

## RESULTADOS DE UN EXPERIMENTO PEDAGÓGICO AL UTILIZAR UN HIPERTEXTO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL LÍMITE Y CONTINUIDAD DE UNA FUNCIÓN

Lázaro S. Dibut Toledo,  
José J. Arrieta Gallastegui,  
Eduardo R. Concepción Morales,  
Migdalia Torres del Toro,  
Ana Rosa Sosa Hernández,  
Tomás E. Colarte Morando.

Universidad de Cienfuegos.  
Dpto. de Matemática Básica y Aplicada.  
Grupo de Estudios Informáticos. Cuba.

### Introducción

El concepto de límite de una función siempre ha sido considerado como básico para una comprensión del Cálculo; sin embargo, estudios como los de Williams (Williams,1991), Artigue (Artigue,1995,1996,1998) y Cornu (Cornu,1991), muestran que los estudiantes se apropian de la operatoria algebraica para calcular el límite de una función, pero no tienen una comprensión exacta de la definición dada por Cauchy en términos de epsilon-delta. Esta situación está asociada a los problemas u obstáculos presentes en el proceso de formalización y conceptualización de este concepto, como muestran Artigue (Artigue,1995) y Sierpinski (Sierpinski,1988).

Entre los obstáculos que inhiben o dificultan este proceso se encuentran los llamados obstáculos epistemológicos (el infinito, la noción de función, situaciones geométricas, procedimientos lógicos y notación simbólica), la imagen conceptual relativa a la noción de límite, la visualización relacionada a la noción de límite, etc., a los que le agrego la experiencia y las concepciones del profesor que juegan un papel importante en el hecho de que estos obstáculos se refuercen o no en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A partir del desarrollo tecnológico alcanzado por los ordenadores en los últimos 15 años, se ha tratado de solventar estos obstáculos introduciendo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estos conceptos distintos ambientes, asistentes matemáticos como el DERIVE, MATHEMATICA, MATHLAB, calculadoras gráficas, etc.

En la presente comunicación se exponen los resultados de un experimento pedagógico desarrollado en la Universidad de Cienfuegos, para el cual se diseñó y aplicó un hipertexto llamado LIMCON, a los estudiantes del primer año de la carrera de Contabilidad y Finanzas durante el curso académico 1995-1996, con el propósito de evaluar si la utilización del hipertexto LIMCON contribuye o no a disminuir algunos de los obstáculos que inhiben o dificultan el proceso de formalización y conceptualización del límite y continuidad de una función.

### Desarrollo

Para el desarrollo del experimento pedagógico se tuvieron en cuenta los resultados de un estudio piloto desarrollado por Dibut (Dibut,1996) durante el curso escolar 1994-95 con los estudiantes del primer año de la carrera de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de Cienfuegos, lo que permitió hacer modificaciones tanto al hipertexto creado a tales efectos, así como en los instrumentos y técnicas empleadas en la fase de validación. De esta forma surgió el hipertexto LIMCON.

#### *Diseño experimental.*

El experimento se diseñó para ser ejecutado en el momento de impartición del tema Límite y Continuidad de la asignatura Matemática I. Se seleccionaron los 16 estudiantes que cursaban el primer año de la carrera de Contabilidad y Finanzas durante el curso escolar 1995-96. El hipertexto quedó grabado en todas los ordenadores del laboratorio y durante 4 semanas los estudiantes quedaron en plena libertad de interactuar con éste, lo que no los invalidaba para asistir a las actividades docentes relacionadas con el tema. Posteriormente se pasó a la fase de validación del experimento, para lo cual consideramos conveniente utilizar técnicas e instrumentos que dieran más información sobre la efectividad de los sistemas de hipertexto en educación desde la perspectiva de los usuarios.

Con tal orientación se consultaron los trabajos de Knussen (Knussen,1991), Quentin-Baxter (Quentin-Baxter,1992), Hutching (Hutching,1992) y Langford (Langford,1994), y tomando en consideración las características del experimento diseñado y a los recursos disponibles, se utilizaron los siguientes instrumentos: postest, elaboración de mapas conceptuales, encuesta y entrevista.

Las características del hipertexto LIMCON se resumen de la siguiente forma : quedó conformado por 695 nodos, de los cuales 139 contienen gráficas que contribuyen a la visualización de los conceptos fundamentales; se incluye ejemplos resueltos de los tópicos fundamentales, así como las técnicas más conocidas que facilitan el cálculo de límites.

