



**Revista EDUCATECONCIENCIA.**  
**Volumen 17, No. 18.**  
**ISSN: 2007-6347**  
**Periodo: Enero-Marzo 2018**  
**Tepic, Nayarit. México**  
**Pp. 109 - 121**

**Recibido: 28 de febrero**  
**Aprobado: 26 de marzo**

**Geogebra móvil recurso didáctico en el aula**  
**Mobile Geogebra didactic resource in the classroom**

**Autores**

**Miguel Ángel López Santana**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
miguelal20002000@hotmail.com

**Ana Luis Estrada Esquivel**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
ana\_luisa\_684@hotmail.com

**Rosalva Enciso Arámbula**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
rosalvauan9@hotmail.com

**Marcial Heriberto Arroyo Avena**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
marcial@uan.edu.mx

## **Geogebra móvil recurso didáctico en el aula**

### **Mobile Geogebra didactic resource in the classroom**

#### **Autores**

**Miguel Ángel López Santana**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
miguelal20002000@hotmail.com

**Ana Luis Estrada Esquivel**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
ana\_luisa\_684@hotmail.com

**Rosalva Enciso Arámbula**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
rosalvauan9@hotmail.com

**Marcial Heriberto Arroyo Avena**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
marcial@uan.edu.mx

#### **Resumen**

En esta investigación se analiza el impacto de la aplicación de un recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje del tema límites y continuidad, de la asignatura de cálculo diferencial. El recurso didáctico se empleó como herramienta didáctica, junto con el uso de la aplicación gratuita GeoGebra para smartphone, en un grupo del primer semestre de Ciencias Básicas (CB) del Instituto Tecnológico de Tepic (ITT). El objetivo es mejorar la didáctica por parte del profesor y mejorar la meta-cognición por parte del alumno. Fue necesario de aplicar encuestas escala de Rensis Likert aplicadas a los grupos en estudio, y estas analizadas con el coeficiente de Cronbach. Los resultados de las evaluaciones permitieron valorar los niveles de aprobación que arrojó el recurso didáctico.

**Palabras Clave:** Límites y continuidad, Enseñanza-Aprendizaje, Recurso Didáctico, Meta-cognición del alumno, GeoGebra.

#### **Abstract**

This study analyzes the impact of the application of a didactic resource for teaching-learning of the topic limits and continuity, of the subject of differential calculus. The didactic resource was used as a didactic tool, along with the use of the free application GeoGebra for smartphone, in a group of the first semester of Basic Sciences (CB) of the

Technological Institute of Tepic (ITT). The objective is to improve the didactics by the teacher and improve meta-cognition on the part of the student. It was necessary to apply Likert scale surveys, applied to the groups under study, and analyzed with the Cronbach coefficient. The results of assessments allow to know the levels of approval that the teaching resource provided.

**Keywords:** Limits and Continuity, Teaching-Learning, Didactic Resource, Student Meta-Cognition, GeoGebra

## Introducción

La enseñanza-aprendizaje de los límites y continuidad han sido motivo de falta de interés y motivación en las aulas, hoy en día existe un nuevo paradigma de la educación hoy en día los docentes deben ser interdisciplinarios, es decir cambiar su forma de ver la clase. El límite como concepto es esencial en el pre-cálculo, debido a que su complejidad puede resultar ser fuente de dificultades en la enseñanza-aprendizaje; además se convierte en una herramienta para la solución de problemas hacia las matemáticas y a las ciencias aplicadas. En el modelo educativo tradicional el docente se enfoca “en la búsqueda de la comprensión y apropiación de significados relativo a elementos constitutivos” (Sierpinska, 1998), en los estudiantes, esto puede generar dudas, conocimientos incompletos, o concepciones erróneas. Por esto centrar la clase en “La definición de un concepto no garantiza la comprensión del concepto” (Tall y Vinner, 1981), esto puede presentarse debido a que el concepto está encapsulado en la complejidad.

