

**Cómo citar este documento:**

Rincón, E., Cienfuegos, D. y Carrillo, O. (2015). Aprendizaje Gamificado en un curso de Cálculo para Ingeniería. *Memorias del II Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Disponible en <http://cie.mx/memorias/>

**Aprendizaje Activo y su efecto en las actitudes hacia las Matemáticas**

Elvira G. Rincón Flores, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, México

[elvira.rincon@itesm.mx](mailto:elvira.rincon@itesm.mx)

Dora Elia Cienfuegos Zurita, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, México

[dcienfue@itesm.mx](mailto:dcienfue@itesm.mx)

Olivia Carrillo Gamboa, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, México

[ocarrillo@itesm.mx](mailto:ocarrillo@itesm.mx)

**Línea temática (marcar con X):**  Tendencias educativas  Retos para la formación  Gestión de la innovación educativa  Innovación académica en salud

**Resumen**

Las experiencias vividas en un entorno escolar están relacionadas con las actitudes, un estudiante puede adquirir una actitud negativa hacia las Matemáticas a medida que sus fracasos escolares se repiten, provocándole una pérdida de confianza en sí mismo. La presente investigación desea comunicar los efectos en las actitudes de los estudiantes hacia las Matemáticas después de haber aplicado durante un semestre la estrategia didáctica del Aprendizaje Activo Basado en la Técnica de la Pregunta. El estudio se llevó a cabo durante un semestre en el curso de Cálculo Diferencial para Negocios y Ciencias Sociales en el cual asisten estudiantes que suelen tener una predisposición negativa hacia las Matemáticas, por lo que se consideró relevante estudiar si su actitud mejoraba ante la propuesta didáctica. Para medir el cambio en su actitud se aplicó un instrumento que mide cuatro dimensiones; afectividad, aplicabilidad, habilidad y ansiedad. La prueba se aplicó al inicio y al final del curso, participaron 257 alumnos de distintas carreras y 4 profesoras.

**Palabras clave:** Aprendizaje Activo, Actitudes Matemáticas.

**Introducción**

Las investigaciones actuales acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática enfatizan en la búsqueda de estrategias centradas en el aprendizaje en donde el alumno participe activamente en la adquisición de su conocimiento (Bonwell y Eison, 1991; Mayer, 2004; Margalef y Pareja, 2008; Schwartz y Pollishuke, 1998), por lo que es innegable la necesidad de redirigir la

enseñanza tradicional de las matemáticas hacia un modelo donde el alumno se convierta en el eje del proceso de enseñanza-aprendizaje (Veliz & Isaya, 2002). La presente investigación pretende comunicar las ventajas de una propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo y la técnica de la pregunta así como su impacto en las actitudes hacia las Matemáticas, para ello se aplicó un instrumento en dos momentos: antes y después de haber expuesto a los alumnos a la propuesta

didáctica. El test mide cuatro dimensiones: afectividad, aplicabilidad, ansiedad y habilidad. En el estudio participaron 4 profesoras y 257 estudiantes de diferentes carreras de las áreas de Ciencias Sociales, Administración y Negocios. Se aplicaron pruebas de normalidad y de validación que arrojaron que no hubo diferencia significativa entre las profesoras permitiendo comparar objetivamente los resultados entre el pre-test y post-test, y por dimensiones.

## 2.1 Marco teórico

### Aprendizaje Activo y la enseñanza del Cálculo

A partir de 1995 la institución educativa en la cual se llevó a cabo el estudio incursionó en un proceso de rediseño educativo en el que el alumno tiene un papel más activo en su proceso de aprendizaje. Antes de ese año, la enseñanza del Cálculo se desarrollaba de forma tradicional, el alumno de manera pasiva escuchaba las explicaciones del profesor y el contenido didáctico a enseñar tenía más inclinación hacia los procesos algorítmicos y algebraicos, es decir, había una fuerte tendencia hacia el aprendizaje de una Matemática descontextualizada e irreflexiva, tal y como sucedía en Francia en la época de los 80's cuando las dificultades más evidentes en el aprendizaje del cálculo eran las asociadas a la conceptualización y a la casi nula ruptura de los modelos de pensamientos puramente algebraicos (Artigue, 1995), lo que llevaba, en ese momento en Francia y antes de 1995 en México, a un aprendizaje poco significativo, memorístico y superficial. Después de 1995 ante el nuevo modelo educativo, la enseñanza del Cálculo comenzó a transformarse, el alumno ya tenía un rol más activo sin embargo,

