

Algunas aportaciones del análisis de tarea al estudio del desarrollo cognitivo. El caso del aprendizaje de la matemática en el bachillerato

JOSÉ LUIS DUEÑAS GARCÍA, JOSÉ JIMÉNEZ MORA¹



Resumen

Este trabajo reporta los resultados del seguimiento en profundidad del desempeño de una muestra de estudiantes de nivel medio superior que presentan problemáticas en el aprendizaje del álgebra. A través de la metodología del análisis de tarea se construye un marco explicativo de la actividad cognitiva de los estudiantes y sus deficiencias. El acercamiento arroja elementos que permiten dirigir la atención a nuevas dimensiones de la enseñanza escolar, en la posibilidad de retroalimentar la investigación sobre el aprendizaje a partir de la obtención sistemática de datos de la experiencia.

Descriptores: Cognición, análisis de tarea, tarea matemática, soporte cognitivo.

Some contributions of task analysis, to the study of cognitive development. The case of learning mathematics in high school

Abstract

This paper shows results from deep review of performance in a sample of high school students with difficulties in learning of algebra. Through task analysis method a framework for explanation of student's cognitive activity and its deficiencies is built on. This approach contributes with elements for look into new dimensions of school teaching, to feed back research about learning from a systematic searching from experience.

Key words: Cognition, task analysis, mathematical task, cognitive support.

Artículo recibido el 15/08/2005
Artículo aceptado el 12/02/2006
Conflicto de interés no declarado

¹ Profesores de la Universidad de Guadalajara y del Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios (CBTIS) No. 10. El presente trabajo se realizó en colaboración con el Centro de Estudios sobre Aprendizaje y Desarrollo, CUCS/UdeG.

Introducción

En los tiempos actuales la educación escolar ha sido beneficiada por la investigación sobre el aprendizaje. De la mano del conocimiento generado por esta vía han caminado muchas de las reformas a los fundamentos y métodos de las prácticas educativas en distintos contextos. Sin embargo, mucho del terreno que falta por explorar es el de los resultados auténticos de la educación escolar en el desarrollo de los individuos, en particular, en los aspectos *cognitivo*, referido a la consolidación de sus estructuras de conocimientos y la mejora de habilidades, y *moral*, relacionado con la incorporación de actitudes y la comprensión de valores.¹

No obstante, la experiencia y algunos datos derivados de estudios recientes, entre los que destaca el realizado por la OCDE (2002), revelan un amplio rango de diferencia sobre el impacto de la educación escolar entre los estudiantes de países en distinto grado de desarrollo. Los resultados de este tipo de estudios arrojan una conclusión evidente sobre la dinámica que prevalece en los espacios escolares. De modo particular, parece que la gran cantidad de información tratada en la escuela por los estudiantes produce estrategias generales de procesamiento como la memorización a ultranza, sin generar el desarrollo de otras habilidades.

Un problema asociado con la situación anterior es el de las prácticas de evaluación que prevalecen en diversos espacios de enseñanza. En el caso que se presenta en este trabajo, referido al conocimiento matemático que se enseña en el bachillerato, una crítica frecuente, desde el punto de vista de la investigación sobre procesos de aprendizaje, es que las pruebas matemáticas que se aplican en los diversos espacios escolares consisten sobre todo en preguntas que requieren un conocimiento de datos o habilidades para realizar procedimientos y no en preguntas que evalúen las habilidades cognitivas de los estudiantes, como razonar, resolver problemas, interpretar y aplicar ideas en forma creativa.

Estas pruebas, según la crítica establecida por estudios acerca de la cognición como el de Wittrock y Baker (1998) fomentan el procedimiento a costa de la comprensión, y al conceder la mayor importancia a las respuestas y no a las estrategias o procesos, refuerzan en los estudiantes, maestros y público en general la idea limitada de las matemáticas como una materia de respuestas únicas y correctas.

