

FUNDAMENTOS TEÓRICOS, METODOLÓGICOS Y PSICOPEDAGÓGICOS PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL LÍMITE Y CONTINUIDAD DE UNA FUNCIÓN UTILIZANDO UN HIPERTEXTO

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.

1. Introducción.

Una de las características comunes en los planes y programas de estudio de Matemáticas en los Centros de Educación Superior (CES) cubanos, es la incorporación de la enseñanza del Cálculo dentro del ciclo básico (estudiantes entre 17 y 18 años); sin embargo, es bien conocido que los estudiantes confrontan grandes dificultades en su comprensión, asimilación, interpretación y aplicación, lo que se refleja en las evaluaciones y en el empleo de su aparato conceptual en otras disciplinas.

Estudios como los de Tall (Tall,1986) y Artigue (Artigue,1992,1996,1998) muestran de manera clara que, frente a las dificultades encontradas, la enseñanza tradicional, y en particular la enseñanza universitaria, se ha centrado generalmente en una práctica algorítmico-algebraica del Cálculo y en evaluar en esencia las habilidades adquiridas en el dominio sintáctico, convirtiendo este fenómeno en un círculo vicioso.

Las investigaciones se han enfocado en dos direcciones fundamentales: una es la centrada en la base conceptual del Cálculo, tal y como lo refiere Tall (Tall,1994) y la otra está relacionada con la innovación en la enseñanza, haciendo énfasis en la innovación tecnológica, Artigue (Artigue,1992,1996,1998) y Kaput (Kaput,1992).

En resumen, las principales dificultades de acceso al Cálculo son de diversa índole y se relacionan y refuerzan mutuamente en redes complejas, Artigue (Artigue,1992,1996,1998). Dichas dificultades se pueden agrupar en tres grandes categorías:

1. Aquellas asociadas con la complejidad de los objetos básicos del Cálculo (números reales, sucesiones, funciones, etc.) y al hecho de que estos objetos se conceptualizan plenamente cuando se inicia una enseñanza del Cálculo que va a contribuir de forma fuerte a tal conceptualización.
2. Aquellas asociadas al proceso de conceptualización y formalización de las nociones de límite y continuidad, centro del campo del Cálculo.
3. Aquellas vinculadas con las rupturas necesarias con relación a los modos de pensamiento algorítmico-algebraico, y a las especificidades del trabajo técnico en el Cálculo.

La presente comunicación tiene como objetivo ofrecer algunos fundamentos teóricos, metodológicos y psicopedagógicos vinculados al proceso de formalización y conceptualización del límite y continuidad de una función cuando se utiliza la técnica de los Hipertextos.

2. Desarrollo

En muchos trabajos desarrollados relacionados con las dificultades asociadas al proceso de conceptualización y formalización de las nociones de límite y continuidad, se ha buscado conciliar la aproximación cognitiva con la histórica, y con base en la noción de obstáculo epistemológico, se ha indagado sobre el desarrollo histórico de estos conceptos y sobre los candidatos a obstáculos susceptibles de explicar las dificultades que en particular pueden encontrar los estudiantes, tal es el caso de los

trabajos de Cornu (Cornu,1983), Sierpinska (Sierpinska,1985), Vinner (Vinner,1989), Brousseau (Brousseau, 1983), Torres (Torres,1995) y Artigue (Artigue, 1992,1996,1998), entre otros.

De los trabajos a que se ha hecho referencia anteriormente, podemos sintetizar que los obstáculos que aparecen en este dominio se agrupan en las siguientes categorías:

- Obstáculos epistemológicos (el infinito, la noción de función, situaciones geométricas, procedimientos lógicos y notación simbólica).
- Imagen conceptual relativa a las nociones de límite y continuidad.
- Visualización relacionada a las nociones de límite y continuidad, etc.

La naturaleza dinámica de estos conceptos dificulta su tratamiento en un contexto tradicional donde el estatismo de los recursos disponibles obliga al tratamiento algorítmico-algebraico, que si bien aporta procedimientos de cálculo no garantiza la solidez conceptual.

En los últimos 15 años se han realizado grandes esfuerzos por superar estos obstáculos a partir de la introducción de las nuevas tecnologías informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En los trabajos investigativos desarrollados en esta dirección se ha tratado de estructurar los acercamientos numérico, algebraico y geométrico usando diferentes software que configuran ambientes que permiten el estudio más ilustrativo de estos conceptos.

Algunas de las experiencias internacionales más significativas se encuentran en los trabajos de Dubinsky (Dubinsky, 1990) y Tall (Tall,1994) que utilizan el programa Graphipc Calculus (GC), Torres (Torres,1995) que sugiere utilizar el DERIVE o el MATHEMATIC, y Hardings (Hardings,1995) que desarrolló un sistema Multimedia para el tratamiento general del Cálculo. En Cuba se destaca el trabajo de Valdivia (Valdivia,1994) que desarrolló un tutorial inteligente.

