

UNIVERSIDAD DE GRANADA



Facultad de Ciencias de la Educación
Departamento de Didáctica de la Matemática

**NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
DEL CÁLCULO: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DE LA
CUESTIÓN**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TUTELADA

Rubí Concepción López Sánchez

Granada, 2008

UNIVERSIDAD DE GRANADA



Facultad de Ciencias de la Educación
Departamento de Didáctica de la Matemática

**NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
DEL CÁLCULO: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DE LA
CUESTIÓN**

Trabajo de investigación tutelada que presenta

Rubí Concepción López Sánchez

dirigido por el

Dr. D. Enrique Castro Martínez

Granada, 2008

“Vale más saber alguna cosa de todo, que saberlo todo de una sola cosa”
Blaise Pascal (1623-1662). Científico, filósofo y escritor francés.

A mis Rafaeles

A mis padres

Agradecimientos

Al Dr. D. Enrique Castro Martínez por su dirección y ayuda para la elaboración de este trabajo.

A todos y cada uno de mis profesores del Máster por sus valiosas enseñanzas.

A Rafael por su amor y paciencia.

A mi hijo por su cariño.

A mis padres por darme la vida.

A familiares y amigos que desde lejos siempre me han apoyado en el cumplimiento del principio de un sueño.

A la Universidad Autónoma de Yucatán por que ha hecho posible mi estancia en la Universidad de Granada.

A todos mis compañeros del Máster.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Importancia del uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo.....	3
1.2 El problema de investigación.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.3.3 Justificación.....	5
2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA.....	6
2.1 Recomendaciones de organismos internacionales.....	6
2.2 Las tecnologías electrónicas en la didáctica de la matemática.....	7
2.3 Tecnología y representaciones en la enseñanza del Cálculo.....	8
2.4 La didáctica del cálculo y la tecnología.....	10
2.5 Marco conceptual.....	13
2.5.1 Sistemas algebraicos computarizados.....	13
2.5.2 Interactividad.....	15
2.5.3 Software dinámico.....	15
3. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Requisitos de la muestra.....	17
3.2 Instrumento de recogida de datos.....	17
3.2.1 Diseño de la ficha bibliográfica.....	17
3.2.2 Ficha Bibliográfica.....	18
3.3 Procedimiento.....	21
3.3.1 Revisión de la literatura general.....	21
3.3.2 Revisión de la literatura específica.....	21
4. BASE DE DATOS.....	26
4.1 Diseño de la base de datos.....	26
4.2 Ejemplos de consulta.....	29
5. ANÁLISIS DE DATOS.....	32
5.1 Técnicas de análisis.....	32
5.2 Análisis de fichas bibliográficas.....	32
5.2.1 Análisis de descriptores.....	32
5.2.2 Artículos por país y por año.....	35
5.2.3 Otros análisis.....	36
5.3 Enfoques metodológicos.....	39
5.4 Análisis cualitativo de fichas bibliográficas.....	40
6. CONCLUSIONES.....	48
6.1 Conclusiones en base a los objetivos.....	49

6.2	Conclusiones metodológicas.....	51
6.3	Limitaciones del trabajo.....	51
6.4	Perspectivas de ampliación.....	52
REFERENCIAS.....		53
ANEXOS.....		58
Anexo A:	Referencias fichas bibliográficas.....	59
Anexo B:	Fichas Bibliográficas.....	61
Anexo C:	Ejemplo de Informe de Artículos.....	96
Anexo D:	Ficha de Cálculo Multivariable.....	98
Anexo E:	Artículos de IJRTME.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Datos generales de la ficha.....	19
Tabla 2:	Número de artículos por revista.....	25
Tabla 3:	Relación de artículos por revista y por año.....	30
Tabla 4:	Relación de investigaciones en USA por año.....	31
Tabla 5:	Consulta general de artículos.....	31
Tabla 6:	Descriptores iniciales.....	33
Tabla 7:	Normalización de descriptores.....	34
Tabla 8:	Descriptores normalizados.....	35
Tabla 9:	Número de artículos por año y por país.....	36
Tabla 10:	Consulta por diseño de investigación.....	36
Tabla 11:	Relación de palabras clave.....	37
Tabla 12:	Relación de instrumentos.....	38
Tabla 13:	Enfoques metodológicos.....	39
Tabla 14:	Enfoque Kendal (2001).....	40
Tabla 15:	Perspectivas Área (2005).....	42
Tabla 16:	Líneas de investigación.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Esquema de diseño del instrumento.....	18
Figura 2:	Modelo del Instrumento.....	18
Figura 3:	Tabla ARTICULOS.....	27
Figura 4:	Tabla AUTORES.....	28
Figura 5:	Tabla REVISTAS.....	29
Figura 6:	Tabla DESCRIPTORES.....	29