En contraparte, la investigación sobre el aprendizaje de las matemáticas, en las corrientes que han desarrollado este campo más recientemente, pone de relieve la consideración en profundidad de los componentes del pensamiento y la actuación de los estudiantes, a través de métodos e instrumentos que permitan un seguimiento detallado de sus acciones y de las representaciones internas que les dan sentido.

En este trabajo se presenta una experiencia de acercamiento a estos componentes, orientada por el método del análisis de tarea. Esta ruta, basada en una comparación entre las exigencias que una tarea matemática representa para el aprendiz y la actividad mostrada en un instrumento compuesto por este tipo de tareas permite rastrear este tema con mayor profundidad que el procesamiento tradicional de las pruebas escolares, en las cuales la mayor parte de las veces se descalifica el potencial de los estudiantes.

Un método para acercarse al lugar del aprendiz. Descripción de la experiencia

Entre las alternativas metodológicas para el estudio de la actividad interna de los estudiantes se encuentra el *análisis de tarea*. Esta herramienta es empleada en la investigación sobre la cognición y aprendizaje con diversos fines. Ejemplo de su uso pueden encontrarse en investigaciones como las de Alonso y cols. (1993) y Gómez y Pozo (2000), referidas a resultados del aprendizaje escolar como el “cambio conceptual” y la adquisición de conocimientos, o como parte de los procedimientos de evaluación cognitiva, en la obra de Wittrock y Baker (1998). Aunque con variantes en su aplicación, el análisis de tarea comparte las siguientes características:

- Establece un escenario de actividad cognitiva posible de los estudiantes ante la tarea que se les presenta. Dentro de ésta se consideran algunos procesos generales como los de atención y selección de información; junto con procesos particulares en torno a la naturaleza de la tarea, que puede ser, por ejemplo, lectura, resolución de un problema, recuperación de datos, entre otras.
- Define normas y criterios de actuación que se esperan de parte de los sujetos en condiciones ideales. Así, se perfilan rutas de desempeño seguidas por “expertos” en determinado tipo de tareas, y se caracterizan las habilidades presentes en éstos, como las de síntesis, en el caso de tareas lectoras, o el razonamiento proporcional, en el caso de tareas matemáticas.

- Incorpora el error como insumo fundamental en la explicación de la actividad cognitiva de los sujetos, el cual, según Godino (2003), se define como las prácticas o actuaciones que no se consideran válidas desde los principios establecidos en la matemática escolar. En particular, cuando se trata de tareas matemáticas, éste es útil como evidencia de problemáticas que no podrían conocerse por otra vía, como la dificultad para integrar partes de información en el proceso de resolución de un problema o la ausencia de comprensión de significados clave para alcanzar respuesta.

En el estudio que aquí se reporta se analizan los resultados de 18 pruebas resueltas por estudiantes de primer semestre de bachillerato, quienes participaron en un programa remedial dirigido al aprendizaje del álgebra, luego de haber trabajado durante un curso semestral regular y mostrar dificultades que no les permitieron acreditarlo. Las tareas demandadas en los instrumentos aplicados, empleado institucionalmente con fines de evaluación, incluyen la traducción de enunciados de lenguaje verbal a algebraico, la resolución de operaciones con expresiones algebraicas básicas y la resolución de problemas mediante ecuaciones de primer grado. Las respuestas de los estudiantes y sus errores se tipificaron de acuerdo con los indicadores de actividad cognitiva a que refieren, en concordancia con la demanda representada por cada tarea, para ser resuelta correctamente. Así, las tareas implican, entre otros procesos de naturaleza cognitiva:

- Reconstruir secuencias complejas de procedimientos, articulando unidades parciales de información previamente comprendida,
- Incorporar los códigos de representación usuales en álgebra en el tratamiento de las expresiones,
- Asignar significado pertinente a los símbolos y términos que se emplean para comunicar conceptos.

La traducción de estos procesos a la resolución de las tareas da lugar a su vez a la tipificación de los siguientes desempeños o "actuaciones esperadas" por parte de cada estudiante:

1. Comprende la instrucción referida a lo que se solicita en cada tarea.
2. Desencadena procesos de asignación de significado pertinentes sobre la información presentada.
3. Ejecuta acciones heurísticas o algorítmicas parciales sobre la información.