Es por esto que el uso de herramientas virtuales como las TIC en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas puede ser una alternativa didáctica, como lo menciona Baeza de Oleza (1995) que “Dentro del marco de las nuevas posibilidades que ofrecen los recursos hipermediales junto con dos de sus características esenciales, la visualización y la interactividad, se desarrolla uno de los factores esenciales de la enseñanza: el aprendizaje”. Otro de los referentes de las TIC se manifiesta hacia el desarrollo de las competencias profesionales del perfil educativo, es la UNESCO, la cual menciona en estándares de competencias de TIC para docentes (2008), estas competencias pueden ayudar al desarrollo de las capacidades necesarias para llegar a ser:

- Competentes para utilizar TIC

- Buscadores, analizadores y evaluadores de la información.
- Solución a problemas y toma de decisiones.
- Usuarios creativos y eficaces de herramientas de productividad.
- Comunicadores, colaboradores, publicadores y productores.
- Ciudadanos informados, responsables y capaces de contribuir a la sociedad

### **Justificación**

Hoy en día el avance de la tecnología ha impactado a la humanidad, y en la enseñanza de las matemáticas no es la excepción. El diseño y uso de diversos tipos de software para las ciencias exactas, son una alternativa en los diferentes niveles educativos, para el nivel superior GeoGebra es una herramienta de mediación tecnológica que se seleccionó para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, del tema de límites y continuidad de funciones. En la actualidad hay estudios que nos enseñan que “el uso de recursos tecnológicos en el aula de clase permite la creación de ambientes de aprendizaje en el que los estudiantes pueden producir conocimiento matemático de una forma alternativa” (Villa-Ochoa, 2011; Ruiz, 2011; Ávila, 2012; Moreno, 2002). En un proceso de enseñanza-aprendizaje la función del docente para a ser un facilitador del conocimiento es decir acompaña, orienta, y anima a deducir conclusiones, por otra parte, el estudiante con el uso del GeoGebra tiene la posibilidad de explorar en forma autónoma los diversos ejercicios, y obtener una visión más amplia del tema en estudio. Como dice el autor Santos Trigo (2007), “este ciclo de visualizar, reconocer y argumentar son procesos fundamentales del quehacer de la disciplina que los estudiantes pueden practicar sistemáticamente con la ayuda de este tipo de herramientas” (p. 51).

Ahora los posibles obstáculos que enfrenta el éxito de las TIC específicamente en la educación Marquéz (2006) los menciona e identifica como:

- El ritmo de evolución de las TIC es muy rápido, y la capacidad de adaptación y reciclaje es insuficiente.
- Indefinición en los objetivos a conseguir a través de las inversiones en TIC.
- Contradicciones sobre la terminología, la formulación de los fundamentos teóricos sobre los que se apoyan estas tecnologías.

➤ Puntos de vista divergentes sobre el adecuado empleo de las TIC en educación.

Es claro que, con el nuevo enfoque por competencias, es el cambio en la metodología, estrategias y recursos didácticos, por lo tanto, los roles del docente y alumno han cambiado en favor de la enseñanza-aprendizaje, es evidente que los recursos TIC ayudan a conseguir los objetivos planteados en las secuencias didácticas. Según los estándares curriculares del National Council of Mathematics Teachers (2003) establecen que “La nueva tecnología no sólo ha hecho más fáciles los cálculos y la elaboración de gráficas, también ha cambiado la naturaleza misma de los problemas que interesan a la matemática y los métodos que usan los matemáticos para investigarlos” (1991; p. 8).

### Soporte Teórico

**¿Qué es GeoGebra?**, es una herramienta matemática que se puede descargar e instalar en un Smartphone de forma gratuita, además esta herramienta ayuda a mejorar las actividades de matemáticas, un ejemplo es la solución de ejercicios o problemas (<http://www.geogebra.org>). Algunas de las características que muestra la aplicación son: Construcción de gráficos, procesos algebraicos, procesos de cálculo, procesos estadísticos, animaciones, y la utilización, modificar y crear applets (componentes de una aplicación que se ejecuta en el contexto de otro programa como un explorador). Entonces esta aplicación matemática puede contribuir a que el alumno pueda realizar construcciones con o sin datos, dirigidas a la exploración dinámica de resolución o de investigación. Por otra parte, el docente puede crear materiales educativos adecuados a sus objetivos tanto estáticos o dinámicos.



