

EL *TETRIS* COMO MEDIADOR VISUAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTOS RÍGIDOS EN EL PLANO (ROTACIÓN Y TRASLACIÓN)

Jenny Acevedo y Leonor Camargo

Universidad Minuto de Dios, Universidad Pedagógica Nacional

jpar_2005@hotmail.com, leonor.camargo@gmail.com

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).

INTRODUCCIÓN

El Gimnasio Los Robles, institución educativa de Bogotá, busca atender niños que tienen dificultades de aprendizaje y/o emocionales, para lo cual considera un modelo 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 problema. Las funciones y operaciones son de carácter general; por esta razón 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 esta conferencia presentamos un marco analítico para dar cuenta 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 visualiza-

ción 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 cuyo propósito es 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 quinto. Por último, exponemos unas reflexiones frente al trabajo investigativo desarrollado.

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*, o momento inicial de captura de información por medio de los sentidos; en el *reconocimiento*, o momento de aprovechamiento de la información visual en el trabajo cognitivo propiamente dicho; y de *representación* de información, o momento de comunicar los resultados del funcionamiento mental. 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 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 los estudiantes logran coordinar los controles del juego (representados por flechas) 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* los estudiantes centran la atención en la ficha que va bajando por el tablero del juego para poder ubicar-

la adecuadamente en el tablero, y olvidan 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* los estudiantes reconocen 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 un estudiante tiene esta habilidad cuando logra identificar que una ficha se ha desplazado hacia la derecha o izquierda de la pantalla, según la posición del jugador.

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* el estudiante 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 los estudiantes son capaces 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, cuando los estudiantes son capaces 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 dos tipos de aprehensiones definidas por Duval (1995) y los procesos de visualización señalados por Bishop (1983). Duval (1995) hace mención a la identificación visual de las figuras

con base 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*, los estudiantes son capaces de organizar un conjunto de estrategias para ponerlas en práctica a la hora de completar líneas del juego.

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

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. Por ejemplo, cuando los estudiantes, al enfrentarse al problema de escoger el camino óptimo para llegar a un espacio señalado en el tablero, son capaces de interpretar y argumentar sobre la información que extraen para decidir cómo hacer líneas y ganar más puntos en el juego.

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. Por ejemplo, cuando un estudiante es capaz de interpretar si una ficha, que está bajando en el tablero, encaja en un espacio señalado en el tablero.

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. 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 los estudiantes quieren expresar el giro de un objeto que tienen en su mente y señalan 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 un estudiante está interactuando con imágenes del videojuego *Tetris* y predice los movimientos; estas predicciones corresponden a imágenes de su mente que están en movimiento.

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° 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). Deben poder reconocer que, en el caso de experimentar una rotación, las figuras mantienen la forma y el tamaño pero cambian

de orientación; en cambio, en el caso de experimentar una traslación, las figuras mantienen la forma, el tamaño y la orientación, pero su posición varía.

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.

UN EJEMPLO DE ANÁLISIS

El estudio investigativo se desarrolló analizando los procesos y habilidades de visualización de los que hacen uso tres estudiantes de quinto grado del Gimnasio Los Robles, quienes participaron en la implementación de una secuencia de actividades de enseñanza diseñadas con el fin de acercar intuitivamente a estudiantes, con necesidades particulares de aprendizaje, a los conceptos de rotación y traslación. La descripción detallada de las actividades puede consultarse en Acevedo (2010). A manera de ilustración, presentamos dos extractos de conversaciones con el estudiante Juan David en las fases de entrada y de elaboración de la secuencia. Este estudiante ingresó al Gimnasio a los nueve años y siempre se ha caracterizado por su comportamiento hiperactivo. Tiene 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 trece años y se encontraba haciendo quinto de primaria.

Ejemplo 1 (Fase de entrada). El siguiente extracto de conversación está sacado de una interacción con el estudiante, en la fase de entrada e ilustra la manera como Juan David se refiere a las características de la configuración de las fichas que no pertenecen al videojuego *Tetris*, por medio de Interpretación de la Información Figural.

La profesora muestra al grupo de 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. 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(i)] ¿podría ser parte del juego?
2. Juan David: No, porque está mal... armada
3. Profesora: ¿Por qué sabemos que está mal armada? [Muestra la Figura 1(i); los estudiantes reaccionan con murmullos].
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 sí podría estar [muestra la Figura 1(iii)].
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 2(i) o ¿estos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la Figura 2(ii).]
8. Juan David: No.
9. Profesora: O ¿estos? [Señala los espacios mostrados por las flechas de la Figura 2(iii).]
10. Juan David: [Afirma que son los espacios señalados en la Figura 2(iii) con movimiento aprobatorio con la cabeza.] Los cuatro.
11. Profesora: [Dibuja una de las figuras del *Tetris*.]
12. Juan David: Sí, así sí 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].