4. Articula las acciones anteriores y reconoce la estructura de la tarea.
5. Justifica y argumenta enunciados con base en la comprensión de propiedades y restricciones de los objetos matemáticos.

Con relación a estas actuaciones, la siguiente lista presenta una serie de procesos cognitivos que subyacen a su aparición. En su conjunto, forman lo que es concebido en este trabajo como "soporte cognitivo requerido" para la resolución de tareas matemáticas:²

- Atención
- Memoria
- Percepción selectiva
- Discriminación
- Clasificación
- Organización
- Generalización (abstracción de relaciones)
- Representación

La actividad del estudiante ante tareas matemáticas. Indicios acerca de su desarrollo cognitivo

Del análisis de las respuestas de los estudiantes emergen datos interesantes, como los que se describen enseguida. Llama la atención el hecho de que, aunque a nivel escolar muchas de las respuestas no resultan válidas como evidencia de aprendizaje, reflejan una serie de acomodados en la estructura cognitiva de los estudiantes, que si bien no los conducen a "lo correcto", o lo aceptable en términos del conocimiento disciplinar, representan sus formas de comprender la demanda de cada tarea y las rutas posibles para resolverla.

En primer lugar, se aprecia una gran cantidad de respuestas en las cuales los estudiantes realizan manipulaciones sobre la información que se les presenta en cada tarea. Esto corresponde a la tercera de las actuaciones tipificadas previamente, en tanto el estudiante opera de alguna forma sobre los objetos, por ejemplo, cuando agrupa los términos algebraicos que tienen partes literales idénticas, como acción previa para reducirlos o sumarlos. A nivel cognitivo, indica la presencia de procesos como los de atención, percepción selectiva y organización. Así se puede observar en los siguientes ejemplos, recuperados de la muestra analizada.

Caso 1. La saturación

En el conjunto de las preguntas que se presentan, las cuales corresponden a un examen contestado por

Caso 1. La saturación

6. Reduce términos semejantes.

$$5a + 3b - 5c - 1 - 7a + 12c - 7b - 3 =$$

$$\begin{array}{r} 5a + 3b - 5c - 1 \\ - 7a + 7b + 12c - 3 \\ \hline - 2a - 4b + 7c - 4 \end{array}$$

$$3x^2 - 7x + 5 - 4 + 3x - 5x^2 =$$

$$\begin{array}{r} 3x^2 - 7x + 5 \\ - 5x^2 + 3x - 4 \\ \hline - 2x^2 - 4x + 1 \end{array}$$

7. Explica cómo se realiza correctamente la siguiente operación:

$$7x + 2y - (5x + 4y) =$$

$$\begin{array}{r} 7x + 2y \\ - 5x + 4y \\ \hline - 2x + 6y \end{array}$$

* Se acomoda la expresión correctamente
* Después observas que literal o exponente tiene cada uno
* Ya después los acomodas.
* Se hace lo que digan según los signos

8. En los siguientes ejercicios, elimina correctamente el paréntesis y resuelve:

$$6x^2 + 3y^2 - 7x + 4y - 2 + (2x^2 - y^2 - 7x + 8) =$$

$$x^3 - 3x^2y - 5xy^2 - 4y^3$$

$$x^3 - 3x^2y - 5xy^2 - 4y^3 + 2x^3 - 7x^2y - 4xy^2 - 2y^3 =$$

$$\begin{array}{r} 6x^2 + 3y^2 - 7x + 4y - 2 \\ + 2x^2 - y^2 - 7x + 8 \\ \hline + 8x^2 + 2y^2 + 4y + 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x^3 - 3x^2y - 5xy^2 - 4y^3 \\ + 2x^3 - 7x^2y - 4xy^2 - 2y^3 \\ \hline + 3x^3 - 10x^2y - 9xy^2 - 6y^3 \end{array}$$