los contenidos didácticos continuaban basándose en los libros de texto tradicionales que no facilitaban el rol al que se aspiraba que el alumno tuviera ni al desarrollo de las competencias matemáticas requeridas por el entorno. Gatica, Carranza, May y Cosci (2002) desarrollaron un estudio en la Universidad de San Luis en Argentina que consistió en analizar los libros de texto tradicionalmente utilizados en el nivel superior, motivadas por la preocupación de que los estudiantes solo eran capaces de resolver algorítmicamente las derivadas y las integrales pero sin lograr una comprensión satisfactoria de los conceptos y de sus aplicaciones. Las profesoras eligieron tres libros y dentro de los resultados se destaca la enseñanza lineal del contenido, es decir, sin transferencia, el uso de un solo registro para representar el concepto de función y la inclinación hacia los problemas de registro algebraico. Duval (2000) señala que el uso de diferentes registros en la enseñanza de las matemáticas es muy positivo para el aprendizaje de las mismas, particularmente, los registros numéricos, algebraicos y gráficos, Gatica et al (2002) lo confirman "no es posible representar toda la complejidad del concepto de función en un único registro" (p. 133). Artigue (1995) encontró que ciertamente el Cálculo es una materia donde gran parte de la actividad Matemática se basa en competencias algebraicas pero que es necesario hacer eventuales rupturas para acceder al análisis y comprensión de los conceptos.

Ante ese escenario surgió la iniciativa de desarrollar una propuesta didáctica que fuera congruente al nuevo modelo educativo, orientada hacia el aprendizaje activo y basada en la técnica de la pregunta, que sitúa al alumno en un ambiente de construcción y

reflexión, propuesta que se contempla también en el libro *Cálculo Diferencial* (Galván, Cienfuegos, Fabela, Rincón, Rodríguez, Romero y Elizondo, 2011). Gómez- Chacón (2000) afirma que para reducir los estados de ansiedad o temor, es necesario proporcionar a los estudiantes actividades constructivas y productivas, así como Ausubel (1976) lo ha proclamado por años: dotar al alumno de aprendizajes significativos. Por lo que es innegable la necesidad de redirigir la enseñanza tradicional de las matemáticas hacia un modelo donde el alumno se convierta en el núcleo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Veliz & Isaya, 2002). El desarrollo del constructivismo ha sido una pieza clave para situar al alumno en el papel de protagonista de su aprendizaje, Piaget (1986) aportó que para que hubiera un desarrollo cognitivo por parte del estudiante es necesario que construya su aprendizaje, mejor aún si se da en un entorno de interacción social. Para Hernández (2002) los piagetianos conceden un papel activo al estudiante en su proceso de aprendizaje, enfrentándolo a tareas auténticas y situadas en contextos significativos que faciliten la construcción del conocimiento, Ertmer y Newby (1993). Por ello, es de suma importancia que la enseñanza se mueva a entornos de aprendizaje activo en el que se involucre a los alumnos a hacer y a pensar en lo que están haciendo (Bonwell & Eison, 1991), de esta forma, el alumno estará involucrado en el proceso de aprendizaje y le será significativo, tal y como lo ha propuesto Ausubel (1981) destacando la importancia de un aprendizaje interactivo y no memorístico en beneficio de un aprendizaje significativo y duradero.

