



UNA RESEÑA DE LAS DIFICULTADES REPORTADAS POR LA INVESTIGACIÓN EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO

Julieta Garay Flores, Carolina Carrillo García
julieta@hotmail.com, cgcarolin@hotmail.com
Universidad Autónoma de Zacatecas
Superior

Resumen

En este trabajo se reportan algunos resultados provistos por la investigación en Matemática Educativa en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo. Desde esta perspectiva, se analizan algunos de los principales cambios curriculares del Cálculo y algunas de las dificultades que se han detectado en el proceso de enseñanza aprendizaje. El marco conceptual en el cual se sustenta consiste básicamente en la propuesta que presenta Brousseau para identificar obstáculos en el sistema didáctico, es decir los conceptos teóricos que se desarrollan en torno a obstáculo ontogénico, obstáculo didáctico y obstáculo epistemológico. Acorde al objetivo de este trabajo, la metodología utilizada fue de tipo cualitativo, específicamente se realizó una investigación del tipo básico o genérico mediante un análisis de contenido.

Palabras clave: *Cálculo, Dificultades, Obstáculos.*

1. INTRODUCCIÓN

En la década de los noventa se observa una clara evolución de las investigaciones realizadas en Matemática Educativa, el avance consistió en considerar la problemática del aprendizaje de las Matemáticas en términos de procesos cognitivos, y además, considerar el pensamiento matemático de los currículos del nivel medio superior y superior, cuando en primera instancia esta disciplina estaba enfocada en el estudio de los conceptos básicos de la Matemática de la enseñanza primaria (Azcarate y Camacho, 2003), es decir, se pone atención a cuestiones relacionadas con el “pensamiento matemático avanzado”. Entre los resultados más significativos de este tipo de investigaciones, se encuentra el consenso a nivel internacional del problema de la enseñanza y aprendizaje del Cálculo. Debido a la complejidad de este problema, algunos investigadores lo han dividido en sub-problemas (Jiménez, Preprint), siendo uno de éstos el de la comprensión de los conceptos básicos del Cálculo, en torno al cual podemos situar el estudio de las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo.

Existen diversos trabajos relacionados con la problemática de la enseñanza y aprendizaje del Cálculo, pero para la realización de este estudio, se consideraron primordialmente aquellos trabajos que realizan análisis de reformas de la enseñanza de este tema y aquellos que exponen las dificultades encontradas en los estudiantes. Un análisis preliminar permitió identificar que son escasas las investigaciones en las que, las dificultades que se reportan se adaptan a algún tipo de clasificación. Considerando que el objetivo común de este tipo de investigaciones es ampliar la comprensión de un objeto de estudio, en este caso, el estudio de las dificultades, se consideró que una investigación que identifique dificultades y además muestre una clasificación de éstas, proporciona una mejor información respecto al origen de tal dificultad.

Partiendo de estas observaciones, se formuló el problema de investigación: “Realizar una caracterización de las dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo, en particular en términos de los obstáculos cognitivos, didácticos y epistemológicos que se

manifiestan en el proceso de enseñanza-aprendizaje”. De este problema se desprenden las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las propuestas didácticas generales respecto a la enseñanza del Cálculo?; ¿Cuáles son las principales dificultades que se han detectado en el aprendizaje del Cálculo? y ¿Cuáles son algunas de las aportaciones realizadas, desde las investigaciones en Matemática Educativa, en torno a la didáctica del Cálculo?

2. MARCO CONCEPTUAL

Obstáculos

La noción de obstáculo epistemológico fue introducida por el filósofo francés Gaston Bachelard, quien define esta noción, en el contexto del desarrollo científico en general, como: “aquel conocimiento que ha sido en general satisfactorio durante un tiempo para la resolución de ciertos problemas, y que por esta razón se fija en la mente de los estudiantes, pero que posteriormente este conocimiento resulta inadecuado y difícil de adaptarse cuando el alumno se enfrenta con nuevos problemas” (Palarea y Socas, 1994, p. 93).