una estudiante, las reglas para la reducción de términos semejantes es el conocimiento básico necesario para resolver las tareas solicitadas. En el desempeño mostrado se pueden advertir evidencias del nivel del soporte cognitivo con el que se enfrentó la demanda. Llama la atención la presencia de ciertos errores del estudiante ante tareas sobre las cuales al mismo tiempo muestra un dominio importante, evidencia de que el estudiante en cuestión *cuenta con el soporte cognitivo requerido*. En el caso de la resta algebraica, o la reducción de términos cuando existe signo de agrupación precedido del signo (-), la ejecución da cuenta que el cambio de signo a los términos del sustraendo no ha cobrado sentido, como puede notarse en la pregunta marcada con el número 7 y en la segunda expresión algebraica de la pregunta 8. En la suma algebraica, por otra parte, omite la reducción de los dos términos $7x$, o supone que “se eliminan”.

En esta prueba, la reducción de términos semejantes es una competencia indispensable para la suma y la resta de expresiones algebraicas, el nivel de dominio que se tenga repercute directamente en los resultados de este par de operaciones. En el desempeño mostrado por los estudiantes de la muestra, se pueden identificar algunas evidencias del estado que guarda el soporte cognitivo con el que enfrentan esta demanda algebraica. Dentro de la diversidad de actuaciones realizadas por el estudiante, llama la atención el hecho que las equivocaciones observadas ocurren en la parte final de la prueba, aunque, con anterioridad, se observan evidencias de un desempe-

ño acorde a las demandas cognitivas y de conocimientos implícitas en las situaciones planteadas previamente.

En todas las preguntas de esta prueba, las acciones realizadas por el estudiante dan cuenta que dispone del soporte cognitivo requerido para realizar las distintas operaciones algebraicas incluidas en la prueba, a excepción de la resta algebraica. En ella, las ejecuciones muestran que lo establecido respecto a esta operación, no ha cobrado sentido; el estudiante no pone en práctica lo relativo a la suma del inverso aditivo al minuendo; los términos de este elemento de la resta, son operados como si fuera otro sumando. Esta acción algorítmica se realiza parcialmente en los ejercicios en una de las expresiones del ejercicio 7 y en la segunda expresión del ejercicio 8. En concordancia con esto último, es significativa la respuesta a la pregunta del ejercicio 7, los comentarios se restringen a recomendaciones para reducir los términos semejantes, lo que, aunado a las ejecuciones realizadas en todas las operaciones, permiten afirmar que para el caso de esta operación, este estudiante todavía no dispone del soporte cognitivo requerido.

En lo que respecta a las ejecuciones realizadas en la reducción de términos semejantes, solamente hay una equivocación, en la suma de la pregunta 8, en el caso de los términos $-7x$ con $-7x$, esto es, en la reducción de dos términos con el mismo signo. Este error llama la atención debido a que con anterioridad a situaciones como ésta, la respuesta correspondió a lo esperado. Desde el punto de vista del desempeño

cognitivo, ¿qué explicaciones puede tener lo anterior? ¿por qué casi al final de la prueba, el estudiante tuvo esta equivocación? En un primer intento por formular una explicación, es posible afirmar que no se tuvo un control absoluto de la atención a la demanda cognitiva; tal parece que hubo una pérdida de la atención que provocó esta omisión. Si ubicamos esta situación, en el tramo final de la prueba, el error observado tiene cierta relación con lo que para Astolfi (1999), se debe a una sobrecarga cognitiva del estudiante, posiblemente derivada de las exigencias que implica una prueba de esta naturaleza, lo que abre el panorama acerca de la presencia de otros factores, que pueden provocar que errores en la realización de las tareas matemáticas.

Caso 2: Naturaleza procesual del soporte cognitivo

Este caso ofrece un panorama muy diverso en cuanto a los procesos cognitivos propiciados en este estudiante, en algunas de las tareas matemáticas propuestas, la asignación de significados no fue del todo pertinente, los errores cometidos muestran que, aunque hay diversos aspectos de las tareas que han sido comprendidos, hay nociones y procesos algorítmicos en los que es muy notorio la ausencia de significado; y otros que se encuentran en proceso de consolidación. Las tareas analizadas en este caso, corresponden a la reducción de términos semejantes y a la suma resta de expresiones algebraicas; a continuación se describe más extensamente lo observado en el caso 2.