Margalef y Pareja (2008) realizaron un estudio a partir de tres escenarios distintos en donde se

aplicaron estrategias que promueven el aprendizaje activo y encontraron que aunque resulte complejo de aceptar, una práctica basada en un aprendizaje activo, autodirigido y reflexivo son opuestas a un modelo educativo tradicional, por su parte, Mayer (2009) sostiene que cuando se tienen métodos efectivos para promover el constructivismo en el aula se estimula la actividad cognitiva en el estudiante, un mayor enfoque en los contenidos curriculares y una mejor guía por parte del profesor, en el mismo tono De Guzman (2007) comenta que la guía del profesor sin aniquilar el descubrimiento es una tarea fundamental en la enseñanza de las Matemáticas. Huber (2008) propone a la reflexión como método general del aprendizaje activo ya que lo considera un medio de creación y orientación tanto en un entorno de aprendizaje individual como social ya que “exige que se identifiquen tanto hechos centrales como preguntas abiertas respecto al objeto de aprendizaje” (p. 72) . Lozano (2005) propone que si un profesor construye preguntas efectivas, entonces el estudiante podrá valorar que son una herramienta que favorece a su aprendizaje ya que se estimula su proceso metacognitivo y por ende el aprendizaje activo.

### **Las actitudes hacia las Matemáticas**

Antes de definir las actitudes en el proceso del aprendizaje de las Matemáticas, se hará una distinción entre las actitudes hacia las Matemáticas y las actitudes Matemáticas. Según Callejo (1994 citando en Gómez-Chacón, 2000) precisa que las actitudes hacia las matemáticas están relacionadas a la valoración, el aprecio y el interés por la disciplina mientras que las actitudes matemáticas tiene que ver con aspectos cognitivos relacionados con ciertas


capacidades como las analíticas, pensamiento crítico, flexibilidad de pensamiento entre otros. Para fines de esta investigación el enfoque se dirigirá hacia las actitudes de las Matemáticas. Guerrero y Blanco (2004) definen a la actitud como una predisposición permanente que se ha desarrollado a partir de sentimientos y convicciones que provocan un acercamiento o alejamiento del alumno con respecto a la Matemática. Bazán y Sotero (1998) definen la actitud hacia la matemática “*como el fenómeno que involucra sentimientos (componentes afectivo), creencias (componente cognitivo) y las tendencias de los alumnos a actuar de manera particular (componente comportamental)*” (p. 62). Gómez-Chacón (2000) precisa que una actitud es una predisposición evaluativa y que está formada de tres componentes: cognitiva, afectiva y de comportamiento.

Las experiencias vividas en un entorno escolar están relacionadas con las actitudes (Cardoso, 2012), por ejemplo, un estudiante puede adquirir una actitud negativa hacia las Matemáticas a medida que sus fracasos escolares se repiten, lo que provoca una pérdida de confianza en sí mismo (Blanco y Guerrero, 2002). Las creencias juegan un papel importante en la emotividad hacia las Matemáticas, las cuales tienen cierta correspondencia con las experiencias que los estudiantes han vivido en torno al aprendizaje de la materia, Gómez-Chacón (2000) las categoriza en: creencias acerca de la matemática, acerca de uno mismo, acerca de la enseñanza de la matemática y creencias acerca del contexto, es decir del lugar donde se da el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia. Por ejemplo una creencia predominante según Guerrero y Blanco (2004)

es aquella que sostiene la idea de que quienes son sobresalientes en el aprendizaje de las matemáticas son personas más preparadas y más inteligentes lo cual favorece la idea de que las Matemáticas son para pocos, lo que a la vez provoca baja autoestima convirtiendo la matematización y el trabajo matemático (Blum y Leiß, 2007) en un proceso angustioso. Sin duda este sistema de creencias se va reforzando a medida que los eventos experienciales negativos se van repitiendo a lo largo de la vida académica del alumno, en los que los niveles de ansiedad se incrementan cada vez que el estudiante se enfrenta a una nueva tarea matemática deteriorando así su autoestima y afección ante el aprendizaje de las matemáticas.

## 2.2 Descripción de la innovación

La estrategia didáctica consiste en que las temáticas se aborden promoviendo la participación activa de los estudiantes mediante la técnica de la pregunta y el aprendizaje colaborativo mediante la incorporación de actividades que motivan al estudiante no sólo a resolver problemas sino a reflexionar acerca del trabajo realizado y a interpretar los resultados obtenidos. Cada unidad temática contiene situaciones relacionadas a su área de estudios o entorno y se utilizan para construir o descubrir un concepto, ver figura 1.



