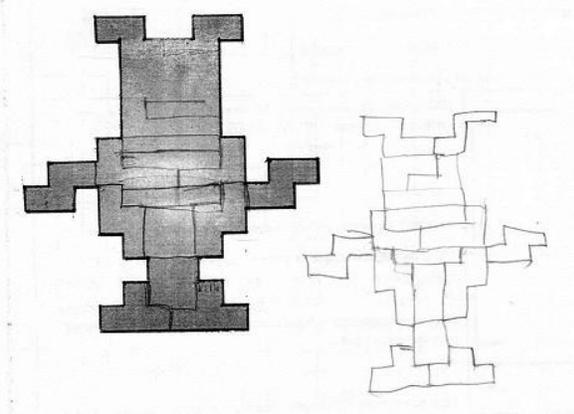
El estudiante, logra hacer una correcta interpretación de la información figural en la medida en que establece que la posición de la ficha en el tablero aunque no es correcta, puede ocupar cualquier espacio del mismo, y que posiblemente llegue otra ficha y se reacomode el juego de manera que no se pierda puntaje. En consecuencia, el estudiante da muestras de su amplitud y flexibilidad mental, función que hace parte de la operación Razonar divergente.

**Manifestación 23**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)

Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.

**Respuesta:**



**Tabla 6.23.** Manifestación 23 Juan David

**Interpretación.** El estudiante logra descomponer el todo (robot) en partes (fichas del Tetris). Su logro es después de haber armado y desarmado en varias ocasiones la figura propuesta sin obtener resultados inmediatos.

Las fichas propuestas por el estudiante corresponden al “Robot solución” planteado por la profesora para este ejercicio. La insistencia del estudiante para encontrar la solución, da muestras de un comportamiento exploratorio sistemático del estudiante, lo que le

permite activar la operación de analizar dentro de la fase de entrada. Esto es, el estudiante es capaz de descomponer un todo en sus elementos constitutivos.

El estudiante logra ver las relaciones que hay entre las fichas y formas como la de los brazos y los pies, que venían dadas por figuras reconocidas dentro del juego, por lo que pudo asociarlas de manera más rápida que las demás fichas. Aunque fueron varios los intentos, el estudiante logra ver las figuras enmascaradas dentro de la cabeza y el tronco del Robot, por lo que podemos evidenciar que hay aprehensión operativa dentro de este proceso de armado de la figura.

## Anexo 6. Manifestaciones de Estudio de caso Miguel Ángel

### Momento 1: Presentación del juego

#### Manifestación 1

caracterización			
fase	operación	función	categoría de visualización
Entrada	Identificar	Uso de preconceptos apropiados	IFI (Bishop)
<p>La profesora saca una a una las fichas del Tetris de una bolsa y pide a los estudiantes identificar de qué están compuestas las figuras. Inicialmente Miguel Ángel no interviene en la caracterización de las fichas. Al sacar el cuadrado la profesora suponía que los estudiantes harían referencia a sus lados iguales, como primera observación, y después que hicieran referencia a los ángulos rectos. Sin embargo, varios empiezan a identificar las “cuatro puntas” del cuadrado. Al preguntar por una respuesta diferente Miguel Ángel, quien ha permanecido callado, hace referencia a los lados iguales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora ¿Alguien tiene una respuesta diferente?</li> <li>2. Miguel Ángel: Cuatro lados</li> <li>3. Profesora [Se dirige al auditorio] ¿Y los cuatro lados son iguales o diferentes?</li> <li>4. Miguel Ángel: Iguales, iguales, iguales [No hay retroalimentación a la respuesta por parte de la profesora. Alguien en el auditorio hace referencia a los cuatro cuadrados iguales que componen la ficha mostrada, y la conversación continúa en torno a esta última respuesta.</li> </ol>			

**Tabla 6.24.** Manifestación 1 Miguel Ángel

**Interpretación.** La profesora esperaba que los estudiantes identificaran la ficha, usando preconceptos matemáticos, como los de lado e igualdad entre los lados del cuadrado, dado que esta ficha tiene la forma de una figura geométrica reconocida. Sin embargo, se vio en la necesidad de indagar al respecto para que los estudiantes llegaran a la respuesta esperada. A diferencia de sus compañeros que se refieren a las “cuatro puntas” Miguel Ángel es el primero en hacer referencia a los lados y luego a la igualdad entre éstos. Suponemos que la práctica usual de Miguel Ángel de evocar conceptos aprendidos de memoria, en este momento le sirve para hacer referencia a lados e igualdad entre los lados del cuadrado.

El estudiante reconoce rasgos distintivos del objeto “cuadrado” mediante el uso de los preconceptos de lado e igualdad de los lados, situación que le permite la identificación de la ficha del Tetris y que se constituye en evidencia de que Miguel Ángel cuenta con la

habilidad de interpretación de la información figural y que la usa en tareas de identificación.

### **Manifestación 2**

<b>caracterización</b>			
<b>Fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Entrada	Identificar	Uso de vocabulario	IFI (Bishop)
		Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio
<p>La profesora extrae fichas del Tetris de una bolsa para que los estudiantes las identifiquen, las distingan por medio de sus unidades configurales y las denominen. Primero, extrae al tiempo la “s” y la “z”, espera que los estudiantes encuentren diferencias entre ellas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora ¿Se les parece a alguna de las letras?[JA responde que a la z, y hace referencia a la ficha de color rosada]</li> <li>2. Profesora ¿Y la otra?, JA</li> <li>3. Miguel Ángel y otros: ese, ese [Luego extrae la L y la J. Andrés hace señas de estar disparando un arma]</li> <li>4. Profesora ¿Las podemos llamar pistola o tienen forma de algo?</li> <li>5. Miguel Ángel y otros: ele [Miguel Ángel muestra a la cámara la ficha de color verde que es la Jota, pero poniéndola en una posición que ante la cámara queda como una ele.</li> </ol>			

**Tabla 6.25.** Manifestación 2 Miguel Ángel

**Interpretación.** Sólo hasta el momento en que un compañero hace referencia a la “zeta”, Miguel Ángel sigue el mismo patrón de respuesta y asocia la ficha con la “ese”. Podemos reconocer que Miguel Ángel dispone de un código verbal para denominar la ficha del Tetris como “ese” y lo usa con insistencia, sin haber sido él el directamente interrogado [3]. Posteriormente, Miguel Ángel diferencia las fichas “ele” y “jota”, al hacer la respectiva correspondencia con las letras del alfabeto y al asociar la ele con la jota dispuesta al revés, como se evidencia cuando el estudiante muestra la jota ante la cámara, es una correcta acomodación para dar cuenta de la ficha por la que se está preguntando.

Al establecer la correspondencia entre la ficha y el nombre de una letra el estudiante hace uso de un vocabulario adecuado para denominar dos objetos y puede lograr una identificación de las fichas. Este desempeño es muestra de que interpreta representaciones

visuales para extraer la información que contienen. Es decir, hace una correcta Interpretación de la Información Figural, proceso en el que, como se verá, no siempre tiene éxito. Adicionalmente, Miguel Ángel evidencia de un apropiado reconocimiento de relaciones espaciales cuando es capaz de ubicar una ficha de tal manera que ante un observador parezca la “Ele” de la que se está hablando

### *Manifestación 3*

caracterización			
fase	operación	función	categoría de visualización
Entrada	Comparar	Uso de preconceptos apropiados	Memoria Visual(Bishop)
<p>La profesora extrae de una bolsa fichas que en su mayoría no pertenecen al juego. Espera que los estudiantes digan si son fichas del Tetris o no, haciendo la respectiva justificación. A lo largo de la actividad, Miguel Ángel se encuentra distraído y cantando. Un compañero del grupo le pide que participe, por lo que centra la atención e interviene.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora ¿Ésta [ficha] pertenece [al Tetris]? [Muestra la L, compuesta por rectángulos de mitad de superficie del cuadrado modelo]</li> <li>2. Otros y Miguel Ángel: ¡Nooo! [Con tono enfático, el estudiante sigue la voz de los demás. Sin embargo no justifica su respuesta. Alguien en el auditorio manifiesta que la ficha está muy “flaca” o muy “fea”, por eso no pertenece]</li> <li>3. Profesora Pero, más que fea, ¿qué más tiene? [Alguien en el auditorio dice que no tiene las características de las demás fichas]</li> <li>4. Miguel Ángel: Está muy delgada [Su voz es muy baja con respecto al resto del auditorio y lo hace con tartamudeo. Después de responder, el estudiante sigue cantando]</li> </ol>			

**Tabla 6.26.** Manifestación 3 Miguel Ángel

**Interpretación.** Ante el llamado de atención del compañero, Miguel Ángel participa retomando la respuesta de uno de los compañeros correspondiente a la apariencia de la ficha y afirma que ésta está muy delgada; su intervención es insegura.

El ritmo con el que responde el estudiante es lento. Por esto se distancia de sus compañeros al momento de dar a conocer sus respuestas y argumentar sobre las mismas<sup>34</sup>. Es por esto que cuando él se refiere a la figura como delgada, aunque sus compañeros ya

<sup>34</sup> El tartamudeo en el estudiante hace que sus compañeros centren la atención en otros compañeros o tal vez prefieren responder antes que él y evitar que pase largo tiempo mientras Miguel Ángel emite la respuesta.

habían respondido y argumentado sobre lo mismo, podemos suponer que él hasta ahora hace la comparación. Después de contestar Miguel Ángel se pone de nuevo a cantar y así evita la burla de sus compañeros<sup>35</sup> [4].