INTRODUCCIÓN

Analizar artículos de investigación con respecto a un dominio es importante para conocer lo que se ha hecho hasta ahora con respecto a este dominio y para conocer ¿cómo podríamos enfocar nuestras futuras investigaciones? y ¿cuáles son las tendencias de dichas investigaciones? Por otro lado, como profesor de Cálculo siempre he tenido la inquietud de buscar y tratar de encontrar estrategias de aprendizaje que motiven a los alumnos a ser autodidactas en esta área de las Matemáticas. Las nuevas tecnologías desempeñan un papel primordial en la búsqueda de métodos donde los alumnos vayan construyendo su propio conocimiento y considero que este trabajo representa un primer paso para el diseño y aplicación de dichos métodos en la didáctica del cálculo.

Realizar un estudio sobre el estado de la cuestión ayuda a la valoración del trabajo realizado y permite apreciar, con una mayor claridad las principales aportaciones sobre un campo de investigación específico, así como también a la toma de decisiones para desarrollar métodos que redunden en beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo que involucren el uso de nuevas tecnologías.

En el primer apartado de este trabajo se señala la importancia del uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo, así como las preguntas de investigación que surgen como consecuencia del desarrollo de las investigaciones correspondientes a esta temática. Se plantean también, el objetivo general y los objetivos específicos y se concluye con la justificación del estudio.

En el segundo apartado se establece un marco teórico de referencia, donde se inicia con antecedentes históricos de las investigaciones realizadas sobre la temática en cuestión. Se establecen también recomendaciones de organismos internacionales y se finaliza con las sugerencias de reforma al currículum de Cálculo propuesta por investigadores tales como Ferrini y Geuther (1991). En otro rubro de este apartado se hace una definición de conceptos necesarios para el desarrollo de este estudio, relacionándolos con el uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo, encontradas en los artículos de investigación analizados.

El uso de la tecnología también puede ayudar a lograr el propósito de almacenar información de forma organizada para consultas y análisis posteriores y es por eso que

decidimos utilizar un manejador electrónico de base de datos para guardar electrónicamente los datos de nuestro estudio. En este apartado se hace una breve descripción correspondiente al diseño de la base de datos, así como también se presentan ejemplos de consulta e informe generados mediante el manejador seleccionado.

El siguiente apartado describe la metodología empleada para la recolección de datos de las fichas bibliográficas de los artículos, iniciando con el diseño de la ficha bibliográfica, estableciendo los parámetros de clasificación de artículos e indicando los recursos utilizados para la consulta de las revistas y la búsqueda de los artículos de investigación que representaron la muestra de este trabajo.

El apartado correspondiente al análisis de datos se refiere a los indicadores de frecuencia de varios aspectos de los artículos de investigación, así como a un análisis cualitativo en función de tres enfoques propuestos, que se consideraron relevantes para el objetivo de nuestro estudio.