Guy Brousseau, profesor e investigador de origen francés que crea la Teoría de Situaciones Didácticas, adopta la definición dada por Bachelard con respecto a obstáculos epistemológicos y propone una clasificación propia que le sirve para explicar los fenómenos que se presentan en el sistema didáctico en torno a las matemáticas:

- De origen *ontogénico* o *psicogénico*, debidos a las características del desarrollo del niño.
- De origen *didáctico*, que resultan de una opción o de un proyecto del sistema educativo, esto es, de las elecciones didácticas que se hacen para establecer la situación de enseñanza.
- De origen *epistemológico*, intrínsecamente relacionados con el propio concepto. Se les puede encontrar en la historia de los mismos conceptos (Palarea y Socas, 1994, p. 92).

Teoría de Situaciones Didácticas

La Teoría de Situaciones Didácticas es una teoría de la transmisión de los conocimientos matemáticos creada a partir de un largo trabajo sistemático de observación dentro del ámbito escolar (Brousseau, 1989). Esta teoría parte del hecho de que:

Esta presentación [la presentación axiomática característica de las matemáticas] elimina completamente la historia de los saberes, para poner en su lugar una génesis ficticia. Para hacer más fácil su enseñanza, aísla ciertas nociones y propiedades del tejido de actividades en el cual tuvieron su origen, su sentido, su motivación y su empleo. Las transpone al contexto escolar. Los epistemólogos llaman transposición didáctica a esta operación. (Brousseau, 1986, p. 5).

Dentro de esta perspectiva teórica con influencia piagetiana se asume que el alumno aprende, “adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, de dificultades, de desequilibrios, un poco como lo ha hecho la sociedad humana, de manera que el profesor debe imaginar y proponer a los alumnos situaciones que ellos puedan vivir y en las cuales los conocimientos aparecerán como la solución óptima a los problemas propuestos” (Brousseau, 1986, p. 14).

El objeto de estudio de la Didáctica de las Matemáticas es la *situación didáctica*, definida como:

Un conjunto de relaciones establecidas explícita y/o implícitamente entre un alumno o un grupo de alumnos, un cierto medio (que comprende eventualmente instrumentos u objetos) y un sistema educativo (representado por el profesor) con la finalidad de lograr que estos alumnos se apropien de un saber constituido o en vías de constitución. (Brousseau, 1982, citado en Gálvez, 2002, p. 2).

Las situaciones didácticas se rigen a su vez por el contrato didáctico, que es *la regla de juego y la estrategia de la situación didáctica*. Es el medio que tiene el maestro de ponerla en escena. (Brousseau, 1986, p. 15).

En este trabajo se optó por adoptar la clasificación presentada por Brousseau porque es la más utilizada y reconocida dentro de la investigación en matemática educativa, además de considerar que se adecúa a los objetivos propuestos de sistematización de la información encontrada a pesar de la diversidad de perspectivas desde las cuales se abordan actualmente las respuestas de los estudiantes.

Dificultades, obstáculos y errores

Para distinguir entre los términos dificultad, obstáculo y error, se exponen algunos de los aportes de Socas (1997), él refiere que el aprendizaje de las matemáticas genera muchas dificultades en los alumnos, algunas tendrán su origen en el macrosistema educativo (es decir algunas dificultades tiene origen externo al alumno, materia y profesor), pero en general, su procedencia se concreta en el microsistema educativo: alumno, materia, profesor e institución escolar, por tanto, las dificultades pueden abordarse desde varias perspectivas según pongamos énfasis en uno u otro elemento: desarrollo cognitivo de los alumnos, currículo de matemáticas y métodos de enseñanza.

Además, Socas (1997, p. 1) señala la relación que existe entre los términos dificultad, obstáculo y error: “Estas dificultades se conectan y se refuerzan en redes complejas y se concretan en la práctica en forma de obstáculos y se manifiestan en los alumnos en forma de errores”.

En relación a los términos error y obstáculo, Brousseau (1983, citado en Palarea y Socas, 1994, p. 92) indica: “...un obstáculo se manifiesta por errores, pero errores que no son debidos al azar, no son fugaces, intermitentes, sino reproductibles, persistentes”.

Una de los aportes fundamentales de la propuesta de Brousseau es el modelo sistémico del Triángulo Didáctico, éste ha sido útil para situar y analizar la naturaleza de las múltiples relaciones que se esconden entre sus tres vértices: “alumno”, “maestro” y “saber”. En particular en este trabajo fue útil para clasificar las dificultades de acuerdo al obstáculo que las origina.