Podemos afirmar que el estudiante se da cuenta que la figura no es semejante a la correspondiente, aún en ausencia de ésta. Es decir, parece que Miguel Ángel usa la percepción global de semejanza en la comparación.

Miguel Ángel da muestras de ser capaz de identificar semejanzas y diferencias visuales que hay entre una ficha mostrada y una ficha que sí pertenece al juego pero que no tiene a la vista. Esto es, el estudiante pone en juego la memoria visual en la comparación. El no haber participado en la comparación de las demás fichas, parece deberse al ritmo con el que procesa información más que a la carencia de memoria visual.

#### ***Manifestación 4***

<b>Caracterización</b>			
<b>fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
<p>La profesora dice a los estudiantes que los pasará al frente a poner las fichas que corresponden a las posibles rotaciones de una que ella pone en el tablero de corcho (la L y la I). Se dirige a Miguel Ángel para que sea él el primero en poner la ficha en una posible posición. Miguel observa las fichas que están sobre una mesa (unas son L y otras J); la profesora espera que el estudiante escoja la adecuada y que, posteriormente la ubique en una de las cuatro posiciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora [Coloca sobre el corcho la L] Miguel Ángel, coja usted rápidamente su ficha y póngala en el tablero de corcho.</li> <li>2. Miguel Ángel: [Coge la ficha J y la pone en el tablero en la misma posición de la L y al frente de ésta]</li> <li>3. Profesora Observen lo que puso Miguel Ángel en el tablero, y díganme si esa ficha corresponde a la ficha que estamos manejando. [El auditorio responde que sí es la ficha a pesar de ser incorrecta; por eso la profesora debe insistir en preguntar por la respuesta correcta].</li> <li>4. Profesora ¿O sea que esta es la ficha que estamos utilizando? [La profesora se dirige a alguien en el auditorio para que sea un tercero quien verifique lo que hizo Miguel Ángel. Concluyen que Miguel Ángel se equivocó con la ficha que puso, y la profesora pide que alguien en el auditorio pase a realizar lo solicitado a Miguel Ángel].</li> </ol>			

**Tabla 6.27.** Manifestación 4 Miguel Ángel

<sup>35</sup> Este comportamiento es un mecanismo de defensa del estudiante para evitar argumentar respuestas dadas. Esta forma de actuar es recurrente en el estudiante en el aula de clases.

**Interpretación.** Miguel Ángel toma una ficha que no corresponde a la solicitada, una “jota” en vez de una “ele”, a pesar de haber una ficha guía en el tablero de corcho, y la pega como si la ficha en la posición ubicada sobre el tablero (L), correspondiera a una de las posiciones que se ha solicitado.

Es evidente que el estudiante confunde la “jota” con una rotación de la ficha “ele”. En relación con la *Manifestación 2*, podemos confirmar que el relaciona las fichas “ele” y “jota”, como si una correspondiera a la rotación de la otra en el espacio. Aunque la rotación en el espacio sobre el eje vertical de la ficha “Jota” permite convertir la “Jota” en “Ele”, el estudiante no logra transferir la función al plano, a pesar de tener el mismo material concreto con el que se venía trabajando.

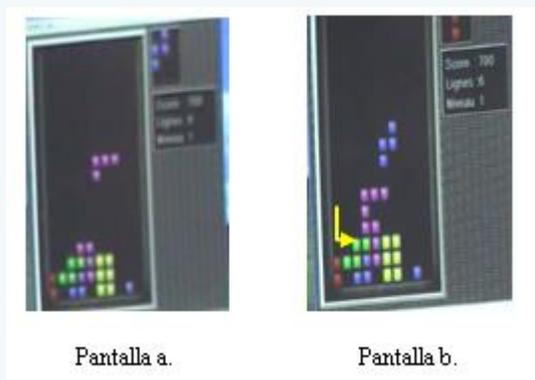
Podemos evidenciar que aunque Miguel Ángel da muestras de una orientación espacial eficiente, no reconoce posiciones en el plano debidas al efecto de una rotación. Esto le genera problemas a la hora de jugar y de conceptualizar la idea de rotación.

**Momento 2: Interacción con el videojuego**

**Manifestación 5**

caracterización			
fase	operación	función	categoría de visualización
Entrada	Comparar	Uso de preconceptos apropiados	Memoria Visual (Del Grande)
<p>La profesora le pide a Miguel Ángel que verbalice las acciones que ejecuta para verificar la coherencia de los movimientos hechos con los que dice, además de confirmar que reconoce las fichas y los movimientos trabajados en el Momento 1.</p> <p>15. Profesora Esa ficha rosada [la Ele], dónde la va a poner?</p> <p>16. Miguel Ángel: [Silencio]</p> <p>17. Profesora ¿Hacia dónde quiere bajarla? Lo que necesitamos es que encaje perfectamente en uno de los espacios que están ahí.</p> <p>18. Miguel Ángel: La pudiera poner aquí [Pantalla a.]</p> <p>19. Profesora ¿Qué le va a hacer? ¿Lo va a poner hacia dónde?</p> <p>20. Miguel Ángel: Lo corro a la izquierda</p> <p>21. Profesora ¿La baja o le hace otro movimiento?</p>			

22. Miguel Ángel: Le haría un movimiento. La quiero poner para que quede como una ele [hace cons su dedo sobre la pantalla la forma L]
23. Profesora ¡Trate de hacerlo!
24. Miguel Ángel: [Baja la ficha, pero se demora mucho tiempo para ejecutar una acción, por lo que la ficha se acomoda y no alcanza a ponerla como él había manifestado que iba a hacerlo. Comete un error y crea un gran obstáculo. Sigue bajando fichas]
25. Profesora ¡Pause ahí! ¿Por qué quedó así como quedó? [Pantalla b.]
26. Miguel Ángel: es que [silencio]. Eh pues, yo sin querer apreté la flecha [del teclado] con otro movimiento.
27. Profesora ¿La giró... la desplazó?
28. Miguel Ángel: La giré una de más, y entonces [silencio prolongado. La bajó y la puso equivocadamente. Después por estar explicando, bajó el resto de fichas sin detenerse a pensar lo que estaba haciendo]



**Tabla 6.28.** Manifestación 5 Miguel Ángel

**Interpretación.** Como Miguel Ángel es un estudiante que usualmente se demora en expresar lo que piensa y en ejecutar movimientos, cuando planea ejecutar la estrategia, la velocidad del juego le gana y la ficha baja sin control. El hecho de usar una imagen cinética [8] para mostrar lo que piensa hacer con la ficha, es muestra de que Miguel Ángel tiene una estrategia apropiada para ubicar la ficha. Sin embargo, debido a que Miguel Ángel no logra controlar el movimiento de la ficha con el teclado y tampoco distingue entre el efecto de una rotación y una traslación, no logra culminar con éxito la tarea. Adicionalmente, al estudiante le cuesta trabajo entender las preguntas que guían la tarea, por lo que se hace necesario mediar la participación de Miguel Ángel con preguntas orientadoras y en algunos casos apurarlo para que actúe un poco más rápido, así como se hace habitualmente en el aula con él, para que logre con éxito la tarea.

Miguel Ángel hace uso de preconceptos asociados a la rotación y traslación como derecha – izquierda [6] y giro [14], pero no concluye con éxito la tarea, por no discriminar cuál es el efecto de éstos movimientos sobre la ficha. Aunque se muestra reflexivo con lo que hace y alcanza a reconocer que hace movimientos erróneos [14] no logra anticipar consecuencias de los movimientos.

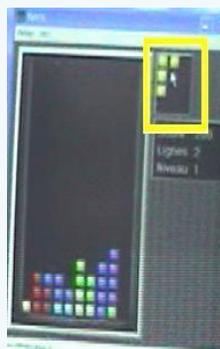
El estudiante da muestras de tener una correcta memoria visual al recordar las características visuales y de posición de la ficha en un momento dado, antes de desplazarla<sup>36</sup>, cuando está se encuentra en otra posición, y por esto reconoce haber hecho un movimiento de más.

### **Manifestación 6**

<b>Caracterización</b>			
<b>fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Entrada	Sintetizar	Constancia y permanencia de esenciales	Conservación de la percepción (Del Grande)
<p>La profesora pregunta por el posible cambio que pudiera tener la ficha debido al movimiento de traslación o rotación de la ficha del Tetris. Mientras el estudiante responde, controla el movimiento de éstas con el tablero pausado.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora Usted cree que al hacer movimientos, ¿cambia la figura?</li> <li>2. Miguel Ángel: Sí</li> <li>3. Profesora ¿Por qué?</li> <li>4. Miguel Ángel: Eh... porque [silencio prolongado]</li> <li>5. Profesora O sea, ¿qué cambio nota aparte del movimiento? Esa ficha por ejemplo, esa es una Ele o una Jota?</li> <li>6. Miguel Ángel: Jota</li> <li>7. Profesora Esa ficha que usted tiene ahí, aparte de los cuatro giros, ¿puede tener otro cambio, es decir se convierte en otra cosa cuando va bajando?</li> <li>8. Miguel Ángel: Eh...No</li> <li>9. Profesora Osea usted la cambia [de posición], la cambia y la cambia y sigue siendo Jota?</li> </ol>			

<sup>36</sup> El estudiante hace referencia a giro, cuando realmente lo que hace es un desplazamiento.