En lo que concierne a la noción de términos semejantes, las ejecuciones realizadas, dan cuenta que ésta se encuentra en proceso de consolidación. En general, hay diversos momentos en los que el estudiante reconoce los términos de esta clase, en casi todas las operaciones propuestas, son identificados y agrupados convenientemente, a excepción de lo que se plantea en la pregunta 6. Al menos, en este caso, no hay elementos para explicar esta actuación fuera del contexto de la demanda cognitiva que se propone, por lo que esta especie de "laguna" en el desempeño, quizá pueda ser atribuida al hecho de que el significado de esta noción algebraica, se encuentra en vía de afianzarse en las estructuras cognitivas de este estudiante, lo que puede implicar que los procesos de percepción selectiva y de clasificación no se encuentran suficientemente desarrollados. Por otra parte, en las ejecuciones realizadas en algunas de las preguntas de esta prueba, se puede advertir que ocurrieron procesos de asignación de significado, principalmente en los casos de la reducción de términos semejantes (preguntas 6 y 7) y la suma algebraica de la pregunta 8. Las realizaciones hechas por el estudiante, muestran que se tiene claro el significado de la reducción de términos semejantes, en el sentido de "comprimirlas" en cuanto al número de términos, y también, que la suma algebraica en esencia implica la reducción de los términos semejantes de los sumandos. El acomodo de los términos involucrados y los resultados que se presentan ofrecen evidencias en ese sentido. Sin embargo, es muy notorio que en

Caso 2: Naturaleza procesual del soporte cognitivo

6. Reduce términos semejantes:

$$5a + 3b - 5c - 1 - 7a + 12c - 7b - 3 = \frac{5a + 3b + 12c - 7a - 7b - 5c - 1 - 3}{2a + 4b + 7c - 1 - 3}$$

$3x^2 - 7x + 5 - 4 + 3x - 5x^2 =$
 $3x^2 + 3x + 5 = 11x$ $11x + 16x = 27x$
 $-5x^2 - 7x - 4 = 16x$

7. Explica cómo se realiza correctamente la siguiente operación:

$$7x + 2y - (5x + 4y) = \frac{7x + 2y}{5x + 4y} = 12x + 6y$$

8. En los siguientes ejercicios, elimina correctamente el paréntesis y resuelve:

$$6x^2 + 3y^2 - 7x + 4y - 2 + (2x^2 - y^2 - 7x + 8) = 2x^2 + y^2 - 7x + 8$$

$$x^2 - 3x^2y - 5xy^2 - 4y^3 - (2y^3 - 4xy^2 + 2x^3 - 7x^2y) = 6x^3 + 3y^2 - 7x + 4y - 2$$

$$\frac{2y^3 + 3x^3 + 9xy^2 + 10x^2y}{8x^2 + 4y^2 + 14x + 4y - 6}$$

Caso 3. Los antecedentes algebraicos en la solución de ecuaciones

Encuentra el valor de la incógnita en las siguientes ecuaciones:

$5x = 8x - 15$ $x = 5$

$5x - 8 = -15$

$-3 = -15$

$x = -15 / -3$

$x = 5$

$4x + 1 = 2$ $x = 2.5$

$4x + 1 = 2$

$5x = 2$

$x = 2/5$

$x = 2.5$

$5x + 6 = 10x + 5$ $x = 5$

$5x - 10 = +5 - 6$

$-5 = -1$

$x = +1 / 5$

$x = 5$

el caso de la resta algebraica, el estudiante no logra una ejecución acorde con las acciones algorítmicas que corresponden a esta operación, ya que se opera con el sustraendo como si fuera un sumando, lo que puede indicar que este elemento de la resta no es reconocido como tal, ya que al suprimir los paréntesis donde están indicados, no se pone en práctica el acuerdo de convertirlo en el inverso aditivo, por lo que en este caso, no hubo la asignación de significados esperada.