3. MÉTODO

De acuerdo a los objetivos del trabajo se utilizó una metodología cualitativa, de tipo básico o genérico. En ésta:

El investigador trata simplemente de descubrir y comprender un fenómeno, un proceso, o las perspectivas o visiones de los individuos involucrados en la investigación. El estudio no se enfoca en la cultura ni construye una teoría fundamentada, no son estudios intensivos de casos, unidades o sistemas delimitados. Los datos se recogen a través de entrevistas,



observaciones, o análisis de documentos y los resultados son una mezcla de descripción y análisis. (Merrian, 1998; citado por Canedo, 2009, p. 108).

El diseño metodológico de la investigación se estructuró en cuatro fases:

- 1) *Búsqueda, selección y recopilación del material.* Esta primera fase se divide a su vez en tres etapas:
 - Búsqueda de fuentes. Para la búsqueda de la información se consideraron tres fuentes: libros, material proporcionado por especialistas en Matemática Educativa (principalmente artículos de investigación) y bases de datos de internet. La búsqueda se realizó tomando como descriptores las palabras: reformas curriculares, enseñanza del Cálculo, errores, dificultades y obstáculos.
 - Estrategia de lectura. La estrategia de lectura para el material en general se realizó de la siguiente manera: se identificó el material relevante mediante una primera lectura del título, resumen o introducción y los subtítulos.
 - Almacenamiento de datos. El material seleccionado en la etapa anterior, se almacenó en una base de datos en Excel. La información que se recuperó incluía los siguientes cuatro datos:
 - Fecha de lectura.
 - Título del libro o artículo.
 - Autor y,
 - Número de página (s) y título de la (s) sección (es) en la que aparecían los descriptores encontrados.
- 2) *Revisión y análisis del material.* Esta fase se divide en las siguientes etapas:
 - Estrategia de análisis de contenido. Se inició con la lectura identificando las unidades de análisis, es decir, los párrafos que contenían información sobre las reformas curriculares del Cálculo y dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo, centrando la atención en la posible naturaleza de su origen.
 - Almacenamiento del material. Una vez identificadas las unidades de análisis, se modificó el último dato de la base de datos realizada en la fase anterior. Ahora, en la celda donde se había escrito el número de página y título de la sección(es) que contenía el descriptor encontrado, se escribía una síntesis de la idea principal que contenía el párrafo.
- 3) *Clasificación del material.* La clasificación hecha del material analizado se corresponde con la organización de los resultados y puede apreciarse en dicha sección.
- 4) *Redacción y síntesis.*

4. RESULTADOS

Los resultados de la investigación, se pueden dividir en dos categorías:

En relación a las reformas curriculares del Cálculo. Se muestran algunos avances logrados en México. Además, para situarse en el contexto internacional de las reformas curriculares del

Cálculo se muestran los elementos principales que caracterizan las reformas curriculares de Francia y Estados Unidos.

En relación a la clasificación de dificultades. Esta clasificación muestra dificultades: cognitivas, didácticas y epistemológicas y a su vez, cada tipo de dificultad se expone en dos partes:

- ✓ Investigaciones que reportan las dificultades encontradas y hacen algunas sugerencias con el objetivo de mejorar el aprendizaje;
- ✓ Investigaciones que además de las dificultades, realizan de manera explícita un aporte metodológico (describen conceptos desarrollados por los enfoques teóricos para detectar las dificultades y/o incluyen los cuestionarios aplicados) para detectar las dificultades de los estudiantes y/o contienen sugerencias didácticas.

Por limitaciones de espacio, las categorías no son exhaustivas en torno a los resultados pero se tratará de sintetizar los hallazgos más relevantes.

Con respecto a las reformas curriculares del Cálculo, en México no se encontraron reformas específicas de la materia sino reformas de sistemas educativos que influyen en su didáctica. Sin embargo, encontramos dos investigaciones enfocadas hacia el análisis de reformas en Cálculo:

- Alanís (1996) en el marco de su trabajo doctoral realiza un análisis de las reformas curriculares en torno al Cálculo, y describe 6 proyectos de reformas educativas dentro del contexto de Estados Unidos.
- López (1998) hace un estudio de corte histórico sobre la enseñanza del Cálculo en el contexto mexicano en el periodo de 1785-1867.