#### *Conclusiones de la Fase Experimental*

Los resultados experimentales se resumen de la siguiente forma :

- ♦ El hipertexto contribuyó a que los estudiantes profundizaran en el conocimiento de los conceptos de límite y continuidad de una función en un punto y conceptos afines, según lo avalan los resultados del posttest, la encuesta, la entrevista y la elaboración de los mapas conceptuales.
- ♦ Los resultados cuantitativos del posttest fueron superiores en tanto por ciento de aprobados con respecto a los estudiantes del curso escolar 1994-95 que participaron en el estudio piloto: 81.25 % durante el curso 1995-96 y 75 % durante el curso 1994-95, y en la calidad de estos resultados (calificaciones de 4 ó 5), 56.25 % contra 50 %, respectivamente.
- ♦ La elaboración de mapas conceptuales, por parte de los estudiantes, es un recurso cognitivo que contribuye a la confrontación y el análisis de las formas de pensar entre alumnos, alumnos y profesor y entre el grupo y la información proporcionada, así como evidencia las modificaciones en la estructura cognoscitiva de los estudiantes en función del trabajo realizado. Los mapas elaborados nos dieron una referencia inicial de lo antes expuesto, pero consideramos que debe ser un trabajo continuado para realmente lograr las modificaciones cognoscitivas deseadas en el aprendizaje de los estudiantes.
- ♦ Los resultados alcanzados en el estudio piloto y en el presente experimento indican que la utilización de hipertextos en el proceso de enseñanza y aprendizaje del límite y continuidad de una función, contribuye a superar algunos de los obstáculos referidos anteriormente, como son los problemas de visualización del concepto de límite y al de un conocimiento más acabado del concepto de función. Se pudo constatar, además, que el término infinito o proceso infinito era más asequible para los estudiantes por las posibilidades gráficas que tiene incluido el hipertexto, avalado por lo manifestado por ellos en la entrevista realizada, y por el resultado de una de las preguntas del posttest.

#### ♦ Conclusiones

La fase experimental desarrollada aunque nos ofrece algunos resultados interesantes desde el punto de vista metodológico al abordar la temática del límite y continuidad aplicando un hipertexto, no es menos cierto que por ahora los resultados obtenidos constituyen sólo una aproximación a la solución del problema desde la perspectiva tecnológica.

La integración de diferentes recursos tecnológicos con métodos cada vez más participativos de los estudiantes puede ofrecernos un acercamiento más objetivo a la solución de esta problemática.

### Bibliografía

- Artigue, M. (1995). *La enseñanza de los principios del cálculo : problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos*. Ingeniería Didáctica en Educación Matemática. "una empresa docente". Universidad de los Andes. Bogotá.
- Artigue, M. (1996). *Teaching and Learning Elementary Analysis*. Actas ICME-8. Sevilla. España.
- Artigue, M. (1998). *L'Évolution des Problematiques en Didactique de L'Analyse*. Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol.18 (2). pp.231-262.
- Cornú, B. (1991). *Limits*. En Tall, D. (Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*, pp.153-166. Dordrecht: Times Academic Press.
- Dibut, L. (1996). El hipertexto como recurso cognitivo en el proceso formación de los conceptos de límite y continuidad de una función. Tesis en opción al título de Master en Educación. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Hutching, G., & others. (1992). *Authoring and evaluation of hypermedia for education*. Computers & Education, 18(1-3), pp.171-177.
- Knussen, C., Tanner, G., Kibby, & M. (1991). *An approach to the evaluation of hypermedia*. Computers & Education, 17(1), pp.13-29.
- Langford, D. (1993). *Evaluating a hypertext document*. Aslib. Proceedings, 45(9), pp.221-226.
- Quentin-Baxter, M. Dewhurst, D. (1992). *A method for evaluating the efficiency of presenting information in a hypertext environment*. Computers & Education, 18(1-3), pp.179-182.
- Sierpinska, A. (1988). *Sur un programme de recherche lié á la notion d'obstacle épistémologique*. Actes du Colloque : Construction des savoirs : obstacles et conflits. Montreal : CIRADE.
- Williams S. (1991). *Models of limits held by college calculus students*. Journal for Research in Mathematics Education. Vol.22, No.3, pp.219-236.