Volviendo a las demandas cognitivas de la reducción de términos semejantes, las ejecuciones indican la presencia de equivocaciones recurrentes en todos los casos en los que se involucran términos con signo negativo, esto es, cuando se tienen dos términos con signo diferente, o cuando los dos términos que se pretenden reducir son negativos, lo cual sugiere, que hay también una ausencia de significado que impide operar adecuadamente con este tipo de términos algebraicos.

Caso 3. Los antecedentes algebraicos en la solución de ecuaciones

A continuación se presenta el caso de la solución de ecuaciones de primer grado con una incógnita. Se trata de tres ecuaciones en las cuales la solución implica que el estudiante ponga en práctica el soporte cognitivo y de conocimientos, que tienen que ver no sólo con este tema algebraico, sino también, con el manejo algebraico de los términos involucrados en las ecuaciones. La revisión de los desarrollos permite identificar las siguientes equivocaciones:

- En cuanto a la reducción de términos semejantes, en los tres casos se puede ver que se reducen términos que no son semejantes; tal es la situación del primer miembro de las dos últimas ecuaciones. Tal parece que lo que pretende el estudiante es reducir todos los términos del primer miembro para poder despejar la incógnita, y con ello poder obtener su valor.
- En la transposición de los términos que están como factores, ya que, si son negativos, se pasan al otro miembro con el signo cambiado tal como se puede ver en la el "despeje" de la última ecuación, aunque llama la atención que en la primera ecuación el factor que multiplica se transpuso adecuadamente.
- En los antecedentes aritméticos. En las dos últimas ecuaciones al concluir el despeje para obtener el valor de la incógnita, las divisiones se realizaron bajo el criterio de considerar que el dividendo es la mayor de las cantidades, sin importar si se trata del dividendo o del divisor indicado en la operación del caso 3.

El ejemplo anterior evidencia el dominio del significado y sintaxis de cierta parte de la información comprendida en la resolución de ecuaciones de primer grado, pero con errores en la atención sobre los símbolos manipulados y en la comprensión del significado de la división.

Por lo anterior, se puede considerar que las ejecuciones muestran que el soporte cognitivo requerido

está en proceso de consolidación. La ejecución de esta estudiante así lo sugiere, se observan elementos en el desempeño plasmado en los desarrollos que indican que, en este caso, se tiene una idea más o menos clara de lo que implica resolver una ecuación de este tipo y de las demandas cognitivas inherentes a esta tarea algebraica, ya que tanto la transposición de términos como el “despeje” de la incógnita, se llevaron a cabo según los modos de trabajo que prevalecen en este quehacer algebraico. Sin embargo, los errores cometidos, pueden considerarse como una evidencia de que, al menos en este momento, hay una incipiente incorporación de estos conocimientos a la estructuras cognitivas, principalmente, por el hecho de que no hay evidencias de validación de la solución obtenida, lo que en un momento dado permitiría confrontar el resultado en el marco del desarrollo efectuado en cada caso. Por último, no está por demás, hacer notar el efecto que tiene el insuficiente dominio de los antecedentes algebraicos y aritméticos en esta tarea algebraica.

Conclusiones

Con relación al aprendizaje del álgebra, el análisis de tarea realizado arroja información que se puede interpretar en términos que permiten un nuevo acercamiento a la actividad escolar, en concreto, para la valoración de los procesos de aprendizaje por parte de los profesores, y paralelamente, como instrumento para profundizar en busca de respuesta a las interrogantes emergidas del análisis. De esta forma, se abre camino a la discusión sobre el desarrollo cognitivo y sus implicaciones en la actividad escolar, pero también devuelve evidencias con las cuales las teorías existentes pueden ser enriquecidas o reformuladas. Como ejemplo significativo de lo anterior, se tiene que tradicionalmente se ha fundamentado una selección de contenidos como los temas de álgebra para el nivel educativo en el que se supone que los estudiantes pueden realizar operaciones formales, dentro de las etapas construidas en la teoría de Piaget. Sin embargo, parte de los hallazgos de un acercamiento como el que se realizó en este trabajo hace pensar en la existencia de rezagos en el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Otras de las cuestiones a cuya discusión orienta el análisis y los datos encontrados son las que tienen que ver respectivamente con la interpretación de las insuficiencias presentes en las respuestas de los estudiantes ante tareas matemáticas y con las