**CONSTRUCCIÓN** La siguiente tabla de datos representa una población de conejos  $P$ , como una función del tiempo  $t$ .  
Analiza los datos para encontrar un patrón de comportamiento para esta función; para ello, reflexiona y contesta en las líneas lo que se pide.

$t$ (meses)	0	1	2	3	4	5
$P$ (número de conejos)	3	6	12	24	48	

¿La tabla dada corresponde a un modelo lineal? \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Cómo crece la población de conejos? \_\_\_\_\_

¿Qué población de conejos esperas que haya para el quinto mes? \_\_\_\_\_

¿Qué hiciste para obtener la cantidad anterior? \_\_\_\_\_

Figura 1. Ejemplo parcial de una actividad que involucra el aprendizaje activo basado en la técnica de la pregunta (Galván et al, 2011, p. 69)

El profesor es un facilitador del aprendizaje que promueve en el alumno la reflexión, análisis, modelación, toma de decisiones, búsqueda de información, la responsabilidad individual, uso de la tecnología, socialización del aprendizaje, entre otras, mediante las actividades previamente planificadas que pueden trabajarse en forma de plenaria o en grupos colaborativos. En la figura 1 se aprecia parcialmente una de las actividades didácticas basadas en la técnica de la pregunta, dicha actividad, continúa hasta la construcción del modelo matemático y de la gráfica de la función usando tecnología lo que permite que el estudiante enfoque su atención en relacionar lo numérico, lo algebraico y lo gráfico, aspecto importante en el aprendizaje de las Matemáticas (Duval, 2000), en un entorno de aprendizaje activo.

Una vez realizada la construcción de los conceptos, los alumnos trabajan colaborativamente en situaciones didácticas con la misma metodología antes descrita. Ver figura 2.

¡A TRABAJAR! Unidad 1

Utiliza la fórmula anterior para plantear una ecuación necesaria que para obtener la vida media del estroncio 90.

¡Reflexiona!  
¿En dónde se encuentra la variable que te pide?

¿Resuélvela!

La ecuación es: \_\_\_\_\_

Figura 2. Ejemplo de una situación didáctica que se trabaja una vez que se construyeron los contenidos. (Galván et al, 2011, p. 100)

### 2.3 Proceso de implementación de la innovación

En el 2012 se desarrolló una investigación en torno a los efectos de la estrategia didáctica en los índices de reprobación (Rincón, Cienfuegos, Galván y Fabela, 2014) dando como resultado que la incorporación de la estrategia *Aprendizaje Activo basado en la Técnica de la Pregunta* en los cursos de

Cálculo Diferencial (Matemáticas I), especialmente en las áreas de Administración, Negocios y Ciencias Sociales, ayuda a mejorar el promedio de calificaciones y a reducir el porcentaje de reprobados en forma estadísticamente significativa sin embargo dado que los alumnos de estas áreas tienen una predisposición negativa hacia las matemáticas, se consideró relevante estudiar si su actitud hacia esta disciplina (Gómez-Chacón, 2000) mejoraba después de aplicar la propuesta didáctica. Para medir el cambio en la actitud hacia las Matemáticas se aplicó el test de Bazán y Sotero (1997) el cual comprende cuatro dimensiones: afectividad, aplicabilidad, habilidad y ansiedad, que son medidas por una escala de Likert. La dimensión afectividad mide el nivel de agrado o desagrado por las matemáticas, la aplicabilidad mide la utilidad que el alumno cree que tienen las matemáticas en su futura actividad profesional, la habilidad mide la autoconfianza del estudiante de su habilidad con respecto a la materia y la ansiedad mide las reacciones comportamentales frente a las matemáticas. Los puntajes altos denotan mayor actitud negativa y los bajos denotan mayor actitud positiva. El estudio estuvo formado por tres momentos, en el primero se aplicó el test al inicio del curso, en el segundo se desarrolló el curso aplicando la propuesta didáctica antes descrita y en el tercero se volvió a aplicar el test, el objetivo fue el determinar si el aprendizaje activo basado en la técnica de la pregunta mejoraba las actitudes de los estudiantes hacia las Matemáticas.