Figura 1: GeoGebra para smartphone

La **escala de Rensis Likert** denominada “Escala ACTDIV”, fue propuesta en el año de 1932, y tiene como finalidad medir la actitud, centrándose en su intensidad, como lo mencionan Kerlinger y Howard (2002) en donde manifiestan que este tipo de escala es de puntuaciones sumadas, debido a que “se suman o se suman y se promedian” (p. 648). Estos autores nos muestran ciertas características para esta escala:

- La gran variedad de reactivos es considerada con “igual valor de actitud”.
- Se puede observar la actitud y su intensidad con claridad, además se puede tener varianza en las respuestas.
- Una desventaja es la tendencia de respuestas que pueden tender los encuestados.

Es cierto que los reactivos con esta escala son independientes, debido a que la respuesta dada en él no condiciona la respuesta en otro, según Kerlinger y Howard (2002). Por esto es importante elaborar el reactivo de una forma clara y evitar confusiones a la hora de leer e interpretar, por esto Hernández, Fernández, Baptista (2006) recomiendan que cada enunciado no exceda las 20 palabras y la persona encuestada debe proporcionar una respuesta; en caso de que seleccione dos o más opciones se debe considerar como un dato inválido. Para el diseño del instrumento con esta escala se siguen las recomendaciones de Thurstone (1970), el cual menciona:

- Hacer una primera edición de la escala y solicitarle a un grupo de personas que la apliquen.
- No debe ser muy larga para evitar la fatiga.
- No debe ofender o afectar las creencias de la persona.
- No condicionar de algún modo la intención de las respuestas.
- No utilizar enunciados con doble sentido pues pueden ser ambiguos.
- Eliminar todos aquellos ítems que no representan la variable actitud que se pretende medir.

El **coeficiente alfa de Cronbach**, permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan la dimensión teórica. La confiabilidad se refiere a la consistencia de los resultados. En el análisis de la confiabilidad se busca que los resultados de una encuesta concuerden con los resultados de la misma encuesta aplicadas en otra ocasión. Si esto ocurre se puede decir que hay un alto grado de

confiabilidad. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir. Y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de Cronbach. La medida de la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch & Comer, 1988). Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach > 0.9 es excelente, > 0.8 es bueno, > 0.7 es aceptable, > 0.6 es cuestionable, > 0.5 es pobre, < 0.5 es inaceptable.

Fórmula para el coeficiente alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_1^2}{\sum \sigma_x^2} \right)$$

k = número de ítems;  $(\sigma_i)^2$  = varianza de cada ítem;  $(\sigma_x)^2$  = varianza de la cuestionario total

## Metodología

Esta investigación se llevó a cabo con el método investigación acción, con el recurso didáctico y con el uso del software GeoGebra, implementado a un grupo de primer semestre. Este método de investigación ofrece la oportunidad de realizar varias tareas, las cuales permiten la interacción entre docente y alumno de una forma más cercana, la cual permiten el desarrollo del pensamiento matemático, debido a que la “Investigación acción significa planear, actuar, observar y reflexionar más cuidadosamente, más sistemáticamente y más rigurosamente, de lo que normalmente se hace en la vida cotidiana; y significa utilizar las relaciones entre distintos momentos del proceso (de investigación) como fuente, bien sea de mejorar la acción, o de conocimiento” (Kemmis, S. y McTaggart, R., 1992). Los resultados de la investigación son cuantitativos, debido a que se pueden medir y valorar su confiabilidad, como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista (2006) “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento...” (p. 5). También en esta investigación se arrojan resultados desde el punto de vista descriptivo, como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista (2006) explican que estos “pretenden medir o recoger

información de manera independiente (...) su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas” (p.102).