10. Miguel Ángel: Sí



**Tabla 6.29.** Manifestación 6 Miguel Ángel

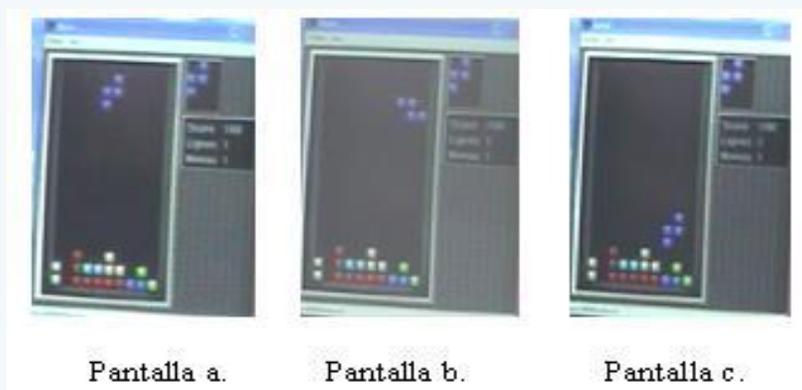
**Interpretación.** Después de varios esfuerzos que hizo la profesora por que el estudiante se fije en la invariabilidad de la forma pese al movimiento, el estudiante expresa sin justificar que ha captado la invariabilidad. En ese sentido, da muestras de reconocer que la forma de la ficha permanece a pesar de hacer giros o desplazamientos.

Lo que implica que identifica la invariabilidad de los objetos por encima de posibles variaciones, hecho que es fundamental para acercarse a la conceptualización de rotación o traslación, ya que esto es un invariante de los movimientos en el plano. Esto es evidencia de que Miguel Ángel mantiene conservación de la percepción.

**Manifestación 7**

Caracterización			
fase	operación	función	categoría de visualización
Elaboración	Proyectar relaciones virtuales	Uso apropiado del razonamiento	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>La profesora pretende que el estudiante plantee una estrategia para poder concretar jugadas exitosas, por eso cuando Miguel Ángel hace un giro innecesario, la profesora le devuelve la ficha a la posición original y le pregunta por la estrategia a implementar.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora Miguel Ángel, me puede decir, ¿qué va a hacer con esa ficha [zeta. Pantalla a.]?</li> <li>2. Miguel Ángel: pues...la voy a mover para... para encajarla [la movió al azar. Pantalla b.]</li> <li>3. Profesora Estaba aquí [traslada la ficha al centro del tablero] y estaba así [hace una rotación y queda en forma vertical], ¿la va a mover a dónde?</li> </ol>			

4. Miguel Ángel: [Largo silencio]
5. Profesora Dígame hacia dónde
6. Miguel Ángel: Hacia...la derecha
7. Profesora ¿Y ahí encaja? ¿O toca bajarla o subirla?,  
O, ¿qué toca hacerle?
8. Miguel Ángel: Bajarla
9. Profesora Entonces muévala hacia la derecha y la baja
10. Miguel Ángel: [Hace el movimiento lentamente, piensa cada vez que está bajando la ficha hasta que la encaja correctamente. Pantalla c.]



**Tabla 6.30.** Manifestación 7 Miguel Ángel

**Interpretación.** Parecería que esta manifestación corresponde a un efecto contrario al mostrado en la Manifestación 5, ya que ante un primer intento de juego no planeado con mucha dificultad, pareciera que el estudiante reconoce el efecto del desplazamiento, quizá debido a que ésta es una situación sencilla que sólo implica desplazamiento y no composición de movimientos. Sin embargo, podemos evidenciar que aún no logra asociar el concepto de traslación a movimientos derecha-izquierda y abajo, dado que no justifica durante el diálogo que esta estrategia corresponde a una traslación. En efecto, Miguel Ángel logra crear una estrategia exitosa, así como en la Manifestación 5, para encajar la ficha en el tablero, a pesar de no distinguir entre estos movimientos.

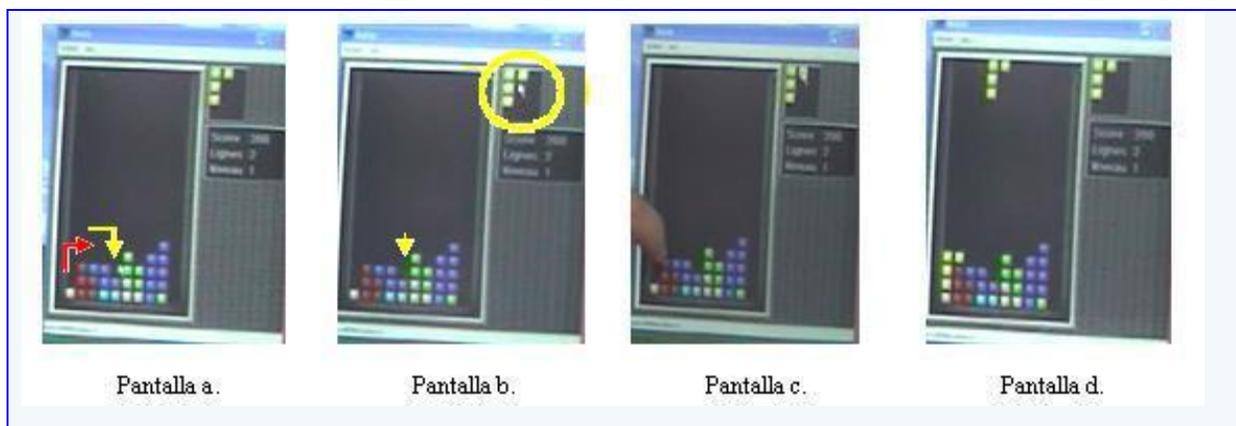
Las respuestas que da el estudiante ante el posible lugar de la ficha, tienen en cuenta un número determinado de desplazamientos que conducen a una correcta ubicación

de la ficha, lo que nos permite evidenciar que hay un correcto uso del razonamiento en la medida que necesita ubicar las fichas en el tablero. Claro está, que esto lo logra si el tablero está pausado, ya que de esta forma le da el tiempo necesario para pensar la jugada.

Esto nos lleva a pensar que el estudiante hace uso de razonamientos sencillos para planear una estrategia, y ejecutarla con éxito gracias al procesamiento visual en la medida en que hace una correcta conversión e interpretación de información.

**Manifestación 8**

<b>Caracterización</b>			
<b>fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Elaboración	Representar y transformar mentalmente	Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis	Aprehensión operativa (Duval)
<p>La profesora le da a Miguel Ángel la posibilidad de alternativas diferentes de solución a la situación planteada con la ficha que va bajando.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora La figura que viene... ¿es una..?</li> <li>2. Miguel Ángel: Jota</li> <li>3. Profesora ¿Y la podemos encajar aquí [flecha amarilla en Pantalla a.] de alguna manera?</li> <li>4. Miguel Ángel: [Largo silencio]</li> <li>5. Profesora Acá podemos encajarla en dos lugares. Acá [flecha Amarilla en Pantalla a.] y acá [flecha roja en Pantalla a.] ¿Dónde quedaría ésta parte de la jota? [círculo en Pantalla b.]</li> <li>6. Miguel Ángel: Acá. [señala Pantalla b.]</li> <li>7. Profesora ¿Y si la encajáramos acá [opción de flecha roja en Pantalla a.]?</li> <li>8. Miguel Ángel: Acá [señala Pantalla c.]</li> <li>9. Profesora Muy Bien.</li> <li>10. Miguel Ángel: [Baja la ficha adecuadamente. Pantalla d.]</li> </ol>			



**Tabla 6.31.** Manifestación 8 Miguel Ángel

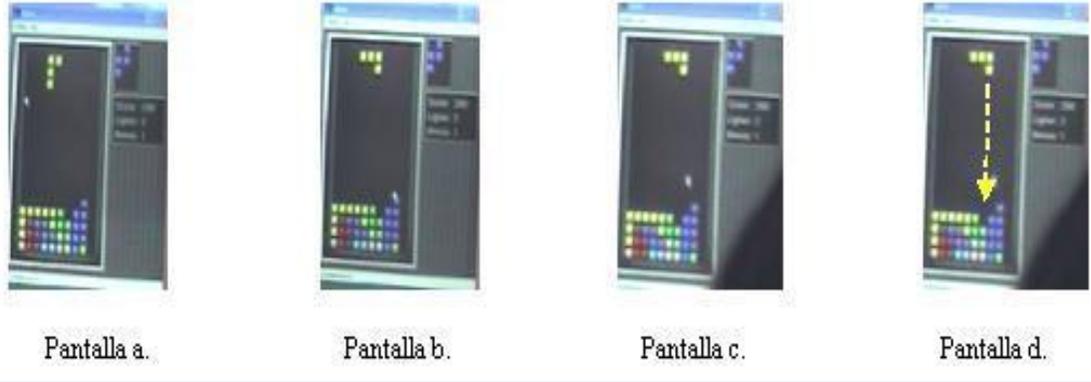
**Interpretación.** La profesora le ofrece al estudiante dos alternativas para encajar la ficha en el tablero del Tetris, a lo que el estudiante responde con una buena opción de respuesta. Del momento de la pregunta al que el estudiante emite la respuesta, hay varios silencios prolongados del estudiante para poder plantear posibles soluciones a la situación planteada por la profesora.