Por otra parte, cada vez más se abre paso, no sin ciertas dificultades, la idea del profesor como un agente mediador y dinamizador de los aprendizajes de los alumnos. La transmisión de contenidos de aprendizaje, característica de todo proceso instruccional, no es patrimonio exclusivo del profesor, de hecho, forma parte de una realidad educativa más amplia: la transmisión de información o facilitación de experiencias de aprendizaje a partir de dispositivos tecnológicos.

La psicología cognitiva, por otra parte, nos habla de un aprendizaje significativo que se puede lograr con la participación activa de los propios sujetos implicados: los alumnos. Estos son elementos activos del proceso y constructores de sus propios conocimientos y en consecuencia proceden, cuando aprenden significativamente, de la siguiente manera:

- Exploran la información nueva seleccionando aquella que tenga relevancia para la situación que están estudiando.
- Procesan la información relacionando las partes relevantes para producir significados.
- Consolidan la información y tratan de aplicarla y probarla en situaciones nuevas.

Este proceso de construcción del aprendizaje no es estrictamente lineal sino recursivo, lo que obliga al alumno a pensar la respuesta y volver hacia atrás, comparando la información con la existente. Si tomamos como referencia la definición de Hipertexto dada por Lucarella (Lucarella,1993), " ... hipertexto es un sistema para manejar un conjunto de información que puede ser accesada no secuencialmente ... ", obviamente son los Sistemas de Hipertexto los que responden a los argumentos aportados con anterioridad. Los Hipertextos pueden ser una buena vía para desarrollar la flexibilidad cognitiva, pues permiten a los alumnos reordenar las secuencia de los materiales de instrucción de una forma personal, proporcionándoles múltiples posibilidades de estructurar y relacionar los contenidos. ¿Cómo estructurar los contenidos de límite y continuidad dentro del Hipertexto?. Corresponde al colectivo de profesores que imparten estos contenidos diseñar, desde el punto de vista metodológico el cómo, haciendo énfasis en la forma de solventar los obstáculos ya analizados en el proceso de formalización y conceptualización del límite y continuidad de una función.

Conclusiones

La etapa actual de desarrollo no puede ignorar el impacto de las nuevas tecnologías informáticas en los diversos campos de la vida social. La escuela en general y la Universidad en particular, están en la obligación de desarrollar el proceso docente educativo, introduciendo racionalmente estas tecnologías, lo cual implica un adecuado trabajo metodológico en función de los contenidos a introducir mediante una determinada tecnología.

La presente comunicación ha permitido esbozar algunos de los fundamentos teóricos, metodológicos y psicopedagógicos para la utilización de un Sistema de Hipertexto en el proceso de enseñanza y aprendizaje del límite y continuidad de una función, así como una estrategia para la integración de este medio en el complejo sistema de relaciones : profesor-alumno, alumno-alumno y de sujeto a objeto.

Bibliografía

- Artigue, M., & Eivynck, G. (Eds.).(1992). *Proceedings of Working Group 3 on students difficulties in calculus*. ICME-7. Université de Sherbrooke. Canadá.
- 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.
- Brousseau, G. (1983). *Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques*. Recherches en Didactique des Mathématiques, 2 (3), pp.303-346.
- Cornú, B.(1983). *Apprentissage de la notion de limits: conceptions et obstacles* .(thèse de doctorat). Université de Grenoble I.
- Dubinsky, E., & Schwingendorf, A. (1990). *Constructing Calculus Concepts : Cooperation in a computer laborator*". MAA Notes Series, (Ed. Leinbach C.). Math. Assoc. Amer.
- Hardings, R., & others. (1995). *Multimedia Interactive Mathematics Courseware : The Mathematics Experience within the Renaissance Project*. Computers & Education, 24(1), pp.1-23.
- Kaput, J. (1992). *Technology and Mathematics Education*. Handbook of Research on the Teaching and Learning of Mathematics.
- Lucarella, D., & Zorzy, A. (1993). *Information Retrieval from Hypertext : An approach using plausible inference*. Information Processing & Management, 29(3), pp.299-312.
- Sierpinska, A. (1985). *Obstacles épistémologiques relatifs a la nation de limits*. Recherches en Didactique des Mathématiques, 6 (1), pp.5-6.
- Tall, D. (1986). *Using the Computer to represent Calculus Concept*. Actes de la 4ième École d' Été de Didactique des Mathématiques et de l' informatique, Orléans, Rapport de recherche, IMAG Grenoble, pp.238-264.
- Tall, D. (1994). *Computer environments for the learning of mathematics*. In Biehler Rolf, et.al, ed. Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline. Kluwer Academic Publishers.Dordrecht/ Boston / London.
- Torres, J., y Castro, G. (1995). *Obstáculos presentes en los estudiantes para la adquisición de los conceptos de límite y continuidad*. Memorias del II Taller Científico Metodológico de Matemática y Computación. COMAT'95. Universidad de Matanzas. Cuba. Nov (6-9).
- Valdivia, Z. (1994). *Investigación y elaboración de sistemas de enseñanza inteligentes*. Tesis Doctoral. Universidad Central de las Villas. Cuba.
- Vinner, S., & Dreyfus, T. (1989). *Images and definitions for the concept of function*. Journal for Research in Mathematics Education, 20 (4), pp.356-366.