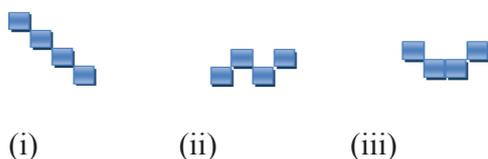


Figura 1. Opciones de ubicación de los cuadrados en las fichas

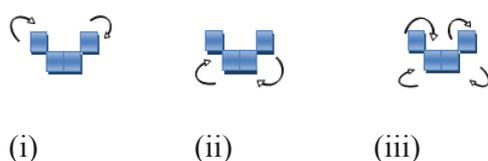


Figura 2. Opciones de espacios señalados por el estudiante

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 en la tarea confirma que Juan David interpreta la configuración patrón de las fichas del *Tetris*, pero no hace uso del vocabulario adecuado ya que 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, en la medida en que el estudiante logra extraer características generales de la ficha que no pertenece al *Tetris*, la compara con las fichas que sí pertenecen desde el referente físico mostrado en el tablero. El hecho de reconocer la configuración de la ficha está muy relacionado con los invariantes *se mantiene la forma y tamaño*, en el caso de la rotación, y en traslación *se conservan forma, tamaño y orientación*.

Frente al uso del videojuego, la manifestación muestra cómo el estudiante hace reflexionar al estudiante y estimula su capacidad deductiva para reconocer las características de la configuración de las fichas que pertenecen o no al videojuego *Tetris*.

Ejemplo 2 (Fase de elaboración). 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 las fichas que van bajando por el tablero llenan el espacio que se muestra y si además completan alguna línea.

1. Profesora: ¿Usted cree que la figura que va bajando me completaría línea? [Pausa.]
2. Juan David: Eh... No.
3. Profesora: ¿Por qué?
4. Juan David: Porque faltaría una acá para completar línea. [Muestra el espacio señalado con una flecha amarilla en la Figura 3.]
5. Profesora: ¿Cuántos cuadritos harían falta por llenar?
6. Juan David: Dos.
7. Profesora: Dos cuadritos. Baje y compruébelo.
8. Juan David: ¡Ah! No. Uno. [Se pausa de nuevo el juego]



Figura 3. Pantalla del *Tetris* con respecto a la cual se conversa

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 Juan David da muestras de poner en juego la función “Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis”, sin tener éxito en el desarrollo de la tarea. De lo anterior podemos concluir que el estudiante no logra una aprehensión operativa, pues aunque tiene presente la jugada, no logra reunir una o un grupo de estrategias adecuadas para llegar a la solución de la situación.

Aunque el efecto del videojuego en esta situación no sea positivo, dicho ejemplo sirve para ilustrar cómo el estudiante se apropia de la situación para dar solución a la misma. Esto es, el estudiante logra poner en juego competencia de resolución de problemas, mediante el uso de estrategias o hipótesis planteadas y aunque son erradas, él logra darse cuenta de esto posteriormente con la solución del mismo.

ALGUNAS REFLEXIONES

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 en el dispositivo didáctico, en tareas que apuntan a la noción de traslación y rotación. La componente visual de la herramienta del *Tetris* logra centrar la atención y dis-

tribuirla 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 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 frente a reflexión, desarrollo de competencias de resolución de problemas, y capacidad deductiva. 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.

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

- Acevedo, J. (2010). *Modificabilidad estructural cognitiva vs. visualización: un ejercicio de análisis del uso del Tetris en tareas de rotación y traslación*. Tesis de pregrado no publicada, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Bishop, A. (1983). *Spatial abilities and mathematical thinking*. En M. Zweng, T. Green, J. Kilpatrick, H. Pollak y M. Suydam (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Congress on Mathematical Education* (pp. 176-178). Boston, USA: Birkhäuser.

- Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20.
- Duval, R. (1995). Geometrical pictures: Kinds of representation and specific processings. En R. Sutherland y J. Mason (Eds.), *Exploiting mental imagery with computers in mathematics education* (pp. 142-158). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Consultado el 16 de junio de 2010 en:
http://books.google.com/books?id=R6PC_8GCt2AC&printsec=frontcover&dq=Computers&as_brr=3&cd=90&source=gbs_slider_thumb#v=onepage&q&f=false
- Gal, H. y Linchevski, L. (2010). To see or not to see: Analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74(2), 163-183.
- Presmeg, N. (1986). *Visualization in high school mathematics. For the learning of mathematics*, 6(3), 42-46.