Miguel Ángel retoma las diferentes alternativas para dar cuentas de la posición en la que debe quedar parte de la figura por la que pregunta la profesora [6,8], esto nos indica que el estudiante hace un correcto tratamiento de estrategias para verificar hipótesis, lo que implica que el estudiante hace una adecuada representación y transformación mental.

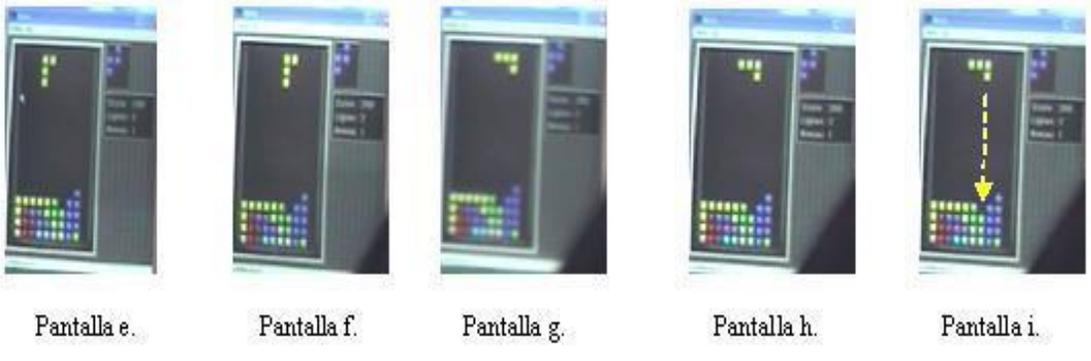
Por lo anterior podemos afirmar que el estudiante es capaz de encontrar subconfiguraciones de la ficha del Tetris para tomar evaluar alternativas de solución, lo que lo lleva a manifestar aprehensión operativa.

### **Manifestación 9**

<b>Caracterización</b>			
<b>Fase</b>	<b>operación</b>	<b>función</b>	<b>categoría de visualización</b>
Elaboración	Diferenciar	Ejercita la conducta comparativa	Procesamiento visual (Bishop)
<p>La profesora le anuncia al estudiante que va a realizar dos tipos de jugada con la misma ficha que se muestra en Pantalla a. Ella espera que el estudiante evalúe si las dos jugadas mostradas son equivalentes o no y que justifique su respuesta.</p> <p><b>1.</b> Profesora Primera jugada: doy vuelta [tres giros. Pantalla b.] la muevo [desplaza 1 a la derecha. Pantalla c.] y la hago bajar [señala con el mouse simulando que está bajando Pantalla d.]</p>			



2. Miguel Ángel: [observa atentamente el tablero].
3. Profesora Segunda jugada: [Pantalla e.] la muevo [desplaza dos hacia la derecha. Pantalla f.], doy [tres] giros [Pantalla g.] y... hay, dí uno de más [desplaza uno a la izquierda. Pantalla h.] y la bajo [ señala con el mouse simulando que está bajando Pantalla i.] ¿Encajarían las dos jugadas que mostré?



4. Miguel Ángel: Eh, si
5. Profesora Son... como iguales los movimientos?
6. Miguel Ángel: Eh, si
7. Profesora Usted piensa que las dos jugadas que yo le mostré, ¿son iguales?
8. Miguel Ángel: No
9. Profesora ¿Por qué Miguel Ángel?
10. Miguel Ángel: La primera que tu hiciste fue voltearla [Pantalla a.]... hasta que quedara así [Pantalla d.], y diste de movimientos cuatro... Eh tres movimientos...
11. Profesora La corría hacia la derecha [Pantalla c-d] y la bajábamos. En cambio la otra era, la corríamos a la derecha, le hacía tres giros [Pantalla g.] y la bajábamos. ¿Es lo mismo?
12. Miguel Ángel: Eh, no.

**Tabla 6.32.** Manifestación 9 Miguel Ángel

**Interpretación.** La profesora muestra diferentes alternativas de camino para llevar la ficha a un determinado espacio en el tablero de manera que encajen adecuadamente. El estudiante inicialmente reconoce que las los “movimientos” son “iguales” [6], pero después lo niega [8], pues posiblemente Miguel Ángel, relaciona la igualdad con el número exacto de desplazamientos y giros dados a las fichas [9-12]. La profesora esperaba que Miguel Ángel encontrara equivalencia en las jugadas, pero no la reconoce, aún después de repetir la pregunta. Tal vez si se hubiera preguntado de otra manera, por equivalencia y no igualdad, el estudiante hubiera podido interpretar mejor la pregunta y dar una respuesta acertada.

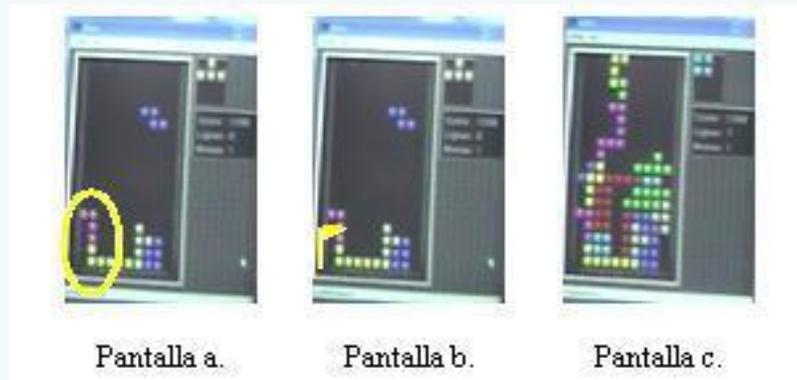
A pesar de no haber dado la respuesta esperada, por un error de la misma profesora, el estudiante si ejercita la conducta comparativa, ya que realiza la comparación desplazamiento a desplazamiento de la ficha en el tablero, para concluir que las jugadas no son iguales, posiblemente porque no hay “igualdad” en movimientos hechos.

Miguel Ángel hace un proceso de interpretación coherente con lo que la profesora le está preguntando; sin embargo, éste no era el objetivo de esta tarea. Esto es, el estudiante hace una correcta interpretación de la información figural.

**Manifestación 10**

Caracterización			
fase	operación	función	categoría de visualización
Salida	Razonar divergente	Correcta Amplitud y flexibilidad mental	Aprehensión Operativa (Duval)
<p>Loa profesora hace un movimiento erróneo y obstaculiza el tablero, con el fin de que el estudiante reconozca el error cometido y además que evalúe la posibilidad de salvarlo del “error” cometido intencionalmente.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora ¡Uy acabo de cometer un error ahí!, ¿cuál fue?[señala Pantalla a.]</li> <li>2. Miguel Ángel: Es esa Ele. Y usted pensó que era Jota</li> <li>3. Profesora Y, la iba a encajar ...</li> <li>4. Miguel Ángel: Si, acá [Pantalla b.]</li> <li>5. Profesora ¡Hay, nos falló la vista!</li> </ol>			

6. Miguel Ángel: [Baja la zeta correctamente]
7. Profesora ¿Usted cree que puede salvar ese juego?
8. Miguel Ángel: Mmm, yo creo que no
9. Profesora Intentémoslo, que tal que se pueda.
10. Miguel Ángel: [Baja las fichas de manera inadecuada y con el juego pausado. Crea más obstáculos hasta llenar la pantalla] ¡Ay! [Pantalla c.].



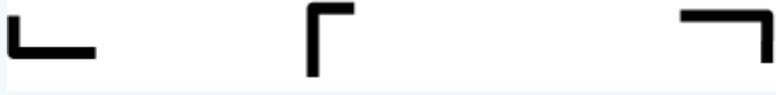
**Tabla 6.33.** Manifestación 10 Miguel Ángel

**Interpretación.** Al tomar el control del juego, la profesora comete un error intencional que Miguel Ángel identifica inmediatamente justificando que la profesora había pensado que la ficha era la Jota en vez de una Ele y por eso creó ese obstáculo en el tablero. La respuesta de Miguel Ángel, justifica el “error” que ella comete intencionalmente, sin dar mayor justificación sobre el hecho. Aunque recuerda las causas del error (pensar en la ficha equivocada), el estudiante no anticipa posibles consecuencias del error cometido, y tampoco, la profesora indaga sobre este hecho. Se puede evidenciar que el estudiante, sigue cometiendo errores, lo que nos muestra que el estudiante no anticipa consecuencias al punto de dejar llenar el tablero sin hacer líneas. Por lo que podemos afirmar que cumple algunos indicadores de Amplitud y flexibilidad mental, pero que esto no es suficiente para garantizar que en consecuencia se dé un Pensamiento Divergente.

Es evidente que el estudiante no establece una estrategia necesaria para poder subsanar el error cometido inicialmente, además, continúa actuando sin pensar, por lo que no logra un pensamiento operativo y en consecuencia, no cuenta con aprehensión operativa.

