

---

# Reporte de investigación de Maestría: Modificabilidad Estructural Cognitiva vs. Visualización: un ejercicio de análisis del uso del Tetris en tareas de rotación y traslación

Jenny Patricia Acevedo Rincón  
jpar\_2005@hotmail.com  
IED. Eduardo Umaña M. -Uniminuto - Bogotá

Leonor Camargo Uribe  
leonor.camargo@gmail.com  
Universidad Pedagógica Nacional-Bogotá  
Trabajo de Investigación de Maestría (Concluido)- UPN

**Resumen.** El videojuego hace parte de la realidad de los jóvenes de la actualidad. En procura de aprovechar algunos beneficios del entorno visual del videojuego, en el aula de matemáticas, como: dinamizar la reflexión, desarrollar competencia de resolución de problemas, estimular capacidad deductiva, entre otros, se desarrolló un proyecto de investigación que hace uso del videojuego en tareas de acercamiento a los conceptos geométricos de rotación y traslación. En esta conferencia presentamos un marco analítico para identificar procesos y habilidades de visualización que se desarrollan al aprovechar el videojuego como mediador visual e ilustramos los efectos del uso del Tetris en la resolución de tareas desarrolladas por tres estudiantes con necesidades particulares de aprendizaje del Gimnasio Los Robles (Bogotá).

## 1. Presentación

El Gimnasio Los Robles, institución educativa de Bogotá, busca atender niños que tienen dificultades de aprendizaje y/o emocionales considerando el modelo MEC1 que incluye un conjunto de funciones intelectuales, correspondientes a estructuras cognitivas básicas, que sirven de soporte a ciertas acciones u operaciones con las que se resuelven situaciones

---

<sup>1</sup> MEC: Modelo de Modificabilidad Estructural Cognitiva

problema. Las funciones y operaciones son de carácter general, por lo que no se discriminan acciones específicas asociadas al uso de conceptos y procedimientos matemáticos, hecho que dificulta poner en funcionamiento el modelo sugerido por el colegio. Este hecho, nos condujo a desarrollar un proyecto de investigación tendiente a seleccionar, redefinir y caracterizar a partir del análisis de las actuaciones de estudiantes, algunas funciones y operaciones del modelo que consideramos más propias de la actividad geométrica y particularmente aquellas asociadas a habilidades y procesos de visualización.

En el presente reporte investigativo damos cuenta de un marco analítico de procesos y habilidades de visualización que se estimulan con el uso del videojuego *Tetris* construido a partir de la selección de algunas categorías de visualización sugeridas en la literatura de referencia. Además, presentamos algunos resultados de una aproximación metodológica que busca aprovechar dichos procesos y habilidades de visualización en una propuesta que pretende acercar intuitivamente a estudiantes, con necesidades particulares de aprendizaje, a los conceptos de rotación y traslación. Ilustramos con ejemplos, el análisis realizado a algunos extractos de interacciones entre la profesora y un estudiante de grado 5°. Y por último, presentamos unas reflexiones frente al trabajo investigativo desarrollado.

## 2. Marco Teórico

### Procesos y habilidades de visualización

Partimos de la definición de visualización sugerida por Gal y Linchevski (2010) quienes la conciben como el conjunto de habilidades y procesos necesarios para representar, transformar, generalizar, comunicar, documentar, y reflexionar sobre información visual. Según estos autores, la visualización interviene en tres momentos del proceso cognitivo: en la *organización*, en el *reconocimiento*, y de *representación*. A partir de estos momentos organizamos procesos y habilidades de visualización sugeridos por Presmeg (1986), Duval (1995), Bishop (1983) y Del Grande (1990), los cuales se constituyeron en categorías de análisis del estudio investigativo que adelantamos.

En el momento de *organización* ubicamos las siguientes habilidades sugeridas por Del Grande (1990), las cuales definimos a continuación.

**Coordinación óculo-manual.** Es la habilidad para seguir con los ojos el movimiento de los objetos de forma ágil y eficaz.

**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.

**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.

**Reconocimiento de posiciones espaciales.** Es la habilidad para relacionar la posición de un objeto con uno mismo, es decir el observador.

**Reconocimiento de relaciones espaciales.** Es la habilidad que permite identificar correctamente las características de relaciones entre diversos objetos situados en el espacio.

**Discriminación visual.** Es la habilidad que permite comparar dos o más objetos identificando sus semejanzas y diferencias.

**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.

En el momento de *reconocimiento*, ubicamos dos tipos de aprehensiones definidas por Duval (1995) y los procesos de visualización señalados por Bishop (1983).

