

PENSAMIENTO EN VOZ ALTA EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

JOSÉ LUIS VILLEGAS CASTELLANOS
ENRIQUE CASTRO MARTÍNEZ

RESUMEN

En esta comunicación se resalta la importancia de los datos verbales, en general, y los pensamiento en voz alta, en particular, y se muestra su viabilidad como técnica de recogida de información para describir cómo los resolutores expertos emplean las representaciones y la traducción entre representaciones al resolver problemas de optimización. Se presentan variables que afectan el tipo de información que los sujetos producen mientras resuelven problemas en voz alta, y se dan criterios para disminuir estas variables.

PRESENTACIÓN

Durante los años 60 y 70 del siglo XX, el proceso de verbalización como técnica de recogida de información en la investigación fue poco valorado, pero su utilización en investigaciones sobre inteligencia artificial (Newell y Simon, 1972) y la publicación de los primeros trabajos de Ericsson y Simon (1980), generaron interés -que persiste hasta nuestros días- por su aplicación en el estudio de los procesos cognitivos en psicología, particularmente sobre resolución de problemas en didáctica de la matemática (Puig, 1996; Schoenfeld, 1985a); de modo que la información que se obtiene a partir de esta técnica es considerada fuente fiable de datos. Todo ello, no ha estado exento de polémica (Nisbett y Wilson, 1977).

En esta comunicación se presentan las ideas que dan sustento al uso de los protocolos de pensar en voz alta como técnica de recogida de información, la cual fue utilizada en un estudio sobre el empleo de representaciones y la traducción entre representaciones en la resolución de problemas de optimización, por parte de expertos (Villegas, 2002).

El término representación lo utilizamos para referirnos a todas aquellas formas con que hacemos presentes los objetos o procesos matemáticos, y nos es esencial para definir, explicar y ostentar, así como para registrar y comunicar el conocimiento matemático. También, asumimos que las múltiples representaciones son necesarias para desarrollar de manera más profunda y flexible la comprensión de conceptos (Duval, 1995, Hiebert y Carpenter, 1992; Kaput, 1987) y que la articulación sin contradicciones entre varias representaciones y el recurrir a ellas en forma espontánea este íntimamente ligada al éxito en la resolución de problemas (Cifarelli, 1998; Dreyfus, 1991; Hitt, 2000).

En nuestro estudio, los reportes verbales producidos individualmente se recogieron en una sesión de resolución de problemas, a través de grabaciones en vídeo realizadas a estudiantes de último año de matemáticas, posteriormente fueron transcritos y analizados aplicando un marco para el análisis de protocolos (Villegas, 2002; Villegas y Castro, 2002), el cual fue adaptado del realizado por Schoenfeld (1985a). Este análisis aportó datos que fueron tratados cuantitativa y cualitativamente, para producir las caracterizaciones de los resolutores participantes.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Los métodos verbales son usados frecuentemente como herramienta de investigación, fundamentalmente, porque el escenario en el que es recogida la información, en general, es más natural y cercano al mundo real que lo que se obtiene en un ambiente de laboratorio. No obstante, se debe reconocer que estos iluminarán ciertos aspectos de los procesos cognitivos y oscurecerá otros (Schoenfeld, 1985b).

En el análisis de protocolos de pensamiento en voz alta, los sujetos intentan resolver problemas y los datos son, principalmente, las verbalizaciones de los sujetos durante la resolución, con algunos comentarios del investigador. Ocasionalmente, se efectúan observaciones conductuales (Gindburg et al, 1983). Debido a que en nuestro estudio se quería observar, de manera detallada, la forma en que los sujetos emplean las representaciones semióticas en la resolución de problemas de optimización, y valorar en que grado esas representaciones aportan elementos para caracterizarlos, se usó el pensamiento en voz alta, ya que hay un fuerte incremento en la cantidad de conducta que puede ser observada cuando la comparamos con el mismo sujeto en condiciones de silencio (Ericsson y Simon, 1993).

PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Las sesiones de resolución de problemas se llevaron a cabo en el aula de seminario del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Los sujetos, tres estudiantes de último año de la licenciatura de Matemática, tenían que resolver tres problemas de optimización y eran grabados en vídeo mientras resolvían los problemas, estos problemas eran de enunciado verbal y estaban rela-

cionados con el mundo real¹. En el aula se encontraban además del resolutor, el investigador y un asistente, los cuales actuaron como observadores en el proceso. Los sujetos intentaban resolver los problemas en voz alta y el investigador intervenía lo menos posible en el proceso de resolución.

Al inicio de la sesión, el investigador sostuvo una charla con cada sujeto que tenía como finalidad informarles de lo objetivos y las características del proceso, así como de establecer un ambiente adecuado, de tal manera que estuvieran sosegados a la hora de intentar resolver los problemas. Al final de la sesión se le preguntó al resolutor cómo se había sentido mientras resolvía los problemas y cuáles eran sus impresiones acerca del proceso.

SUSTENTACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

La elección de las pautas arriba especificadas, no se hicieron por casualidad, tienen un sustento teórico, están justificadas de acuerdo a las cinco variables que propone Schoenfeld (1985b), y que pueden afectar el tipo de información que la gente produce mientras resuelve problemas en voz alta. De manera sucinta son:

1. *Número de personas siendo grabadas:* En nuestra investigación se optó por protocolos individuales, ya que la asunción predominante es que los protocolos individuales dan origen a la cognición pura, no contaminada por intereses sociales. Sin embargo, estamos concientes que, el entorno en sí mismo impone ciertas restricciones sobre el sujeto². Además, teniendo un grupo de personas resolviendo problemas, la observación de algunos aspectos de la conducta se hace más difícil (Schoenfeld, 1985a). Para hacer modelos del rendimiento de resolutores de problemas competentes, la metodología más apropiada puede bien ser, realizar análisis detallados de protocolos individuales (Newell y Simon, 1972).
2. *Grado de intervención.* Debido al objetivo de la investigación, se consideró, que una intervención nula ó mínima del investigador, era lo adecuado, ya que así, no afectaríamos el curso «normal» de la resolución y la descripción realizada sería más objetiva. Las pocas intervenciones se producían cuando el resolutor se quedaba en silencio durante un período largo de tiempo, ó estaba «dándole vueltas» al problema sin encontrar salida y el investigador consideraba, que era más importante para su estudio «el encaminarlo» hacia la solución. Se estaba conciente que un mal uso de estas intervenciones podía generar cambios «irreversibles» en la conducta del resolutor.

¹ A modo de ejemplo presentamos uno de los problemas propuestos: «Se desea construir una ventana rectangular coronada por un semicírculo (el ancho del rectángulo ha de ser igual que el del semicírculo). Cual es la ventana que admitirá la mayor cantidad de luz posible, si su perímetro ha de ser fijo».

² Estas disminuyen con la madurez y el entrenamiento de los sujetos. Por eso, los sujetos eran del último año de la licenciatura, los cuales se consideran lo suficientemente maduros.

3. *La naturaleza y los grados de libertad en la instrucción y la intervención.* Invitar al sujeto a reflexionar sobre su proceso de resolución de problemas tiene efecto sobre su rendimiento, aparte de que las inferencias de las estrategias cognitivas es tarea del análisis, no de los participantes (Gilhooly y Green, 2000). No obstante, invitarlo a verbalizar cómo se resuelve el problema, sin necesitar explicaciones de qué está haciendo, no parece afectar el rendimiento en la resolución de problemas (Ericsson y Simon, 1993). Por esto, sólo se les advertía de la necesidad de verbalizar cuanto le fuese posible, en voz lo suficientemente alta y clara, que no se trataba de «explicar» la que estaban haciendo³. Asimismo, se les hacía conscientes de que fueron invitados a participar para producir reportes verbales «abundantes» y no reportes «pobres» ó incompletos (Green y Gilhooly, 2000).
4. *La naturaleza de entorno y cuan confortable se siente el sujeto en él.* Sujetos que no se sientan cómodos en un entorno particular pueden exhibir conductas patológicas (Schoenfeld, 1985b). El solo hecho de estar siendo grabado puede ser suficiente para inducir conductas atípicas. Los sujetos pueden seleccionar su conducta para adaptarla a los deseos (los que ellos creen) del investigador. Para intentar crear un entorno cómodo, las sesiones se realizaron en un aula conocida por ellos. El investigador tuvo antes de la sesión una charla «amena» con cada resolutor con el fin de disminuir la tensión y crear un clima agradable, además, se les informó que el estudio era confidencial y que no influiría en sus estudios. El número de personas en la sesión era muy reducido, además del resolutor, estaban el investigador y un asistente de investigación, los cuales quedaban fuera de su campo visual.
5. *Variables tarea.* Los sujetos que participaron en el estudio eran estudiantes del último curso de la carrera de Matemática y los problemas propuestos se adaptaban a su capacidad. Los problemas planteados fueron de optimización y solo necesitaban para su resolución, lápiz y papel.

DE LA INFORMACIÓN A LOS DATOS

Para convertir la información obtenida en datos, las grabaciones en video se transcribieron y dividieron en trozos macroscópicos de conducta constante llamados episodios⁴. Para esto, se aplicó el marco para el análisis de protocolos en resolución de problemas de optimización desarrollado en Villegas (2002), el cual toma en cuenta las representaciones y la traducción entre representaciones. A este protocolo le fue anexado el trabajo escrito realizado por el resolutor en la sesión de

³ A pesar de esto uno de ellos, siempre intentaba resolver el problema explicándosela a un alumno «virtual». ¿Sería un hábito (daba clases particulares a niños) o era un intento para no ocuparse de la tarea de una manera «formal», con el fin de evitar sentimientos de incapacidad en el caso de fracasar?

⁴ Un episodio es un período de tiempo durante el cual un resolutor o un grupo de resolutores está ocupado en una acción específica (Schoenfeld, 1985a).

resolución de problemas. Esto se intentó hacer lo más parecido posible a lo que el resolutor había hecho en la sesión, con la finalidad de percibir, en el documento, lo que el resolutor estaba realizando en cada instante de la resolución. Aunado a esto, a la transcripción definitiva también se le colocó el tiempo en el que comenzaba y finalizaba cada ítem.