### *Momento 3: prueba escrita*

#### *Manifestación 11*

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
		Uso de preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
Se pide al estudiante dibujar todas las fichas y dibujar las posiciones posibles ante el giro de todas las fichas del Tetris, posteriormente se le pregunta qué es un giro y un desplazamiento. Ilustramos con la ficha Jota, la respuesta de Miguel Ángel.			
Respuesta			
Un giro: Dar vuelta a la ficha y encajar.			
Un desplazamiento: Desplazar una ficha hacia la derecha o izquierda			

**Tabla 6.34.** Manifestación 11 Miguel Ángel

**Interpretación.** Dentro de la operación de Identificar, podemos ver tres actividades en las que Miguel Ángel refleja orientación espacial eficiente y uso de preconceptos apropiados. La primera de ellas nos deja ver que Miguel Ángel reconoce que las fichas del Tetris hacen rotaciones de 90 grados. Sin embargo al pedirle al estudiante que muestre las posiciones en que quedan las fichas como producto de las rotaciones, el estudiante muestra tres rotaciones de las cuatro que tiene la ficha. Por lo que podemos concluir que en la primera parte de la manifestación, Miguel Ángel posiblemente contó la primera ficha puesta en el tablero, como la primera posición producto de la rotación, ya que las otras posiciones mostradas son diferentes a la primera.

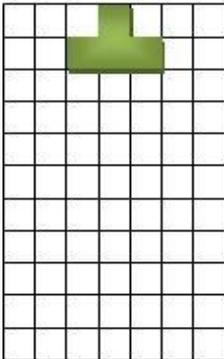
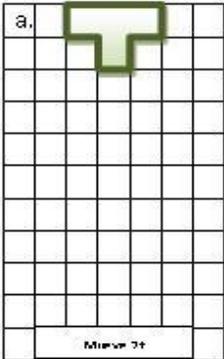
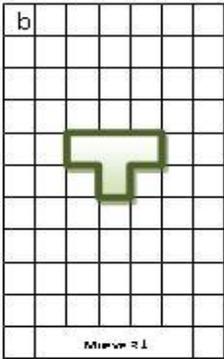
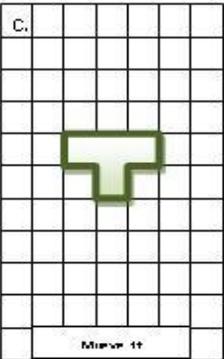
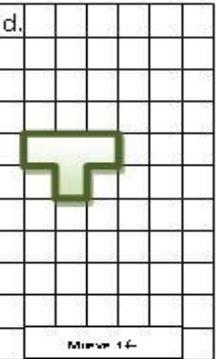
La respuesta del estudiante es incoherente con lo dicho en la Manifestación 6, en la que sí reconoce los cuatro giros que puede dar la ficha Jota. Esto es, Miguel Ángel da muestras de no reconocer el giro que la hace volver a la posición inicial, lo que evidencia el comportamiento del estudiante frente al reconocimiento de giro como “cambio de posición”, ya sea en el espacio [Manifestación 2] o en el plano [Manifestación 6]. Se puede afirmar que el estudiante reconoce el efecto de una rotación, cuando es evidente que éste le

deja ver un cambio de la inclinación de la ficha (en el plano) o de orientación de la ficha (en el espacio).

En un momento posterior, el estudiante hace una correcta asociación entre giro y vuelta de una ficha, y pensando en el juego responde en encajar. Y con respecto al desplazamiento, lo define en términos de desplazar, pero tiene en cuenta que puede hacerlo en dos direcciones: derecha e izquierda, a pesar de que en el juego se pueda hacer desplazamiento hacia abajo a la ficha. Por lo que podemos ver que Miguel Ángel es capaz de reconocer correctamente los conceptos intuitivos de giro y desplazamiento.

A lo largo de las manifestaciones, en los diferentes momentos, podemos evidenciar las dificultades del estudiante, frente a la correcta orientación espacial al momento de hacer las rotaciones a las fichas, a pesar de reconocer adecuadamente el giro y el desplazamiento, lo que hace que el estudiante no logre un correcto Reconocimiento de posiciones de las fichas en el espacio.

### *Manifestación 12*

CARACTERIZACIÓN				
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN	
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	IFI (Bishop)	
<p>Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición: . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.</p>				
	a.  Mueve 2+	b.  Mueve 2L	c.  Mueve 4+	d.  Mueve 1L

**Tabla 6.35.** Manifestación 12 Miguel Ángel

**Interpretación.** Inicialmente, Miguel Ángel nos da muestras de no poder dibujar rotaciones con lápiz y papel, pero que si lo pudo lograr mediante interacción con el videojuego. Para mostrar el primer giro, en el Tablero a., el estudiante sube la figura después de hacer correctamente el giro por lo que hace rotación y traslación a la vez. En el Tablero b, al pedirle una traslación de tres unidades, hizo una de más. En el Tablero c., el estudiante no realiza el giro solicitado y hace permanecer la ficha en la posición del tablero anterior y, por último, en el Tablero d., hace correctamente el desplazamiento que se pide.

En el estudiante no se evidencia una adecuada interpretación de la información brindada en lápiz y papel, que corresponden al código utilizado en el juego (flechas del teclado). Esto es, el estudiante realiza una correcta codificación del juego, pero no logra realizar una adecuada decodificación, esto posiblemente se deba a que el estudiante no logra hacer una correcta interpretación de la información figural.

**Manifestación 13**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Sintetizar	Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes	Memoria visual (Del Grande)
Se le pide al estudiante que compare las fichas dadas para llenar un espacio del tablero con una jota. Las fichas proporcionadas se encuentran en diferentes tamaños y posiciones por lo que el estudiante debe hacer la comparación de las unidades configurales de la ficha que se necesita con las que se dan para escoger, y hacer la respectiva justificación.			
<b>Respuesta:</b> 		<b>Justificación:</b> 	

**Tabla 6.36.** Manifestación 13 Miguel Ángel

**Interpretación.** El estudiante logra identificar la ficha que encaja en el espacio dado. A pesar de no dar una justificación en palabras sobre la elección hecha, el estudiante logra descomponer la ficha en sus unidades configurales, es decir, sobre la ficha hace las cuatro divisiones en partes iguales, lo que nos lleva a pensar que el estudiante alude su

elección a la configuración de la ficha elegida. Esto implica que encuentra las semejanzas entre el espacio y la ficha escogida.

Es evidente que el estudiante logra hacer la síntesis adecuada del todo (ficha-espacio) a partir de sus partes (unidades configurales). Además, el estudiante mantiene las características visuales y de posición que debería tener la ficha que escogió para transferir esta información a la situación planteada, lo que indica que mantiene una correcta memoria visual.

**Manifestación 14**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyectar relaciones virtuales	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	Procesamiento Visual (Bishop)
		Uso apropiado del razonamiento	
Inicialmente, se les pregunta a los estudiantes por el número de giros o desplazamientos que debe hacer la ficha para hacer I. Y después, se presentan tres jugadas equivalentes para que el estudiante escoja la más óptima.			
<b>Respuestas:</b>			
Moverla a la izquierda y bajar y la giro y bajar.			
La B y la C			

**Tabla 6.37.** Manifestación 14 Miguel Ángel

**Interpretación.** Esta manifestación corresponde al Ejercicio adecuado del Pensamiento hipotético y el Uso apropiado de razonamiento, que hacen parte de la operación de Proyectar relaciones virtuales. Inicialmente el estudiante plantea una solución que no es acorde con la esperada, pues sólo debía girar la ficha tres veces en sentido de las manecillas del reloj. El estudiante hace además de movimientos innecesarios, incoherentes para hacer llegar la ficha al lugar solicitado. Podemos afirmar que el estudiante no ejercita el Pensamiento hipotético, pues es un planteamiento incoherente con la situación planteada.

En la segunda parte de esta manifestación, el estudiante muestra como jugadas equivalentes sólo la b y la c, siendo las tres jugadas equivalentes. No justifica la equivalencia o no de la jugada a con las otras propuestas, lo que muestra que el estudiante no tuvo una buena interpretación de la pregunta hecha, si esta hubiera sido fraccionada en dos partes (I: identificar jugadas equivalentes, II: justificar por qué no son equivalentes), el estudiante posiblemente hubiera respondido con éxito a la tarea.

De esta manifestación podemos afirmar que el estudiante no hace una adecuada interpretación de información abstracta de la pregunta, ni tampoco transfiere la interacción hecha con el videojuego al lápiz y papel.

Por lo anterior podemos evidenciar que Miguel Ángel no hace un correcto uso del Razonamiento para justificar argumentos válidos, ni tampoco ejercita el pensamiento hipotético, lo que implica que el estudiante no hace proyección de relaciones virtuales.

**Manifestación 15**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Salida	Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	IFI (Bishop)
Se les presenta a los estudiantes un tablero obstaculizado por una ficha zeta negra, y se pregunta acerca del error cometido en dicha jugada.			
<b>Respuesta:</b> Lo corríste hacia la izquierda y bajaste			

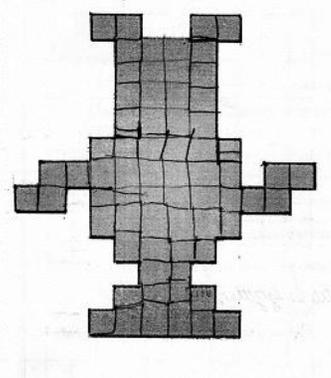
**Tabla 6.38.** Manifestación 15 Miguel Ángel

**Interpretación.** Esta manifestación se enfatiza en evidenciar el comportamiento del estudiante ante la amplitud y flexibilidad mental, función dentro de la operación de razonar divergente en la fase de salida. El estudiante reconoce fácilmente el error que se comete en la jugada, por lo que se muestra la capacidad del estudiante de razonar de manera divergente. Esto es, el estudiante es capaz de distinguir las subconfiguraciones a partir de la silueta bordeada de la ficha zeta en la parte superior del tablero.