Para medir el nivel de impacto del recurso didáctico (ISBN-) elaborado y publicado por los cuerpos colegiados CAIME y CADCI, este recurso se implementa bajo el esquema de competencias profesionales, que va más allá de simplemente guiar por un contenido temático, sino que se consideran el desarrollo del plano cognoscitivo (saber conocer y saber hacer), afectivo (saber ser) y social (saber estar), esto debe ser dirigido a la educación mediante una estructura que puede ser la secuencia didáctica para el desempeño profesional (Gorodokin, 2005; Perrenoud, 2004).

El **tipo de muestra** para esta investigación es de tipo intencionada, debido a que son los grupos asignados a los investigadores y además permite ser de tipo cualitativo, en dónde el investigador hace la selección de forma no aleatoria a individuos con la característica de poseer una riqueza de información en torno a la investigación “La selección de los entrevistados se fundamenta en el conocimiento y aptitud de éstos para informar sobre un tema específico” (Anduiza et al., 1999). Entonces se conoce los límites que proporciona la muestra, respecto a la población total de estudio, de acuerdo a los estándares manejados por la investigación cuantitativa (Castro Nogueira, 2002). El recurso didáctico aplicó en un grupo de primer semestre de CB del ITT, este grupo está integrado por 35 estudiantes de cuatro programas de ingenierías, las cuáles son: 9 alumnos de Ingeniería Bioquímica (IB), 13 alumnos de Ingeniería Industrial (IE), 5 alumnos de Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE), 8 alumnos de Ingeniería en Mecatrónica (IM). El proceso didáctico fue desarrollado de la siguiente manera:

- Implementación del recurso didáctico a los grupos.
- Elaboración y aplicación de encuesta pertinente al tema.
- Validación de la encuesta con el coeficiente alfa de Cronbach.
- Elaboración y aplicación de instrumentos de evaluación del trabajo de equipo y conocimiento individual.
- Análisis de resultados y conclusiones.

Durante el desarrollo del tema límites y continuidad fue importante que el docente tome el rol de facilitador, es decir el docente es un “trabajador del conocimiento” (Marcelo,

2001). Es decir, el docente se centre más en ¿cómo el estudiante puede aprender mejor?, lo cual lo llevará a crear mejores ambientes de aprendizaje y con esto puede atender la organización y disposición de los contenidos del aprendizaje, con un seguimiento permanente de los estudiantes. El alumno durante el desarrollo del tema debe aprender a trabajar en equipo, debido que la dinámica grupal ayuda a fortalecer ese tipo de habilidades, en este sentido Barreiro (1993, p.1) afirma que "el trabajo grupal es un instrumento importante para mejorar las instituciones, para promover mejoras en la educación, en salud y en otros ámbitos afines, y para estimula el crecimiento personal". En la educación cada estrategia didáctica que represente una idea alternativa en la enseñanza-aprendizaje a la de conceptos abstractos, estas ideas pueden representan una oportunidad para que el estudiante de "cada situación de aprendizaje sirve como el punto de referencia para comprender las distintas situaciones que se dan a nivel individual, grupal, institucional o comunitario" (Chaves, 1998).

### **Objetivo**

Analizar el impacto de la aplicación GeoGebra para smartphome, en la enseñanza-aprendizaje del tema de límites y continuidad de funciones.

### **Hipótesis**

El uso de la estrategia didáctica con el uso de GeoGebra móvil, genera un impacto positivo, en la enseñanza-aprendizaje del tema de límites y continuidad de funciones.

### **Validez y Confiabilidad**

Una vez elaborada y aplicada la encuesta, en el grupo de primer semestre del CB del ITT, se analizó con el coeficiente alfa de Cronbach el cuál arrojó los siguientes resultados:

Items	a	b	c	d	Media	Varianza	Desviación	Suma
1	2	26	7	0	8.75	140.9167	11.8708	35
2	9	25	1	0	8.75	133.5833	11.5578	35
3	19	15	1	0	8.75	93.5833	9.6738	35
4	6	10	12	7	8.75	7.5833	2.7538	35
5	16	17	2	0	8.75	80.9167	8.9954	35
6	0	17	18	0	8.75	102.2500	10.1119	35
7	23	10	2	0	8.75	108.9167	10.4363	35
8	20	14	1	0	8.75	96.9167	9.8446	35
						764.6667	75.2445	
Media	11.8750	16.7500	5.5000	0.8750			5661.7312	
Varianza	76.9821	36.5000	40.8571	6.1250	160.4643			
Desviación	8.7739	6.0415	6.3920	2.4749	23.6823	560.8515		

Figura 2: Cálculo del coeficiente de Alfa Cronbach para la encuesta del grupo del ITT.