**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.

**Aprehensión discursiva.** Se produce cuando hay una asociación de una configuración con afirmaciones matemáticas (definiciones, teoremas, axiomas).

Por su parte, Bishop (1983) se refiere a dos procesos: Interpretación de la Información Figural (IFI) y Procesamiento Visual (VP), procesos que incluimos en el momento de reconocimiento.

**Interpretación de la Información Figural (IFI).** Es el 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.

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

En el momento de *representación*, ubicamos los tipos de imágenes mentales sugeridos por Presmeg (1986), entendidas como las escenas mentales que describen información visual o espacial de un objeto sin requerir su presencia u otra representación externa.

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.

Imágenes dinámicas. Son imágenes mentales en las que los objetos o algunos de sus elementos se desplazan.

### 3. Un acercamiento intuitivo a la rotación y la traslación

En el estudio investigativo en el que usamos el marco analítico esbozado en la sección previa, consideramos un acercamiento intuitivo a la rotación y la traslación. Por eso resaltamos el potencial de las habilidades y procesos de visualización en el reconocimiento de algunas propiedades matemáticas de dichas isometrías. Nuestro acercamiento tiene las siguientes características:

**Aproximación visual.** A partir de figuras geométricas que muestran el giro o desplazamiento de una figura referenciada, las posiciones que ocupa en un plano (tablero de *Tetris*), las posiciones relativas al observador (o jugador), y las relaciones de las figuras entre sí, con el objeto de cumplir una tarea (ganar el juego).

**Acercamiento por invariantes.** En el caso de la rotación, los estudiantes deben reconocer giros de  $90^\circ$  en un mismo sentido y deben asociar los giros a efectos producidos por el control  $\uparrow$  del juego. En las traslaciones, los estudiantes deberán reconocer los desplazamientos en tres direcciones: derecha ( $\rightarrow$ ), izquierda ( $\leftarrow$ ) y abajo ( $\downarrow$ ).

**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.

### 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. A continuación mostramos 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 eficiente.	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 sistemático exploratorio	Apreensión 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)
		Apreensión 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	Aprehensión operativa	Duval (1998)
	Comportamiento exploratorio sistemático		
<b>FASE DE SALIDA</b>			
Operaciones	Indicadores	Categoría asociada	Autor
Razonamiento divergente	Amplitud y flexibilidad mental.	Aprehensión operativa	Duval (1998)
Comunicación	Precisión y exactitud en la comunicación de respuestas	Aprehensión discursiva	Duval (1990)

Tabla 1. Articulación del modelo MEC y visualización

## 5. Diseño metodológico

Dispositivo didáctico. En el dispositivo didáctico previsto en este estudio, se proponen actividades de acuerdo con los momentos: presentación del juego, interacción con el videojuego y prueba escrita.

*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, y reconocer sus subconfiguraciones de cuadrados de igual tamaño unidos por los lados. Los estudiantes hacen rotaciones de 90 grados en un tablero de corcho.

*Momento 2-Interacción con el videojuego.* 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.

*Momento 3-Prueba Escrita.* Se diseña una prueba escrita con preguntas sobre algunas situaciones planteadas en el videojuego. En total, la aplicación de la secuencia didáctica necesita de 32 horas de videograbación, que posteriormente son transcritas para el total de estudiantes de quinto de primaria.

## 6. Etapas de la investigación

El presente estudio de corte cualitativo, descriptivo e interpretativo, se realiza teniendo en cuenta siete etapas interrelacionadas, así: Selección del videojuego Tetris, selección de los estudiantes de 5ºB para el estudio de caso, diseño del dispositivo didáctico, toma de datos investigativo, transcripción de los videos y selección de los estudiantes para el estudio de caso, selección de los fragmentos para el análisis, identificación de manifestaciones exitosas y no exitosas de los estudiantes, y síntesis de las manifestaciones y perfil cognitivo de los estudiantes.

### Estudio de caso y su respectivo análisis

El siguiente extracto de conversación está sacado de una interacción con el estudiante, en la fase de elaboración de la propuesta de enseñanza para analizar el proceso de aprehensión operativa. Con las fichas en movimiento, 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.

Profesora: ¿Usted cree que la ficha que viene podría llenar el espacio?

Juan David: No. Si éste [Flecha amarilla en pantalla] estuviera acá [espacio señalado por el puntero del mouse] sí se podría.

Profesora: ¿Qué figura podría completar [el espacio]?

Juan David: Una L

Profesora: ¿Una L?, o ¿una J?

Juan David: Una Jota

Profesora: ¿Por qué una Jota?

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

Profesora: Entonces quedaría así [hace con el mouse la forma □]. Ok.