Por lo anterior se puede decir que Miguel Ángel, además de mostrar que si hace Uso del razonamiento para justificar argumentos válidos, él establece relaciones entre la

información y la combina para llegar al pensamiento operativo, lo que describe su capacidad de amplitud y flexibilidad mental, operación que se encuentra dentro del razonamiento divergente. Por lo que pensamos que si el estudiante plantea y combina estrategias puede lograr aprehensión operativa.

**Manifestación 16**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)
<p>Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.</p> <p>Respuesta:</p> <div style="text-align: center;">  </div>			

**Tabla 6.39.** Manifestación 16 Miguel Ángel

**Interpretación.** El estudiante logra descomponer el robot en cuadros que corresponden a las unidades configurales de las fichas del Tetris, pero no con alcanza, quizá por tiempo, a descomponer el todo (robot) en fichas del Tetris como lo sugería la actividad. Probablemente el estudiante hubiera alcanzado a armarlo pero le hubiera tomado más tiempo para lograrlo, esto teniendo en cuenta su lenta ejecución.

Podemos afirmar, que en el estudiante se evidencia una conducta de exploración, que lo lleva a ver que las partes del robot están compuestas por cuadros que corresponden a unidades configurales de las fichas del Tetris. Sin embargo, no es suficiente este comportamiento para asegurar la sistematicidad del mismo, ya que no logramos ver la tarea finalizada, por lo tanto no logra el objetivo como lo sugiere la función comportamiento

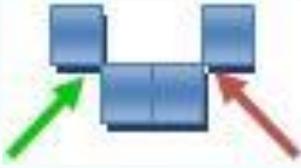
exploratorio sistemático dentro de la representación y transformación mental dentro del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

Podemos evidenciar que el estudiante logra sólo una parte de la tarea al ver subconfiguraciones del todo (unidades configurales), pero no logra unirla en configuraciones más grandes (fichas del Tetris) para armar el todo. Esto es, no logra una aprehensión operativa en la tarea propuesta.

## Anexo 7. Manifestaciones de Estudio de caso José Daniel

### Momento 1: Presentación del juego

#### Manifestación 1

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Uso del vocabulario	IFI (Bishop)
<p>La profesora construye en el tablero una figura compuesta por cuatro cuadrados de igual tamaño, pero unidos por los vértices, formando una cadena. Su intención es que los estudiantes reconozcan que las fichas del Tetris están conformadas por cuatro cuadrados unidos por los lados. Al encontrar diferencias entre las fichas del Tetris y las fichas que se construyeron en el tablero, la profesora pregunta por dónde están unidas las fichas construidas del tablero].</p> <p>1. José Daniel: Por la vértice</p> <p>2. Profesora: Por el vértice, ¿cierto?, o sea por esta esquina que tenemos acá de éste [flecha verde], y por esta esquina que tenemos acá de este [flecha roja].</p>			
			

**Tabla 6.40.** Manifestación 1 José Daniel

**Interpretación.** José Daniel es el único estudiante que reconoce que la unión de los cuadritos que conforman la ficha en el tablero, está dado por “la vértice” [1]. El estudiante identifica visualmente la diferencia entre la ficha que se le muestra en el tablero y las fichas del Tetris.

Aunque el estudiante no justifica lo que dice acerca del vértice la profesora señala sobre su respuesta para que el resto de compañeros relacione el concepto de vértice con “esquina” [2]. Al utilizar el preconcepto de “vértice” dentro de la forma presentada en la construcción del tablero, el estudiante hace un uso adecuado del vocabulario en Matemáticas. José Daniel lleva a cabo la operación de identificación por medio de interpretación de la información figural además cuenta con un vocabulario adecuado para expresarse.

## Manifestación 2

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
<p>La profesora pide a los estudiantes que realicen las posibles posiciones de cada ficha debidas a la rotación, teniendo en cuenta que cada giro que dan es de 90 grados. La profesora inicia con la ficha T y pide a los estudiantes que tomen una ficha y que pasen a pegar en el tablero de corcho una de las rotaciones. Inicia este trabajo José Daniel, aunque parece algo distraído por estar armando rectángulos de diferentes tamaños con las fichas de la bolsa entregada a cada estudiante.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Profesora: Mi primera ficha es la Te, ¿quién toma una ficha y pasa al tablero? [Como todos levantaron la mano, menos José Daniel, la profesora se inquieta y le pide a él que pase]. Al que no alzó la mano que fue José Daniel. [...] Esta es la ficha inicial [muestra la T de forma horizontal de base uno] van a mirar hacia este lado porque al otro no puedo pegarlo, y José Daniel me va a decir, una rotación de ésta ficha</li><li>2. José Daniel: [Toma la ficha correcta, y pone en el tablero una posición de la ficha después de una rotación de 90 grados hacia la derecha. José Daniel pasa al puesto antes de que la profesora aprobara la rotación.]</li><li>3. Profesora: Una rotación de esta ficha, ¿están de acuerdo? [Sus compañeros responden al tiempo responde sí].</li></ol>			

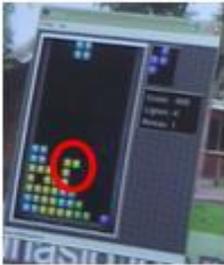
**Tabla 6.41.** Manifestación 2 José Daniel

**Interpretación.** Se muestra seguro al tomar una de las fichas correspondientes al grupo de fichas que se estaba mostrando en el tablero y la ubica con una rotación de 90 grados acertada. El estudiante en seguida se dirige a su puesto [2], lo que lo muestra seguro de manejar el preconcepto de giro o rotación dentro de un espacio determinado después de tomar acertadamente la ficha modelo del tablero.

El estudiante da muestras de tener una adecuada orientación espacial [2]. Es decir, José Daniel cuenta con la habilidad de relacionar la posición de un objeto con otro objeto que actúa como punto de referencia, en este caso corresponde a la ficha modelo pegada en el tablero.

## Momento 2: Interacción con el videojuego

### Manifestación 3

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyección de relaciones virtuales	Uso del razonamiento	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>La profesora observa jugar a José Daniel en cada jugada que hace para verificar la estrategia que tiene sobre las jugadas que se presentan.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: ¿Y qué pasó ahí cuando bajó la jota? [Pantalla a.]</li> <li>2. José Daniel: La jota, pues... me equivoqué.</li> <li>3. Profesora: ¿Por qué?</li> <li>4. José Daniel: Porque hice mal el movimiento.</li> <li>5. Profesora: ¿Dónde la iba a poner?</li> <li>6. José Daniel: La iba a colocar aquí para hacer otra línea [Pantalla b.], pero...</li> <li>7. Profesora: ¿Qué parte de la jota, iba a poner ahí?</li> <li>8. José Daniel: Éste [cuadro amarillo en Pantalla b.]</li> <li>9. Profesora: O esto [Flecha verde en Pantalla b.]</li> <li>10. José Daniel: No, porque eso no cabe acá [espacio que señala con el dedo en Pantalla b.]</li> <li>11. Profesora: O.k.</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Pantalla a.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Pantalla b.</p> </div> </div>			

**Tabla 6.42.** Manifestación 3 José Daniel

**Interpretación.** El estudiante se muestra reflexivo ante el error que cometió con la ficha “Jota” en el tablero. A la hora de analizar cuál hubiera sido la posible ubicación de la ficha para hacer línea, nos muestra que la ficha tuvo que haberse girado para poder hacer línea [8], jugada que evidentemente es correcta.

El estudiante logra justificar su respuesta con argumentos válidos como el cambio de posición de la ficha y la ubicación adecuada de la misma para poder hacer la línea en una situación hipotética, lo que nos permite reconocer que el estudiante hace uso adecuado del razonamiento.

José Daniel, logra convertir la información hipotética o abstracta en información figurativa que le permiten dar solución a la situación planteada, lo que evidencia que el estudiante, hace un procesamiento visual para dar respuestas acertadas.

**Manifestación 4**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Síntesis	Constancia y permanencia de esenciales	Conservación de la percepción (Del Grande)
<p>La profesora indaga por la invarianza de las fichas ocasionadas por los movimientos rígidos de rotación y traslación en el plano.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: Usted cree que la ficha que va bajando [la jota], a parte de girar y desplazar, ¿tiene otro cambio? Es decir, la jota se convierte en ele, la ele en jota, la ese en zeta, la zeta en ese o...¿cambia su forma?</li> <li>2. José Daniel: No</li> <li>3. Profesora: ¿Por qué no?</li> <li>4. José Daniel: Porque son las reglas del juego</li> <li>5. Profesora: Las reglas del juego... es decir, la amarilla siempre seguirá siendo amarilla, siempre seguirá siendo jota... o sea no hay ningún cambio... ¿seguro?</li> <li>6. José Daniel: Segurísimo.</li> </ol>			

**Tabla 6.43.** Manifestación 4 José Daniel

**Interpretación.** El estudiante logra reconocer la invariabilidad de la forma de las fichas del Tetris, inicialmente relacionando este hecho con las “reglas del juego” [3]. Aunque, se muestra seguro [6], pero sin argumentos, reconoce que la base del juego son los controles que logran el movimiento de rotación o traslación de las fichas. En ese sentido, da muestras de reconocer que la forma de la ficha permanece a pesar de hacer giros o desplazamientos, es decir, que mantiene una función óptima de constancia y permanencia de esenciales.