Los resultados que se muestran en la figura 2, sobre la encuesta para el coeficiente de Cronbach es de 0.8158 el cual se considera bueno (George y Mallery, 2003, p. 231). Los estudiantes en la pregunta libre manifiestan que se debería utilizar más herramientas de este tipo en el desarrollo de una clase, de tal manera que el estudiante pueda sentirse motivado y así poder superar sus miedos hacia las matemáticas. La encuesta aplicada en el grupo es la siguiente:

- 1.- ¿Entiendes que significa límites y continuidad en su forma conceptual (Definición)?...
  - a) Lo entiendo muy bien
  - b) Lo entiendo
  - c) Poco lo entiendo
  - d) No lo entiendo
  
- 2.- ¿Entiendes el concepto de límites y continuidad con la aplicación de Geogebra?...
  - a) Lo entiendo muy bien
  - b) Lo entiendo
  - c) Poco lo entiendo
  - d) No lo entiendo
  
- 3.- El uso de la aplicación de Geogebra, ¿Te ha ayudado a entender mejor los límites y continuidad?...
  - a) Me ha ayudado muy bien
  - b) Me ha ayudado
  - c) Poco me ha ayudado
  - d) No me ha ayudado
  
- 4.- En el bachillerato cuando se tocó el tema de límites, ¿Cuánto te quedó claro? ...
  - a) Me quedó muy claro
  - b) Me quedó claro
  - c) Poco me quedó claro
  - d) No me quedó claro

- 5.- En Geogebra puedes ver la gráfica de una discontinuidad, ¿Cómo te ha ayudado a comprender esto? ...
- a) Me ha ayudado mucho mejor a entender
  - b) Me ha ayudado a entender
  - c) Poco me ha ayudado a entender
  - d) No me ha ayudado a entender
- 6.- Con el Geogebra, ¿Puedes ver claramente el tipo de limite que es y su tendencia? ...
- a) No hay otra opción
  - b) Es la opción más viable
  - c) Es una alternativa
  - d) No es una alternativa
- 7.- La aplicación de Geogebra para estudio de futuros temas ¿Cuánto crees que te puede ayudar?...
- a) Me puede ayudar mucho
  - b) Me puede ayudar
  - c) Poco me puede ayudar
  - d) No me puede ayudar
- 8.- El uso de la aplicación de Geogebra ¿Cuánto te ha sido de utilidad? ...
- a) Me ha sido de mucha utilidad
  - b) Me ha sido útil
  - c) Poco me ha sido útil
  - d) No me ha sido útil
- 9.- ¿Qué crees que se puede hacer con Geogebra, en el estudio de otros temas?...
- 
- 

El proceso de evaluación hacia los grupos fue por competencias profesionales, en la cual se evalúan tres aspectos: El saber (examen escrito), El saber hacer (participación en equipos), y el saber ser y/o estar (desarrollo de habilidades). En la evaluación del tema límites y continuidad realizado al grupo de 35 estudiantes del CB del ITT, muestran que el 89% aprobaron y sólo el 11% no acredita. El recurso didáctico (ISBN-978-607-9488-52-9) nos indica que el nivel de aceptación es muy alto.

### Conclusiones

Es claro que los estudiantes manifiestan que el uso de estrategias didácticas como las aplicaciones matemáticas, pueden ser una llave importante para que el estudiante pueda

alcanzar la meta cognición. Este tipo de temas suelen ser muy abstractos en muchas situaciones, y que mejor que una herramienta disponible por la tecnología se convierte es uno de los recursos alternativos, que pueden ayudar a un estudiante a entender mejor un concepto, una ecuación, una gráfica, etc. Lo que sí es importante es que el docente no debe olvidar su razón de ser, es decir lograr transmitir el conocimiento de una forma eficiente hacia sus estudiantes.