Además ha habido diversos trabajos de investigadores que han atendido el problema respecto a la enseñanza y aprendizaje del Cálculo, ejemplo de ello podemos citar las propuestas realizadas por el Dr. Crisólogo Dolores en la Universidad Autónoma de Guerrero, el grupo de investigación de Matemática Educativa del área de educación superior del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), el Dr. Juan Antonio Alanís de Instituto Tecnológico de Monterrey y la Dra. Elfride Wenzelburger Guttenberger de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), entre otros.

Dolores (2007) presenta un análisis acerca de la enseñanza de la derivada desde la perspectiva de los textos más usados de Cálculo Diferencial y de los programas de estudio del estado de Guerrero. Uno de los textos analizados es el de Cantoral (1991) y al respecto señala:

Cantoral (1991) propone rediseñar el discurso matemático escolar desde el fondo, cambiando el papel principal que los cursos de cálculo confieren al concepto de *límite* y poniendo en su lugar a la *variación física*, de tal manera que no se sugiere tratar tan exhaustivamente las funciones, sino más bien las cantidades y las magnitudes,... (p. 195).

Respecto al trabajo de Dolores (2012), este autor presenta un tratamiento primeramente intuitivo, basado en fenómenos físicos y sin llegar a la formalización. Asimismo, contrario a lo que se encuentra en libros usuales de Cálculo Diferencial, en este libro la introducción de reglas y fórmulas para el cálculo de diferenciales se expone hasta la sección 14, tres secciones antes de la última sección.

Respecto a los libros de *Cálculo Diferencial, una guía para maestros y alumnos* y *Cálculo Integral* de Wenzelburger, se aprecia un enfoque intuitivo, la formalización es lenta y se apoya en fenómenos de la vida cotidiana para sus explicaciones. En la introducción del segundo libro mencionado la autora opina que en la enseñanza del Cálculo, debiera enseñarse primero el Cálculo Integral y posteriormente el Cálculo Diferencial, comenta que:

Otros argumentos que se usan para justificar que el Cálculo Integral debe impartirse antes que el diferencial son geométricos e históricos: algunos métodos elementales de integración datan de 2000 años antes de la “invención” del Cálculo Integral como muestran Eudoxo y Arquímedes (Wenzelburger, 1994, p. 3).

Siguiendo en el contexto mexicano, ya Filloy (1981) hacía algunas observaciones respecto al desarrollo curricular en México en donde manifestaba la influencia o imitación de lo realizado en otros países. Por ello se consideró importante indagar también acerca de las reformas realizadas fuera de México.

En el ámbito internacional, de manera muy sintética los resultados indican que las reformas más actuales del Cálculo se han formulado considerando los resultados de investigaciones de corte cognitivo, y con base en ello, sugieren que la enseñanza de conceptos del Cálculo se realice utilizando problemas de optimización y procesos de variación apoyándose en exploraciones numéricas y gráficas por medio del uso de calculadoras y computadoras. En general, se sugiere adoptar el paradigma constructivista como la explicación teórica más satisfactoria del aprendizaje.

Por otro lado, como parte central de la investigación se analizaron dificultades de enseñanza y aprendizaje del Cálculo reportadas por diversos investigadores y se realizó una clasificación de las mismas con base en el marco teórico, en torno a los obstáculos. En este apartado, está de más decir que no son todas las investigaciones existentes en torno a esta problemática, pero el objetivo del trabajo era brindar una caracterización con ejemplos y propuestas de dificultades. En resumen, la clasificación obtenida fue la siguiente:

- ✓ Dificultades debidas a obstáculos cognitivos. Se ubicaron aquí las dificultades reportadas en investigaciones como las de Tall (1992 y 1993), en las cuales aporta ideas importantes en relación a las dificultades cognitivas de los estudiantes en Cálculo y Análisis; mientras que en el trabajo realizado por Trujillo, Guerrero y Castro (2007) reportan algunos obstáculos cognitivos con relación al concepto de función. Las dificultades estaban asociadas a números reales y sus diferentes categorías, al concepto de límite de sucesión y de función, al concepto de continuidad, la notación de Leibniz y el concepto de función.
- ✓ Dificultades debidas a obstáculos didácticos. La noción de obstáculo didáctico se ha introducido en la investigación educativa para reportar aquellas dificultades que presenta el estudiante pero, que están vinculadas por las elecciones del docente al establecer la situación de enseñanza. Con base en esta idea se identificaron, primero, algunas dificultades relacionadas con el concepto de infinito actual (Waldegg, 1996), y después, algunas dificultades relacionadas con el uso de calculadoras y computadoras, detectadas desde el enfoque teórico Génesis Instrumental (Waits, 1997; Artigue, 2002 y 2011).
- ✓ Dificultades debidas a obstáculos epistemológicos. Las dificultades de tipo epistemológico se encuentran en el origen de los propios conceptos, y de acuerdo a Artigue (1998) “se manifiestan en el aprendizaje actual, a pesar de diferencias cognitivas y culturas evidentes”. Se analizaron investigaciones como la de Artigue (1995), quien



propone una reagrupación de obstáculos epistemológicos, además Cornu (1990) reporta los cuatro principales obstáculos epistemológicos asociados al concepto de límite; finalmente, Sierpínska desde la Teoría de los Obstáculos Epistemológicos, describe los obstáculos epistemológicos asociados al concepto de sucesión. Asociadas a la complejidad de los objetos básicos del Cálculo, la noción de límite y las rupturas necesarias de pensamiento puramente algebraico.

5. CONCLUSIONES

En relación al desarrollo curricular del Cálculo, en México se reportan diversas investigaciones y sugerencias didácticas. En el ámbito internacional, los resultados indican que varias reformas del Cálculo se han formulado considerando los resultados de investigaciones de corte cognitivo, y con base en ello, sugieren que la enseñanza de conceptos del Cálculo se realice utilizando problemas de optimización y procesos de variación apoyándose en exploraciones numéricas y gráficas por medio del uso de calculadoras y computadoras. En general, se sugiere adoptar el paradigma constructivista como la explicación teórica más satisfactoria del aprendizaje.

En relación a las principales dificultades identificadas los resultados indican que, independientemente del origen de la dificultad, sea ésta originada por un obstáculo ontogénico, didáctico o epistemológico, en general se observa que los conceptos que presentan mayor dificultad para los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo son: límite de sucesión, límite de función, continuidad y función.

Por último, la pertinencia de este trabajo radica en ampliar nuestra comprensión en el tema de las dificultades que experimentan los estudiantes en el área del Cálculo. En particular, reconocer las características o el origen de cada tipo de dificultad puede resultar útil para el profesor para crear conciencia de las dificultades que puede encontrar en el ejercicio de su práctica y conocer las aportaciones que, desde la investigación, se han hecho para enfrentarlas. Por otro lado, comprender las orientaciones actuales en la enseñanza del Cálculo permite entender el contexto en el cual surgen las dificultades que manifiestan los estudiantes.

6. REFERENCIAS

- Alanís, J.A. (1996). *La predicción: Un hilo conductor para el rediseño del discurso escolar del Cálculo*. Tesis doctorado no publicada. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México, D.F.
- Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En M. Artigue, R. Douady, L. Moreno y P. Gómez (Eds.) *Ingeniería didáctica en educación matemática*. Capítulo 6 (pp. 97-140). México: Grupo Editorial Iberoamericano.
- Artigue, M. (1998). Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿Qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 1(1), 40-55.
- Artigue, M. (2002). Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la didáctica entre el trabajo técnico y el conceptual. *CAME, Forum*, pp. 67-84. Recuperado de: <http://www.mat.uson.mx/calculadora/artigue.htm>
- Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollos y aportes de la aproximación instrumental. *Cuadernos de Investigación y Formación en educación*



Matemática, 6(8), 13-33. Recuperado de:
www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/CIFEM/article/view/669

