

Modificabilidad Estructural Cognitiva Versus Visualización. Un ejemplo de Análisis del Desempeño en Tareas Relacionadas con el Aprendizaje de la Rotación.

Jenny Patricia Acevedo Rincón, jpar_2005@hotmail.com
Est. Maestría en Docencia de las Matemáticas UPN
Leonor Camargo, leonor.camargo@gmail.com
Universidad Pedagógica Nacional

1. Introducción

En el Gimnasio Los Robles, institución educativa de Bogotá, se sigue un modelo de enseñanza y aprendizaje denominado *Modificabilidad Estructural Cognitiva* (MEC). Este modelo, desarrollado por Reuven Feuerstein (Feuerstein, 1996 en Rufinelli, 2002, p.1) busca atender niños que tienen dificultades de aprendizaje y/o emocionales considerando 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 se agrupan entre tres fases del acto mental de aprender: fase de entrada (permite recoger información), fase de elaboración (permite asociar y conectar información para resolver la situación) y fase de Salida (permite entregar la respuesta).

En relación con el aprendizaje de las matemáticas, se tienen algunas dificultades para llevar el modelo a la práctica pues éste no discrimina acciones específicas asociadas al uso de conceptos y procedimientos matemáticos. Este hecho, nos condujo a formular un proyecto de investigación tendiente a seleccionar, redefinir y caracterizar a partir del análisis de las actuaciones de estudiantes, algunas de las operaciones que consideramos más propias de la actividad matemática, específicamente en el dominio de la geometría. Para ello, tuvimos en cuenta desarrollos investigativos acerca de procesos y habilidades de visualización propuestos por investigadores como Bishop (1989), Del Grande (1990), Duval (1998).

En la presente comunicación nos proponemos presentar un avance de la aproximación metodológica que venimos desarrollando en busca del establecimiento de las relaciones entre el modelo *MEC* y algunos procesos y habilidades de visualización. Inicialmente, damos cuenta de un trabajo teórico de articulación entre las funciones y operaciones

previstas en el modelo y algunas categorías de visualización sugeridas en la literatura de referencia. A continuación mostramos cómo estamos usando dicha articulación en el análisis de extractos de interacciones que suceden en una propuesta de didáctica elaborada, según las fases del modelo, con el fin de hacer un acercamiento intuitivo a los conceptos de rotación y traslación por medio del juego del tetris. Por último, presentamos unas reflexiones frente al trabajo investigativo desarrollado. Esta propuesta se experimentó con un grupo de 9 estudiantes de grado 5° (9 – 12 años), con necesidades particulares de aprendizaje.

2. Articulación entre el modelo MEC y procesos y habilidades de visualización

El Modelo MEC establece, de un lado, un conjunto de operaciones clasificadas según las fases de entrada, de elaboración y de salida; de otro, un conjunto de funciones, o estructuras cognitivas básicas que soportan las acciones en cada fase pero sin hacer una asociación explícita entre las funciones que corresponden a cada operación. En un primer ejercicio de organización, tomamos las 18 operaciones y las 29 funciones que contempla el modelo, descartamos aquellas que no tenían una relación directa con la solución de situaciones de geometría y asociamos funciones específicas a cada una de las operaciones.

En la Tabla 1 presentamos el conjunto de operaciones que seleccionamos para cada fase, la definición establecida por Feuerstein y las funciones que, según nuestro criterio, están asociadas a cada operación.

FASE	OPERACIÓN	DEFINICIÓN	FUNCIONES ASOCIADAS
Entrada	Identificar	Atribuir un significado a un hecho o situación. Reconocer visualmente formas globales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percepción clara y precisa 2. Orientación espacial 3. Uso de vocabulario 4. Uso de pre-conceptos apropiados

FASE	OPERACIÓN	DEFINICIÓN	FUNCIONES ASOCIADAS
	Comparar	Contrastar dos o más elementos estableciendo semejanzas y diferencias.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precisión en la recolección de información 2. Uso de pre-conceptos apropiados
	Analizar	Descomponer un todo en sus elementos constitutivos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comportamiento sistemático exploratorio
	Sintetizar	Integrar a un conjunto los elementos de un todo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Constancia y permanencia de esenciales 2. Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes
	Codificar	Transformar un concepto en un símbolo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cifrar características de objetos a símbolos
Elaboración	Decodificar	Traducir instrucciones verbales a actos motores y descifrar mensaje o símbolo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percibir el objeto con claridad
	Proyectar relaciones virtuales	Ver el problema o solución al mismo de forma novedosa o nada convencional.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distinguir datos relevantes e irrelevantes 2. Uso del razonamiento 3. Ejercicio del pensamiento hipotético
	Diferenciar	Discriminar y comparar con precisión los datos de un conjunto de datos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejercita la conducta comparativa
	Representar y transformar imágenes	Esquematizar y hacer la combinación abstracta de la descomposición y	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratamiento de estrategias para verificar hipótesis