Por último, en función de los datos analizados se señalan las conclusiones con respecto a todos y cada uno de los objetivos planteados, las limitaciones del trabajo y las perspectivas de futuras investigaciones que sugiere este estudio. Se establece también una interpretación de resultados, donde se intenta predecir o inferir las tendencias de investigación con respecto a la temática y las sugerencias, que a nuestro punto de vista son las más convenientes para el diseño y aplicación de métodos innovativos para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Importancia del uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo

La enseñanza y el aprendizaje del Cálculo siempre ha sido una de las preocupaciones de los profesores de matemáticas que impartimos esta asignatura y por consiguiente buscar nuevos métodos y estrategias de aprendizaje es menester de todos los días. En esta era de despunte tecnológico, las nuevas tecnologías no pueden permanecer al margen en la búsqueda de nuevas formas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y en particular del Cálculo.

Los artículos que sirvieron de marco para este estudio comprueban que actualmente el proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Cálculo no es ajeno a los beneficios que traen consigo el diseño y aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje con el uso de nuevas tecnologías. David Tall et. al (2001) comentan que de todas las áreas de Matemáticas, el área de Cálculo es la que ha recibido el mayor interés e inversión en el uso de la tecnología. El uso de nuevas tecnologías demuestra la posibilidad de fundamentar los conceptos de derivada e integral o facilitarlos. Lo anterior a través de varios “ambientes” tales como el numérico, el gráfico y el simbólico, hasta llegar de manera progresiva a la conceptualización de una definición abstracta, pasando por actividades que permitan la exploración y prueba de conjeturas con el uso de estos conceptos.

1.2 El problema de investigación

En este trabajo se pretende realizar un análisis de la mayor parte de los trabajos de investigación sobre el uso de la tecnología en la enseñanza del Cálculo que se han llevado a cabo en los últimos años a partir del año 2000 al 2007, publicados en revistas de investigación relacionadas con la Educación Matemática. Cabe señalar que serán tomados en cuenta en la revisión aquellos trabajos de 2008 que ya hayan sido publicados. Entonces surgen las preguntas:

- ¿Qué investigaciones se han realizado sobre la didáctica del Cálculo utilizando nuevas tecnologías?

- ¿Hacia dónde se dirigen dichas investigaciones, es decir, cuáles son las tendencias de desarrollo?
- ¿Cuáles son los temas específicos de Cálculo que más se han abordado a través de esas investigaciones?
- ¿Qué tipos de software se han utilizado para mejorar la enseñanza del Cálculo?
- ¿El uso de la tecnología mejora la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo?

1.3 Objetivos de la investigación

En función de las preguntas anteriormente mencionadas se plantean los siguientes objetivos.

1.3.1 Objetivo general

Realizar una aproximación al estado de la cuestión sobre el uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo, mediante la búsqueda, revisión y análisis de los artículos de investigación publicados en revistas representativas relacionadas con la educación matemática.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Estudiar la producción de investigaciones relacionadas con el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo con el uso de ordenadores y calculadoras gráficas a partir de 2000; así como también, aquellas investigaciones correspondientes a la didáctica de conceptos de pre-cálculo si se consideran relevantes para cumplir con el objetivo de este trabajo.
2. Diseñar un instrumento de recogida de datos (ficha bibliográfica) de los artículos de investigación que incluirá los datos generales del artículo, así como los datos específicos de la investigación.
3. Analizar dichas investigaciones, extractando los datos necesarios para rellenar la ficha bibliográfica diseñada para tal efecto.
4. Diseñar una base de datos que permita almacenar electrónicamente los datos registrados en las fichas bibliográficas y facilitar su análisis.
5. Analizar las fichas bibliográficas cuantitativamente y cualitativamente con el propósito de determinar las tendencias de las investigaciones de la muestra.

1.3.3 Justificación

Antes de centrarse en la tarea de diseñar un método para el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo con la ayuda del ordenador es fundamental realizar un análisis de los artículos de investigación que sobre el tema se han desarrollado en los últimos tiempos, con el propósito de que sirva de referencia para la toma de decisiones con respecto a tipo de software y metodología adecuada.