Esto permite reconocer que el estudiante logra identificar la invariabilidad de los objetos por encima de posibles variaciones de movimiento. Lo que es evidencia de que José Daniel mantiene conservación de la percepción.

### Manifestación 5

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Diferenciar	Ejercicio adecuado de la conducta comparativa	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>A partir de una estrategia planteada por el estudiante, la profesora plantea otra para hacer llegar a un mismo lado la ficha que actualmente tiene. El estudiante juega con el tablero en pausa.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: ¿En dónde va a encajar esta I? [Pantalla a. Tablero inicial]</li> <li>2. José Daniel: Aquí [Pantalla b.]</li> <li>3. Profesora: ¿Qué movimiento le hace [para llegar allá]?</li> <li>4. José Daniel: Estaba aquí [Pantalla a.] la muevo aquí [Pantalla c.] y la bajo [Pantalla d.].</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Profesora: Si yo la tengo aquí [Pantalla e.] la bajo [Pantalla f.], y la corro acá [Pantalla g.], la bajo [Pantalla h.], ¿encaja?</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div>			

6. José Daniel: Si...
7. Profesora: [...] ¿es equivalente al movimiento que usted dijo que iba a hacer?
8. José Daniel: Sí. Es lo mismo, porque la ficha va a llegar al mismo lado
9. Profesora: Pero, ¿cuál de los dos es más rápido?
10. José Daniel: El que propongo yo
11. Profesora: ¿Por qué?
12. José Daniel: Porque la I sólo tendría que hacer este movimiento [señala con su dedo sobre la pantalla →], en cambio aquí tocaría hacer esto [señala. →]
13. Profesora: ¿Hay otra forma de hacerla llegar a parte de las dos que hemos propuesto?
14. José Daniel: Eh, si. Pero... [la ficha] se movería mucho y perderías tiempo

**Tabla 6.44.** Manifestación 5 José Daniel

**Interpretación.** José Daniel reconoce en los caminos planteados por él [4] y por la profesora [5] hacen llegar la ficha al mismo espacio [8]. Reconoce que el planteado inicialmente es más eficiente porque es más rápido, es decir que toca hacer menos movimientos y ganaría tiempo. Además de esto piensa que, a pesar de que existan más caminos para llegar, éstos demorarían más tiempo [14].

Podemos evidenciar que el estudiante logra éxito en la tarea de reconocer que varios caminos conducen al mismo lado y, en consecuencia, unos demoran menos tiempo que otros. Esto es, José Daniel, discrimina y compara dentro de la medida de las posibilidades para anticiparse a la solución, por lo que podemos decir que da muestras de una óptima función del Ejercicio de la conducta comparativa dentro de la operación diferenciación.

Parece ser que José Daniel reconoce que el camino que demora menos tiempo, es la menor combinación de rotaciones y traslaciones, para llegar al espacio planteado. Al comparar los diferentes caminos y escoger entre ellos el que demore menos tiempo, José Daniel convierte la información abstracta, correspondiente al camino planteado por la profesora, en imágenes visuales para lograr un apropiado procesamiento visual de la información planteada.

## Manifestación 6

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyección de relaciones virtuales	Ejercicio del pensamiento hipotético	Procesamiento Visual (Bishop)
<p>El estudiante ha creado una serie de obstáculos y no es posible hacer línea con la ficha que baja. La profesora pregunta si con la ficha que baja puede o no hacer línea para verificar que el estudiante puede anticipar consecuencias y plantear una estrategia adecuada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profesora: Usted cree que con la ficha que viene, ¿puedo hacer alguna línea?</li> <li>2. José Daniel: No</li> <li>3. Profesora: ¿Por qué?</li> <li>4. José Daniel: No, o de pronto... no, con la que viene no puedo hacer ninguna fila, porque la única que puedo es ésta [flecha en Pantalla a.] para poder quitar eso [obstáculos sobre la ficha]. Al hacer esa, esto cae [cuadro en Pantalla a.] para poder hacer otra [fila].</li> <li>5. Profesora: ¿Y en dónde la va a poner entonces?</li> <li>6. José Daniel: Aquí la voy a colocar [Pantalla b.]</li> <li>7. Profesora: ¿Por qué está seguro de que cabe ahí?</li> <li>8. José Daniel: Porque si contamos los cuadritos [gira la ficha y señala la base de la ficha rotada. Pantalla c.]</li> <li>9. Profesora: ¿Y dónde quedaría entonces esta parte? [Flecha Pantalla c.]</li> <li>10. José Daniel: Quedaría arriba.</li> </ol>			
			

**Tabla 6.45.** Manifestación 6 José Daniel

**Interpretación.** A pesar de haber llenado casi la mitad del tablero con obstáculos, José Daniel, logra plantear una estrategia con el fin de disminuir el número de obstáculos

creados. Sin embargo, la ficha que va bajando, y la futura, no le ayudan para llevar a cabo la estrategia planteada, por lo que le toca ubicar la ficha que va bajando inmediatamente sobre un lugar adecuado en número de cuadros, pero que está sobre obstáculos previamente creados.

Al proponer con argumentos adecuados, como hacer línea para que los obstáculos bajen [4], el estudiante da muestras de un adecuado desempeño en la función del ejercicio del pensamiento hipotético, dentro de la operación de relaciones virtuales.

El estudiante logra buen desempeño en la tarea de convertir información abstracta como lo constituye la situación que se presenta en el tablero, y que además logra dar muestras de reconocer las jugadas necesarias para desocupar el tablero de los obstáculos creados. Es decir, José Daniel tiene éxito en el procesamiento visual.

**Momento 3: Prueba Escrita**

**Manifestación 7**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Identificar	Orientación espacial eficiente	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande)
		Uso de preconceptos apropiados	Discriminación visual (Del Grande)
Se pide al estudiante dibujar todas las fichas y dibujar las posiciones posibles ante el giro de todas las fichas del Tetris, posteriormente se le pregunta qué es un giro y un desplazamiento. Ilustramos con la ficha Jota, la respuesta de José Daniel.			
Respuesta			
Frente a giro y desplazamiento José Daniel no responde nada.			

**Tabla 6.46.** Manifestación 7 José Daniel

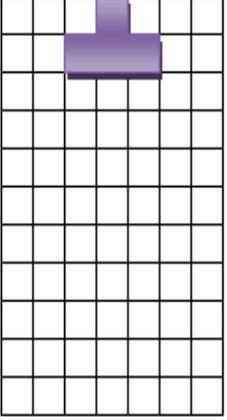
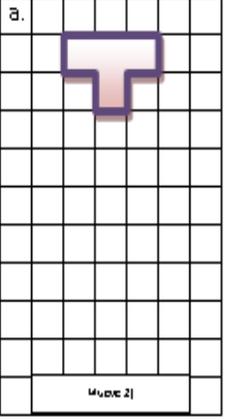
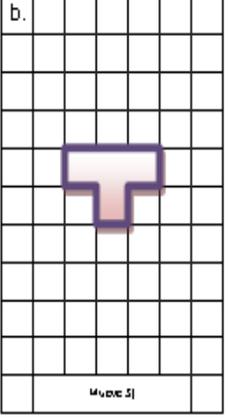
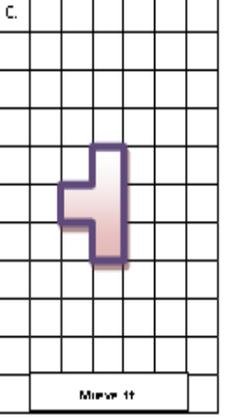
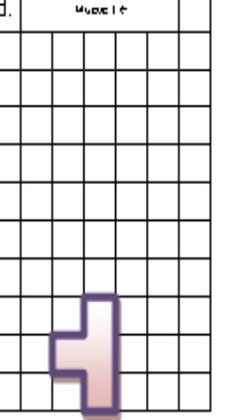
**Interpretación.** Dentro de la operación de Identificar, podemos ver dos actividades en las que José Daniel refleja orientación espacial eficiente y uso de preconceptos apropiados. Al preguntar por cada una de las posiciones que tendría al efectuar las

rotaciones que tiene la ficha, el estudiante da muestras de reconocer que éstas se hacen cada 90 grados, y muestra acertadamente, las cuatro posiciones de la ficha debidas al giro de 90 grados realizado.

Es evidente que José Daniel, tiene una correcta orientación espacial, lo que implica que el estudiante tenga un eficiente reconocimiento de posiciones en el espacio.

Aunque el estudiante no haya respondido nada sobre giro y desplazamiento, podemos pensar que es por su falta de gusto por la escritura, ya en otras situaciones (Manifestación 10) da muestras de relacionar el giro con “vuelta” y el desplazamiento con mover a derecha, izquierda y abajo (Manifestación 5). Esto permite evidenciar que el estudiante hace uso de preconceptos apropiados, en este caso intuitivo. El estudiante hace una adecuada discriminación visual. En consecuencia, puede afirmarse que el estudiante refiere a comportamientos acordes con el desempeño frente a la operación de identificar dentro de la fase de entrada del modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

**Manifestación 8**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Decodificar	Percibir el objeto con claridad	IFI (Bishop)
<p>Se le presenta a los estudiantes un tablero con la ficha Te en la posición: . Se les pide a los estudiantes que hagan los movimientos indicados en la parte inferior de cada tablero. En el tablero inicial se muestra la ficha inicial, y los siguientes 4 tableros corresponden a los movimientos hechos por el estudiante.</p>			
	<p>ā.</p>  <p>MUEVE 2)</p>	<p>b.</p>  <p>MUEVE 5)</p>	<p>c.</p>  <p>MUEVE 11)</p>
	<p>d.</p> 		

**Tabla 6.47.** Manifestación 8 José Daniel

**Interpretación.** El estudiante hace los movimientos indicados en los tableros a y b. En el tablero c., hace un giro en sentido de las manecillas del reloj, lo que indica que no recuerda que el sentido en el que giran las fichas del Tetris es el contrario. En el tablero d., hace un movimiento de traslación, pero no corresponde al indicado, ya que se solicitaba de 1 unidad a la izquierda y él movió la ficha 4 hacia abajo.