FASE	OPERACIÓN	DEFINICIÓN	FUNCIONES ASOCIADAS
	mentales	reestructuración de los elementos que componen el objeto representado para resolver una situación.	2. Comportamiento sistemático exploratorio
Salida	Razonar divergentemente	Producir ideas creativas.	1. Amplitud y flexibilidad mental
	Razonar progresivamente	Mejorar estrategias de resolución de problemas.	1. Eficacia en el transporte visual

Tabla 1. Relación entre operaciones y funciones del modelo MEC

En segundo lugar, dado que, desde nuestro punto de vista, algunas de las definiciones de las funciones, propuestas en el modelo, eran poco claras y se prestaban a varias interpretaciones, decidimos proponer indicadores específicos de cada de ellas asociándolos al dominio de la geometría. Por ejemplo, la función “Orientación espacial” definida en el modelo como “reconocimiento de posiciones en el espacio”, se redefinió con los indicadores “reconocimiento de posiciones de un objeto en el espacio”, “reconocimiento de que un objeto cambia de posición por movimientos hechos a él mismo o con un mecanismo del juego” y “establecimiento de relaciones entre objetos situados en el espacio y otros tomados como punto de referencia”. Este trabajo condujo a un tercer momento en el que con una identificación más clara de cada función pudimos comenzar a establecer una asociación con habilidades y procesos de visualización.

Para poder establecer el vínculo entre las operaciones y funciones del modelo *MEC* con habilidades y procesos de visualización realizamos un estudio de las categorizaciones sugeridas por Del Grande (1990), Bishop (1989) y Duval (1998). A continuación, fuimos estableciendo una correspondencia entre algunas de las categorías y las funciones del modelo. Encontramos relaciones estrechas en los dos marcos de referencia (modelo *MEC* y visualización), de tal suerte que no fue difícil realizar la asociación, sobre todo en las funciones correspondientes a la fase de entrada. En la Tabla 2 presentamos la asociación establecida entre las funciones y las categorías de visualización para la fase de entrada.

OPERACIÓN	INDICADORES	CATEGORÍA ASOCIADA
Identificar	Percepción clara y precisa 1. Describe el objeto de forma global. 2. Reconoce características cualitativas del objeto de manera superficial.	Identificación Visual (Del Grande)
	Orientación espacial. 1. Establece relaciones entre objetos situados en el espacio y otros tomados como punto de referencia.	Reconocimiento de posiciones en el espacio (Del Grande) Reconocimiento de relaciones espaciales (Del Grande)
	Uso de vocabulario 1. Dispone de un código verbal para denominar o describir el objeto con términos adecuados.	Interpretación de la Información Figural (Bishop)
	Uso de pre-conceptos apropiados 1. Utiliza el conocimiento previo (intuitivo o escolar), para establecer rasgos distintivos del objeto.	
Comparar	Precisión en la recogida de información 1. Utiliza el código verbal para relatar experiencias y comparar objetos.	Discriminación visual (Del Grande)
	Uso de preconceptos apropiados 1. Utiliza el conocimiento previo (intuitivo o escolar) para poder comparar el objeto con otros.	
Analizar	Comportamiento exploratorio sistemático	Aprehensión Perceptual(Duval)
	1. Actúa de forma ordenada para seleccionar y captar las características relevantes del objeto.	Percepción Figura Fondo (Del Grande)
Sintetizar	Constancia y permanencia de esenciales	Conservación de la

OPERACIÓN	INDICADORES	CATEGORÍA ASOCIADA
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conserva la invariabilidad de los objetos por encima de posibles variaciones en alguno de sus atributos y dimensiones. 2. Reconoce que el tamaño, forma, orientación y cantidad permanecen a pesar de haber hecho transformaciones. 	percepción (Del Grande)
	<p>Reconstrucción de un elemento a partir de sus partes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toma las características de los elementos para construir el objeto (el todo). 2. Reconoce que el objeto es formado a partir de las características de sus partes 	Memoria Visual (Del Grande)
Codificar	<p>Cifrar características de objetos a símbolos</p>	Coordinación motriz (Del Grande)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Representa mediante figuras o símbolos una instrucción dada o un objeto mencionado. 2. Asigna a un concepto un objeto (significante). 	Aprehensión discursiva (Duval)

Tabla 2 Relación entre procesos de visualización y modelo MEC en la fase de entrada

Como se puede apreciar en la Tabla 2, en la fase de entrada la mayoría de los indicadores coincidieron con las habilidades descritas por Del Grande (1990). Esto puede deberse al carácter de dicha fase, en tanto que ella se concibe como el momento del acto mental en donde se acumula información y se hace presente la percepción del estudiante.

En la fase de elaboración, la mayoría de funciones está asociada a los procesos de visualización identificados por Bishop dado que es el momento del acto mental en el que se conecta información, y se hace uso eficaz y eficiente de la información almacenada o disponible. Y, frente a esto, 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 un problema.

En cuanto a la fase de salida, la asociación no fue tan evidente, dado que en esta fase sólo las operaciones incluidas Razonar progresivamente y Comunicar dan cuenta de la

expresión de resultados obtenidos y del mejoramiento de estrategias planteadas en problemas nuevos operaciones en donde, la visualización no cobra especial relevancia.