### 2.4 Evaluación de resultados

Se hicieron pruebas de normalidad

Se analizaron los posibles cambios por dimensión, a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  se tuvieron los siguientes resultados:

No se encontró cambio estadísticamente significativo entre el pre y el post para las dimensiones Afectividad y Aplicabilidad con un p-valor de 0.177 y 0.586 respectivamente, ver figuras 3 y 4.

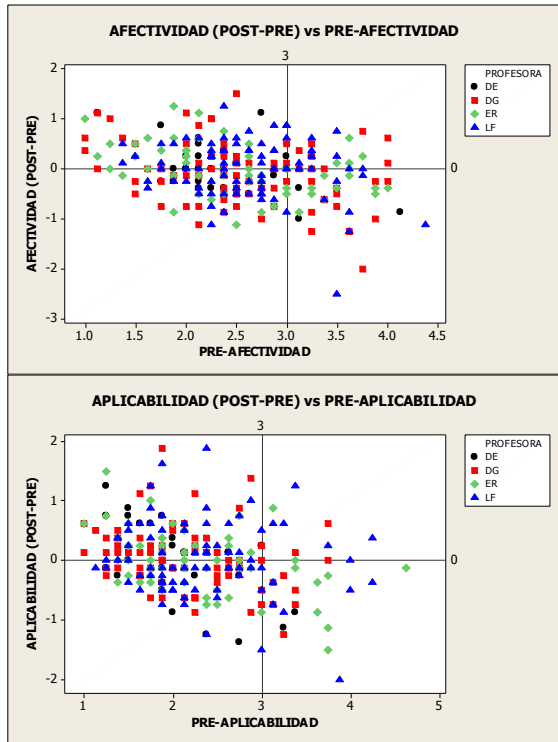


Figura 3. Cambios “post-pre” vs valor inicial en las dimensiones afectividad y aplicabilidad con cambios significativos ( $\alpha=0.05$ ).

En contraparte, se observó un cambio favorable estadísticamente significativo entre el pre y post para las dimensiones de Habilidad ( $p=0.017$ ) y para Ansiedad ( $p=0.02$ ).

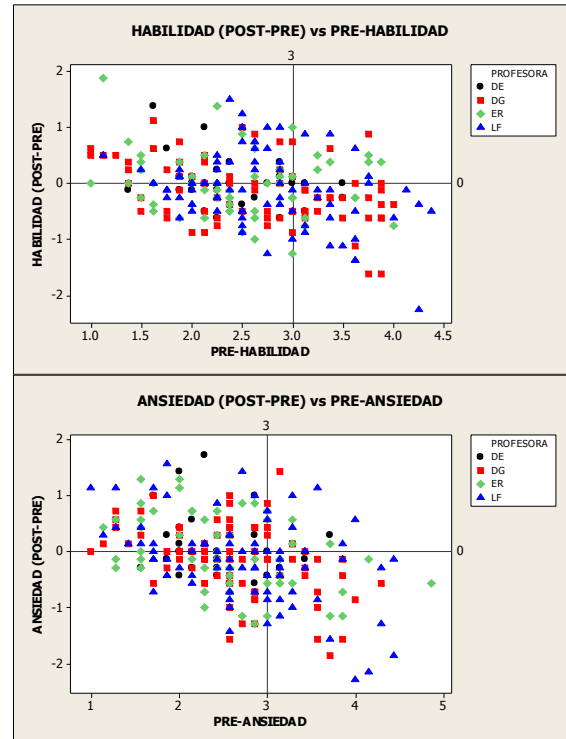


Figura 4. Cambios “post-pre” vs valor inicial en las dimensiones habilidad y ansiedad con cambios significativos ( $\alpha=0.05$ )

Los cambios observados no representaron diferencias significativas entre profesoras y se validaron los niveles similares de condición *pre* para cada dimensión entre profesoras.

### Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que la estrategia didáctica Aprendizaje Activo basado en la Técnica de la Pregunta favoreció a las dimensiones de Ansiedad y Habilidad lo cual, es un hallazgo muy alentador para el equipo investigador.

Las dimensiones Afectividad y Aplicabilidad, bajo el test utilizado, no muestran un cambio significativo. Esto puede deberse a que, aunque los alumnos se perciban menos ansiosos y más hábiles, no llegan a amar a las Matemáticas y no mejoran de forma importante su percepción de Aplicabilidad en su área de estudio.

Vale la pena reflexionar como grupo investigador: ¿Por qué el alumno no percibe

que las Matemáticas tienen aplicación en su futuro profesional? ¿Qué acciones didácticas deben emprenderse para favorecer esta dimensión? ¿Se reflejarán los mismos resultados con otros instrumentos de medición?

En cuanto al proceso de aprendizaje, se ha observado que el alumno tiene una presencia activa durante las clases en cuanto al hacer y al pensar a través de la construcción de su aprendizaje y a partir de situaciones relacionadas a su área de especialidad, lo que favorece a que su aprendizaje sea significativo, (Ausubel, 1981), lo que favorece una actitud más positiva hacia las Matemáticas.

## Referencias

- Bazán, J., y Sotero, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM [Versión electrónica], *Anales Científicos UNALM*, 36, 60-72.
- Bonwell, Ch. y Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. *The George Washington University. Education Reports*, ED340271.
- Blum, W. y Leiß, D. (2007). How do students' and teachers deal with modelling problems? In: Haines, C. et al. (Eds), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood, 222-231
- Cardoso, E. (2012). Evaluación sobre los perfiles de ingreso de los alumnos de los posgrados de administración: actitudes experiencias hacia las Matemáticas. [versión electrónica]. *Revista de currículum y formación del profesorado*. (16), 361-377.
- De Guzmán. (2007). Enseñanza de las Ciencias y Matemática [Versión electrónica] *Revista Iberoamericana de Educación*. (43), 19-58.
- Duval, R. (2000). Basic Issues for Research in Mathematics Education. ERIC Document Reproduction Service: No. 452031.
- Ertmer, P., & Newby, T. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*. 6 (4): 50-72
- Galvan, D., Cienfuegos, D., Romero, J., Fabela, M., Rincón, E., Elizondo, I. y Rodríguez, A. (2011). *Cálculo Diferencial, un enfoque constructivista*. Distrito Federal, México: Editorial Cengage Learning.
- Gatica, N., Carranza, M., May, G. & Cosci, A. (2002). El concepto de función en los libros de texto universitarios. [Versión electrónica]. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. (15), 132-137.
- Hernández G. (2002). *Paradigmas en psicología de la educación*. Distrito Federal México: Editorial Paidós.
- Huber, G.L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. [Versión electrónica]. *Revista de Educación*. (Número extraordinario), 59-81.
- Gomez Chacón, I. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea
- Guerrero, E. y Blanco, I. (2004). Diseño de un programa psicopedagógico para la intervención en los trastornos emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. [Versión electrónica]. *Revista Iberoamericana de Educación*. (33), 1-14.
- Margalef, L. y Pareja, N. (2008). Un camino sin retorno: estrategias metodológicas de aprendizaje activo. [Versión electrónica]. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. (22, 3), 47-62.
- Mayer, R. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? [Versión electrónica] *American Psychologist*. (59), 14-19.
- Lozano, A. (2005). El éxito en la enseñanza, aspectos didácticos de las facetas del profesor. Distrito Federal, México: Editorial Trillas.
- Rincón, E., Cienfuegos, D., Galván, D. y Fabela, L. (2014). El aprendizaje activo como estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo. [Versión electrónica]. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. (27), 499-506.
- Schwartz, S. & Pollishuke, M. (1998). Aprendizaje activo. Una organización de la clase centrada en el alumno. España: Narcea, S.A. De Ediciones.
- Veliz, M. & Isaya, I. (2002). La autorregulación: un recurso metacognitivo en el aprendizaje del cálculo. [Versión electrónica]. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. (15), 675-680