Inicialmente, se puede interpretar que el estudiante supuso que los movimientos correspondían a movimientos de rotación y traslación de la ficha con el tablero pausado. Posteriormente, el estudiante no responde a esta suposición del tablero en pausa, por lo que la ficha baja sin el control del estudiante.

José Daniel reconoce el código en el que están escritos los movimientos, ya que los relaciona adecuadamente con los controles del juego, y por esto efectúa correctamente los dos primeros movimientos solicitados. Sin embargo aunque ↑ signifique giro, esto no indica que sea en cualquier sentido, ya que el sentido del giro en el videojuego trabajado es contrario a las manecillas del reloj. Por lo anterior podemos afirmar que, aunque logre decodificar y relacionar una flecha con un movimiento, no logra transferir la situación del juego a una situación particular en lápiz y papel. Al poder lograr un desempeño satisfactorio en la tarea, podemos afirmar que José Daniel hizo una correcta interpretación de la información figural.

Finalmente, podemos afirmar que las manifestaciones de José Daniel son consistentes con lo mostrado durante el momento del juego. El estudiante logra codificar y logra parcialmente el proceso inverso de decodificación de forma rápida y oportuna.

**Manifestación 9**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Sintetizar	Reconstrucción adecuada de un elemento a partir de sus partes	Memoria visual (Del Grande)
Se le pide al estudiante que compare las fichas dadas para llenar un espacio del tablero con una jota. Las fichas proporcionadas se encuentran en diferentes tamaños y posiciones por lo que el estudiante debe hacer la comparación de las			

unidades configurales de la ficha que se necesita con las que se dan para escoger, y hacer la respectiva justificación.	
<b>Respuesta:</b>	<b>Justificación:</b>
	<p>porque si la colocamos de otra manera no completaría línea</p>

**Tabla 6.48.** Manifestación 9 José Daniel

**Interpretación.** José Daniel no logra encontrar la solución correcta respecto de la posición que debe tomar la ficha para que pueda completar línea, cuya justificación nos muestra que estaba seguro de que la ficha seleccionada se encontraba en la posición mostrada, cuando la ficha adecuada era la reflexión de la ficha escogida sobre el eje vertical. Esto nos muestra que el estudiante se confundió en la elección, pensando que se estaba preguntando por la ficha que cabía en el espacio indicado, respondiendo correctamente con un “ele”, pero realmente se estaba preguntando por qué posición (y tamaño) de la ficha “jota” cabría en dicho espacio.

Por lo anterior podemos pensar que el estudiante sí reconoce que le hace falta un cambio de posición para poder encajar perfectamente y hacer línea, lo que lo lleva a la respuesta correcta. Pero no tuvo en cuenta que se estaba dando una ficha referencia. En consecuencia, José Daniel puede ver las características de las fichas para “asociar” con el espacio propuesto, por lo que el estudiante integra a un conjunto los elementos de un todo. Pero no podemos afirmar que el estudiante mantiene la habilidad para recordar características visuales y de posición que tenían las fichas en un momento dado, ya que no discriminó las fichas para escoger la respuesta.

**Manifestación 10**

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Elaboración	Proyectar relaciones virtuales	Ejercicio adecuado del pensamiento hipotético	Procesamiento Visual (Bishop)
		Uso apropiado del razonamiento	
Inicialmente, se les pregunta a los estudiantes por el número de giros o desplazamientos que debe hacer la ficha para hacer línea. Y después, se presentan tres jugadas equivalentes para que el estudiante escoja la más óptima.			

**Respuestas:**

Hay que girarla 1 vez y bajarla

Subrayó la jugada A

**Tabla 6.49.** Manifestación 10 José Daniel

*Interpretación.* El estudiante reconoce que al dar un giro, entendido en sentido de las manecillas del reloj, y bajarla, la ficha encaja adecuadamente. Sin embargo, acorde con la situación en la Manifestación 8, José Daniel no logra recordar que los giros en el juego se hacen en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Se puede afirmar que el estudiante hace adecuadamente ejercicio del pensamiento hipotético, para poder hacer llegar la ficha al espacio propuesto, pero no aplica el conocimiento previo del sentido de los giros en el videojuego en esta situación. Esto es, el estudiante se vale de las proyecciones virtuales, de una situación hipotética, para poder dar solución a la pregunta planteada, pero lo logra parcialmente, ya que no toma en cuenta el sentido del giro. De esta manera se puede decir que el estudiante realiza un proceso de conversión e interpretación de información abstracta en imágenes visuales para poder proyectar el número de giros de la ficha, sin tener en cuenta el sentido del giro.

En un segundo momento, al plantear diferentes estrategias al estudiante, logra ver que son equivalentes, pero que en términos del juego, es necesaria la jugada se ejecute en el menor tiempo posible. Es por lo anterior que José Daniel escoge ejecutar la jugada a, la cual es la más rápida. Es evidente que el estudiante hace un uso adecuado del razonamiento, lo que conlleva a la operación de proyección de relaciones virtuales dentro de la fase de elaboración.

En la medida en que José Daniel hace la interpretación de la información de manera abstracta, desde el planteamiento de la pregunta, a imágenes visuales que le permitan llegar a responder correctamente el planteamiento hecho, se reconoce que es capaz de hacer adecuadamente un procesamiento visual según lo plantea Bishop.

## Manifestación 11

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Salida	Razonar divergente	Correcta amplitud y flexibilidad mental	IFI (Bishop)
Se les presenta a los estudiantes un tablero obstaculizado por una ficha zeta negra, y se pregunta acerca del error cometido en dicha jugada.			
<b>Repuesta:</b> Dejó un hueco. Colocándola en el lugar que señalo (muestra un espacio de base 2 cuadros como el de la  )			

**Tabla 6.50.** Manifestación 11 José Daniel

**Interpretación.** El estudiante reconoce el error de la jugada, ya que manifiesta haber creado un obstáculo. Su justificación, alude al hecho de tener en cuenta los espacios de la base de la ficha para encajarla adecuadamente. En este caso, como la “zeta” tiene base 2 cuadros, él buscó un espacio de base dos para haberla ubicado adecuadamente.

Es evidente que, el José Daniel manifiesta amplitud y flexibilidad mental, ya que reconoce el error dentro del juego, lo que conlleva a la operación del razonar divergente dentro de la fase de salida.

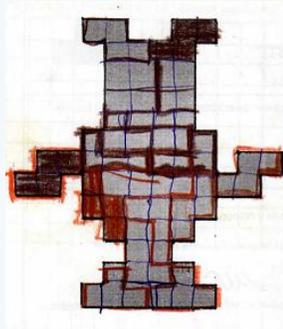
El estudiante, logra hacer una correcta interpretación de la información figural en la medida en que establece que la posición que puede ocupar la ficha debe coincidir con el espacio del tablero.

## Manifestación 12

CARACTERIZACIÓN			
FASE	OPERACIÓN	FUNCIÓN	CATEGORÍA DE VISUALIZACIÓN
Entrada	Analizar	Comportamiento Exploratorio Sistemático	Aprehensión operativa (Duval)

Se les presenta una figura anexa llamada “Robot Bailarín”, con el fin de que los estudiantes lo armen a partir del uso de cierto número de fichas del Tetris dadas en una bolsa a cada uno de ellos.

**Respuesta:**



**Tabla 6.51.** Manifestación 12 José Daniel

***Interpretación.*** José Daniel logra descomponer el todo (robot) en partes (fichas del Tetris). Su logro es inmediato, acorde con lo mostrado en el momento de la presentación del juego en el que mostró la destreza para armar “rompecabezas”. Después de haber terminado de armar la primera posibilidad de Robot, José Daniel propone otras formas de armar la misma figura, en las que no toma más tiempo del utilizado por sus compañeros para construir sólo uno. José Daniel, tenía como estrategia reemplazar un conjunto de fichas por otras para conseguir la misma figura, y desarmando en varias ocasiones la figura propuesta sin obtener resultados inmediatos.

La insistencia del estudiante para encontrar más soluciones a la propuesta inicialmente por él mismo, da muestras de un comportamiento exploratorio sistemático del estudiante, lo que le permite reconocer la operación de analizar dentro de la fase de entrada. Esto es, el estudiante es capaz de descomponer un todo en sus elementos constitutivos.

El estudiante logra ver las relaciones que hay entre las fichas y formas como la de los brazos y los pies, que venían dadas por figuras reconocidas dentro del juego, por lo que pudo asociarlas de manera más rápida que las demás fichas. Es claro que el estudiante logra ver las figuras enmascaradas dentro de la cabeza y el tronco del Robot, por lo que podemos evidenciar que hay aprehensión operativa dentro de este proceso de armado de la figura.