Gracias al trabajo realizado, establecimos vínculos hipotéticos entre las categorías de Visualización y el modelo *MEC*, logrando un filtro importante para el análisis de las actuaciones de los estudiantes en las tareas que se llevaron a cabo en la propuesta didáctica. A continuación presentamos un ejemplo del tipo de interpretación que hacemos a dichas actuaciones, con base en la articulación propuesta.

3. Un ejemplo de análisis

El siguiente extracto de conversación está sacado de una interacción con los estudiantes, en la fase de entrada de la propuesta de enseñanza. Nos permite evaluar la relación que hay entre la categoría de visualización Reconocimiento de posiciones en el espacio Del Grande y la función Orientación espacial, que corresponde a la operación de Identificar. Los niños fueron invitados a extraer de una bolsa con fichas, que tenían formas correspondientes a las figuras del juego del tetris, aquella en forma de “zeta” y pasar al frente a pegarla en un tablero de corcho, en diferentes posiciones de acuerdo con posibles giros de la ficha, durante el juego.

Esta tarea hace parte de un conjunto de tareas iniciales que pretendía familiarizar a los estudiantes con las fichas del tetris y sus posibles movimientos. El fragmento corresponde a la actuación de Juan David, uno de los estudiantes que hemos escogido para llevar a cabo un estudio de caso.

1. P: Ahora van a hacer las rotaciones de la zeta. Bien, ¿cuál es la zeta, la azul o la rosada?
2. 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. Juan David, intenta poner la zeta en una posición distinta a la de sus compañeros; sin embargo, cada vez que lo intenta, se da cuenta que algún compañero ya ha usado la posición. Al final la asegura en una de las dos posibles posiciones.].
3. P: [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!

4. Juan David: [Intenta rotar la ficha de nuevo, girándola 90 grados en varias ocasiones]. No tiene más.
5. P: Entonces, ¿De cuántas formas diferentes puede rotar la zeta?
6. Juan David: Dos.

Juan David reconoce, que la zeta sólo puede tomar dos posiciones después de dar varios giros. Al preguntarle cuántas posiciones puede tomar la zeta gracias a la rotación, él responde “dos” con seguridad, puesto que este número es el que corresponde a las posiciones que ve en el corcho, y a las mismas dos que él trató de usar para cumplir con el objetivo. El estudiante da muestras de hacer una correcta identificación de la tarea al hacer varias rotaciones de 90 grados para confirmar las posibles posiciones. Esto implica que el estudiante tiene una apropiada orientación espacial [6]. Gracias a esta función, Juan David puede entender el efecto de una rotación y se acerca mediante la identificación de dicho efecto a este concepto matemático.

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.

4. Algunas reflexiones.

Sobre el modelo y su relación con la visualización. En los archivos del colegio se encuentran las historias individuales de los estudiantes en las cuales se describen sus dificultades; en las *funciones de entrada, de elaboración y salida*, manifiestas a través de las funciones que no pueden desarrollar. 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 ha permitido analizar con más cuidado el desempeño en tareas que requieren de habilidades y procesos de visualización lo que nos ha llevado a cambiar la visión frente al perfil cognitivo de algunos ~~los~~ estudiantes. Esperamos, al culminar el análisis, aportar mejores criterios evaluativos sobre las operaciones y funciones que llevan a cabo, relacionadas con el aprendizaje en geometría.

Sobre la actividad investigativa. La toma de decisiones, frente a este tipo de análisis, ha sido 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; (en este caso 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. La manifestación con la que ejemplificamos el tipo de análisis que estamos haciendo, hace parte de un conjunto de más de veinte manifestaciones con las cuáles damos cuenta del perfil cognitivo de Juan David en relación con el problema propuesto. El estudio de caso de Juan David nos ha tomado más de cinco meses de análisis, hecho que nos hace reflexionar sobre la complejidad de los análisis cualitativos.

Bibliografía

- DEL GRANDE, J. *Spatial Perception an Primary Geometry*. En *Learning and Teaching Geometry (K-12)*. NCTM (yearbook). 1987. P: 126-135
- GUTIÉRREZ, A. (1992) *Procesos y habilidades de Visualización espacial*. Memorias del tercer congreso internacional sobre investigación en educación matemática. Valencia (España). P. 44-59.
- GUTIÉRREZ, A. (1998). *Las representaciones planas de cuerpos 3 dimensionales en la enseñanza de la Geometría espacial*. Revista EMA. Vol. 3. N°3 (España). P. 193-220.
- PRIETO, M. D. *Modificabilidad Cognitiva y el programa de Enriqcimiento Instrumental de Feuerstein*. Colección Nueva Escuela. Editorial Bruño, Madrid. 1987. P: 25-75.
- RUFINELLI, A. (2002). *Modificabilidad Cognitiva en el aula Reformada*. Revista UMBRAL. No. 9. www.reduc.cl