## Referencias

- Anduiza Perea, E., I. Crespo y M. Méndez Lago (1999), Metodología de la ciencia política, Madrid, Cuadernos Metodológicos, 28.
- Ávila, P. (2012). Razonamiento covariacional a través de software dinámico. el caso de la variación lineal y cuadrática. Trabajo de Maestría no publicada. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Baeza de Oleza, L. (1995). Elaboración de hipertextuales, Reflexión sobre experiencias y retos. Palma de Mallorca, Belears, España.
- Barreiro, T. (1993). Trabajos en grupo. Buenos Aires: Editorial Kapeluz.
- Castro Nogueira, M.A. (2002). "La imagen de la investigación cualitativa en la investigación de mercados", Política y Sociedad, 39 (1).
- Chaves, L. (1998). Introducción a la obra de Enrique Pichón-Riviere. (Sin datos).
- George, D. y Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update (4.ª ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Gorodokin, I. (2009). La formación docente y su relación con la epistemología. Revista Iberoamericana de Educación, 37(5)
- Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. (2006). Metodología de la investigación (4ta ed.). México: Mc Graw Hill
- Kemmis, S. y. (1992). Como planificar La investigación-acción. Barcelona: Laertes.
- Kerlinger, Frederick y Howard, Lee. (2002). Investigación del comportamiento, Métodos de investigación en Ciencias Sociales (4ta ed.). México: Mc Graw Hill
- Marcelo, C., Mignorance, P. and Estebaranz, A. (2001). Networks as Professional Development: The Case of the Andalusian Network of Trainers. Paper presented at the Conference of the Society for information Technology and Teacher Education, Orlando, USA.

- Marquéz, P. (2006). Taller de comunicación con NTCl. Extraído en <http://www.ubv.lmi.es>
- Moreno, L. (2002). Evolución y Tecnología. En: Colombia-MEN, Incorporación de nuevas tecnologías en el currículo de la educación media en Colombia (pp. 67 - 80). Bogotá: MEN.
- National Council of Teachers of Mathematics (2003). Principios y estándares para la educación Matemática.SAEM Thales y National Council of Teachers of Mathematics, Sevilla, España
- Perrenoud, P. (2004) Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar (1ª ed.). Barcelona, España: Graó
- Ruiz, H, (2011) Génesis instrumental en el estudio de la elipse desde una perspectiva variacional: el caso de GeoGebra. Tesis de Maestría no publicada. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Santos Trigo, L. (2007) La educación Matemática, resolución de problemas, y el empleo de herramientas computacionales. XII Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Querétaro. México.
- Sierpinska, A (1987). Humanities students y epistemological obstacles related te limits. Educational Studies in Mathenatics 18, p 371-397.
- Sierpinska, A (1998). Three epistemologies, three views of classroom communication: Constructivism, sociocultural approachers, interactionism. Educational Studies in Mathenatics, p 30-62.
- Tall, D. y Vinner, S. (1981). Concept Image y Concept Definition in Mathematics with particular reference te Limits and Continuity. Educational Studies in Mathematics 12, p. 151-169.
- Thurstone, Louis. (1970). Attitudes can be measured. En G. Summers (Ed.), Attitude measurement (pp. 127-148). Chicago: RandMcNally&company.
- UNESCO (2008). Estándares de competencias en TIC para docentes. Extraído desde <http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>
- Villa, J. (2011). la comprensión de la tasa de variación para una aproximación al concepto de derivada. Un análisis de la teoría de Pirie y Kierem. Tesis Doctoral no publicada, Medellín: Universidad de Antioquia.
- Welch, S. y Comer, j. 1988). Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications. Editorial Books/Cole Publishing Co. ISBN 10:0534108881/ 13: 9780534108885. U.S.A.