- Azcárate, C. y Camacho, M. (2003). Sobre la investigación en didáctica del análisis matemático. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X (2), 135-149.
- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la Didáctica de las Matemáticas. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2), 33-115. Traducción: Julia Centeno, Begoña Melendo y Jesús Murillo.
- Brousseau, G. (1989). Utilidad e interés de la didáctica para un profesor (1ª parte). *SUMA*, 4, 5-12.
- Cabañas, G. y Cantoral, R. (2007). Matemática Educativa. La integral definida: un enfoque socioepistemológico. En C. Dolores, G. Martínez, R. Farfán, C. Carrillo, I. López y C. Navarro (Eds.), *Algunos aspectos de la socioepistemología y la visualización en el aula* (pp. 3-27). México: Díaz de Santos.
- Canedo, S. P. (2009). *Contribución al estudio del aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación infantil: cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores*. Tesis doctoral no publicada de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Cantoral, R. y Farfán, R. M. (2004). *Desarrollo conceptual del cálculo*. México: Thompson.
- Cornu, B. (1990). Limits. En D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 152-166). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer. Editorial: Board.
- Del Puerto, Minnaard y Seminara (2004). Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).
- Dolores, C. (2007). La derivada y el cálculo. Una mirada sobre su enseñanza por medio de los textos y programas. En C. Dolores, G. Martínez, R. Farfán, C. Carrillo, I. López y C. Navarro (Eds.), *Algunos aspectos de la socioepistemología y la visualización en el aula* (pp. 169-207). México: Díaz de Santos.
- Dolores, C. (2012). *La variación y el cambio*. México: Iberoamérica.
- Filloy, E. (1981). Investigación en Matemática Educativa en México. Un reporte. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 2(2), 233 – 256.
- Gálvez, G. (2002). La didáctica de las matemáticas. En C. Parra e I. Saiz (Comps.), *Didáctica de las matemáticas. Aportes y reflexiones*. 9ª Reimpresión, 39-63. Paidós.
- González-Martín, A. y Camacho, M. (2005). Sobre la comprensión en estudiantes de matemáticas del concepto de integral impropia. Algunas dificultades, obstáculos y errores. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 81-96.
- Jiménez, J. R. (Preprint). *Una caracterización de la problemática de la enseñanza del cálculo*.
- López, A. (1998). Historia de los inicios de la enseñanza del Cálculo infinitesimal en México: 1785-1867. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 1(2), 29-50.
- Muñoz, G. (2007). Matemática Educativa. Rediseño del Cálculo Integral escolar fundamentado en la predicción. En C. Dolores, G. Martínez, R. Farfán, C. Carrillo, I. López y C. Navarro (Eds.), *Algunos aspectos de la socioepistemología y la visualización en el aula* (pp. 27-77). México: Díaz de Santos.



- Palarea, M. y Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *SUMA*, 16, 91-98.
- Socas, M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas de la educación secundaria. En L. Rico (Coord.) *La educación matemática en la enseñanza secundaria*, pp. 125-154. ISBN 84-85840-65-8. Recuperado de <http://www.cumbia.ath.cx:591/pna/Archivos/SocasM97-2532.PDF>
- Tall, D. (1992). Students' Difficulties in Calculus. Proceedings of *Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus*, ICME 7, pp.13-28. Quebec, Canadá. Recuperado de <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf>
- Tall, D. (1993). *Cognitive Difficulties in Learning Analysis*. Recuperado de: <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1994h-analysis-talum.pdf>
- Trujillo, M., Guerrero, J. J. y Castro, N. (2007). Obstáculos cognitivos en el aprendizaje del concepto de función con la mediación de la calculadora graficadora. *Revista de investigación*, 7(2), 223-233. Colombia: Universidad La Salle. ISSN: 1657-6772.
- Waits, B. K. (1997). La fusión de calculadoras y computadoras: una mirada al futuro de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con apoyo de tecnología. Recuperado de <http://www.mat.uson.mx/calculadora/AWAITSJRJR.htm>
- Waldegg, G. (1996). Identificación de obstáculos didácticos en el estudio del infinito actual. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1(1), pp. 107-122. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/140/14000108.pdf>
- Wenzelburger, E. (1993). *Cálculo Diferencial: Una guía para maestros y alumnos*. México: Iberoamérica.
- Wenzelburger, E. (1994). *Cálculo Integral*. México: Iberoamérica.