condiciones de enseñanza y evaluación que tendrían que ser incorporadas a la formación de estudiantes y profesores. En la primera de estas cuestiones, aparece la importancia de añadir el criterio de la *actividad cognitiva mostrada en la resolución de tareas matemáticas*, que se traduzca en la percepción de los procesos que tienen lugar en los estudiantes y la eficacia con que son logrados. Para la enseñanza, esto trae como consecuencia la necesidad de adiestrar a los estudiantes en la mejora de tales procesos. Dirigir la atención, depurar su capacidad de observación y generar inferencias son sólo algunas de las finalidades que deben estar presentes dentro de las acciones del profesor.

Para la evaluación, valdría la pena no perder de vista que en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje escolar, el desarrollo de competencias matemáticas es de naturaleza procesual, por lo que, el análisis de las ejecuciones y de los procesos cognitivos que las explican es un medio por el cual se puede establecer un diagnóstico del estado que guarda la plataforma cognitiva para la realización de la tarea. Cuando el estudiante realiza una prueba, su desempeño es una especie de fotografía del estado que guarda la asignación de significados inherentes a las tareas matemáticas propuestas. De ahí que, en la agenda de la enseñanza y la evaluación puede ser conveniente incluir espacios para el tratamiento de los errores y equivocaciones detectados, con el fin de ayudar a reforzar la plataforma cognitiva y de conocimientos requerida, incluyendo la programación de posteriores momentos de evaluación en los que el estudiante tenga la oportunidad de recuperarse y el uso de instrumentos de evaluación que permitan valorar más detalladamente los procesos cognitivos implícitos en las demandas cognitivas planteadas.

Por lo que toca al desempeño de los estudiantes, el análisis permitió aportar explicaciones nuevas, como la de una posible pérdida de atención y memoria ante la saturación de demandas que implican procesar y asignar significado a los objetos matemáticos que conforman un conjunto de tareas como las que tienen que resolver en las evaluaciones escolares. Las tareas, a su vez, en la medida en que incluyen contenidos como las operaciones algebraicas, representan la oportunidad de perfeccionar los procesos cognitivos y de otro tipo que tienen lugar durante el aprendizaje. Así, una tarea resuelta en la que aparezcan cada vez menos errores constituye la mejor evidencia de un funcionamiento cognitivo más depurado, potente y estratégico.

Bibliografía

- ALONSO, J., *et al.*, (1993). "Modelos y estrategias para la evaluación del conocimiento y su adquisición: un estudio piloto", *Tarbiya*, No. 3, 7-48.
- ASTOLFI, J. P. (1999). *El "error", un medio para enseñar*. Díada Editora. Sevilla.
- GAGNÉ, E. (1991). *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*, Madrid: Visor.
- GODINO, J., ET AL, (2003). "*Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada, 69-70.
- GÓMEZ, M. y POZO, J. L. (2000). "Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío", *Tarbiya*, No. 26, 117-138.
- OCDE (2002). *Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA)*, México, Santillana.

RESNICK, L. y COLLINS, A. (1996). "Cognición y aprendizaje" en *Anuario de Psicología*, N° 60 (2), Universidad de Barcelona, 189-197.

Notas

- ¹ Las obras de Piaget y Kohlberg, respectivamente, representan pilares sobre los que se han construido nuevas explicaciones en ese sentido.
- ² En ese sentido, la postura sostenida en este trabajo es que algunos de estos procesos intervienen en cualquier clase de tarea matemática, mientras que otros son demandados sólo por algunas tareas matemáticas con condiciones particulares.