Debido a las características propias del pensamiento en voz alta y de los datos que se generan a partir del análisis de protocolos, el tratamiento cualitativo es el adecuado, ya que permite analizar detalladamente el trabajo efectuado por cada resolutor en su proceso de resolución y por tanto, la caracterización de los resolutores, de acuerdo con las representaciones y la traducción entre representaciones empleadas. La frecuencia y el tiempo de cada episodio empleado en la resolución de los problemas aporta indicadores que forman parte de dicha caracterización.

COMENTARIOS FINALES

Los protocolos de pensamiento en voz alta, concurrentes a la realización de la tarea, configuran el modelo que menos distorsiona la información sobre los procesos cognitivos internos y los informes generados proporcionan una valiosa base de datos para identificar muchos de los contenidos, procesos y estrategias que se utilizan en la resolución de problemas (Ericsson y Simon, 1993).

La sustentación teórica realizada para la recogida de información, a través de protocolos individuales de pensamiento en voz alta, sugieren la viabilidad y utilidad de esta técnica para describir cómo los resolutores expertos emplean las representaciones y la traducción entre representaciones cuando resuelven problemas de optimización.

En nuestra investigación las actividades realizadas para la obtención de datos fueron variadas, profundas y fructíferas; variadas puesto que, se realizó: una revisión de las producciones escritas y de las imágenes de vídeo⁵, transcripciones de las verbalizaciones producidas por los resolutores, correlacionadas perfectamente con el material escrito por éstos y una entrevista final donde opinaban acerca del proceso; profundas, ya que permite indagar minuciosamente algunos procesos de la actividad matemática, que difícilmente podrían observarse a través de otras técnicas, y fructífera, por que permiten obtener información valiosa acerca de cómo los resolutores emplean las representaciones en la resolución de problemas de optimización.

Se considera que esta comunicación puede aportar criterios que sirvan de aval para usos posteriores. Somos conscientes de las debilidades de la metodología aplicada, de lo cuidadoso que hay que ser en la recogida y análisis de datos, pero esta conciencia nos da pie a pensar que se puede mejorar en futuras investigaciones.

⁵ Las imágenes de vídeo y el tono de voz, aportaron gran cantidad de información y creemos, que son necesarias en este tipo de investigaciones.

REFERENCIAS

- Cifarelli, V. (1998). The development of mental representations as a problem solving activity. *Journal of mathematical behaviour*, 17(2), 239-264.
- Dreyfus, T (1991). Advanced mathematical thinking processes. En D. Tall (Ed.). *Advanced mathematical thinking*. pp. 25-41. Netherlands: Kluwer.
- Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En F. Hitt (Ed.) *Investigaciones en matemática educativa II*, (pp. 173-201). Université Louis Pasteur de Stranbourg, France.
- Ericsson, K. A. y Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Ericsson, K. A. y Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis. Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gilhooly, K. y Green, C. (2000). Protocol analysis: theoretical background. En T. E. Richardson (Ed.), *Handbook of qualitative research methods for psychology and the social sciences*. Leicester, UK: BPS Book.
- Ginsburg, H. P., Kossan, N.E., Schwartz, R. Swanson, D. (1983). Protocol methods in research on mathematical thinking. En H. Ginsburg (Ed), *The development of mathematical thinking*. (pp. 7-47). New York: Academic press, inc.
- Green, C. y Gilhooly, K. (2000). Protocol analysis: practical implementation. En T. E. Richardson (Ed.), *Handbook of qualitative research methods for psychology and the social sciences*. Leicester, UK: BPS Book.
- Hiebert, J., y Campertter, T. (1992). Learning and teaching with understanding. En D.A. Grows (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 65-97). New York: MacMillan Publishing Company.
- Hitt, F. (2001). Que signifie être compétent dans théorie des représentations des concepts mathématiques? pp. 173-188. *Actes du colloque du Groupe de Didacticiens des Mathématiques du Québec*. Montreal: Universidad de Montreal.
- Kaput, J. J. (1987). Representation systems and mathematics. En C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Pp. 19-26. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Newell, A. y Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Nisbett, R. E. y Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental process. *Psychological Review*, 84(3), 231-259.
- Puig, L. (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Granada: Comares.
- Schoenfeld, A. H. (1985a). *Mathematical problem solving*. New York, NY: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1985b). Making sense of «Out Loud» problem-solving protocols. *The Journal of Mathematical Behavior*, 4, 171-191.
- Villegas, J. L. (2002). *Representaciones en resolución de problemas: Un marco de análisis de protocolos*. Trabajo de Investigación Tutelada. Granada: Dpto. Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- Villegas, J. L. y Castro, E. (2002). Marco para el análisis de protocolos de resolución de problemas de optimización. En J. M. Cardeñoso, E. Castro, A. Moreno y M. Peñas (Eds.), *Investigación en el aula de Matemáticas. Resolución de Problemas*. Granada: Dpto. Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.