2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

2.1 Recomendaciones de organismos internacionales

Actualmente vivimos en un mundo donde los términos de educación y tecnología se encuentran estrechamente vinculados, así lo indican organismos internacionales como la UNESCO, organismo que entre sus principales políticas en el ámbito de la educación superior, incluye entre otras, la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Schwartzman, 2001). También lo están los términos educación matemática y tecnología, como lo señala el sexto principio de la NCTM donde se argumenta que la tecnología es esencial en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, debido a que este medio puede influenciar positivamente en la matemática que se enseña y, a su vez, incrementar el aprendizaje de los estudiantes, para desarrollar un entendimiento más profundo de las matemáticas, siempre y cuando se haga un uso apropiado de la tecnología (www.nctm.org). Hoy en día se utilizan diversas herramientas computacionales para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas; desde una herramienta “simple” como una hoja de cálculo, hasta una herramienta un poco más complicada como lo sería un software matemático. Sin embargo, no hay que perder de vista lo que señalan Sutherland y Balacheff (1999), quienes remarcan que hay que integrar diferentes medios de aprendizajes (papel, lápiz, tecnología) en lugar de favorecer demasiado a alguno.

Por otra parte, el pensamiento visual puede ofrecer una alternativa y un recurso poderoso en el aprendizaje de las matemáticas (Lavy, 2007). Kosslyn (1983) argumenta que uno de los principales componentes del procesamiento de imágenes involucra la representación. La representación de problemas ha sido vista como un importante estado del proceso de solución de problemas (Mayer, 1992). Dentro de los estados iniciales del proceso de solución de problemas resulta beneficioso representar el problema dentro de una manera visual (Lowri y Hill, 1996). Uno de los posibles caminos para visualizar un problema es mediante el uso de ambientes computarizados, debido a que cuando un problema se visualiza en un ambiente interactivo computarizado, la interactividad permite continuidad en el proceso de pensamiento con respecto al problema desde que el momento en que el estudiante obtiene una retroalimentación inmediata a su operación (Lavy, 2007).

En nuestro planteamiento inicial, consideramos que aplicar conceptos de cálculo en la resolución de problemas y apoyarse de recursos tecnológicos para tal efecto y para el uso de diversas formas de representación, ayuda y motiva al estudiante a la comprensión de los mismos. Lo anterior está fuertemente vinculado a dos de los estándares de procesos de la NCTM relacionados con la resolución de problemas y las representaciones. Con respecto al primero la NCTM señala que la resolución de problemas no es sólo un objetivo del aprendizaje de las matemáticas, sino también una de las principales maneras de hacer matemática y que ésta es una parte integral de las matemáticas, no una pieza aislada del programa de matemáticas. Con respecto al estándar de las representaciones, se enfatiza que las ideas matemáticas pueden ser representadas en formas variadas: imágenes, materiales concretos, tablas, gráficos, números y letras, hojas de cálculo, y muchas otras más y que las formas en las cuales se representan las ideas matemáticas son fundamentales para determinar cómo las personas comprenden y utilizan esas ideas (www.nctm.org). En ambos casos, el recurso de la visualización en ambientes computacionales representa un recurso interactivo que permite el logro de un aprendizaje efectivo y eficiente en los estudiantes, como se comenta en Lavy (2007).

2.2 Las tecnologías electrónicas en la didáctica de la matemática

Las tecnologías electrónicas, tales como calculadoras y ordenadores, son herramientas esenciales para enseñar, aprender y “hacer” matemáticas. Los estudiantes pueden aprender más matemáticas y en mayor profundidad con el uso apropiado de la tecnología (Boears.van Oosterum, 1990; Dunham y Dick, 1994; Groves 1994; Rojano 1996; Sheets, 1993). Los recursos tecnológicos en general y los softwares matemáticos en particular juegan un rol importante en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, especialmente en el trabajo de aquellos aspectos menos tratados normalmente, así como aquellos que requieren manipulación de modelos, objetos e instrumentos como, por ejemplo, los aspectos geométricos. La tecnología informática ofrece a los profesores del área matemática la posibilidad de producir valiosos y significativos cambios en la forma en que estos enseñan y en que los estudiantes aprenden (Silva y Villarreal, 2004). El uso de computadoras y tecnología ha modificado los contenidos del currículo matemático, en particular la forma en que se ha enseñado el cálculo ha sufrido cambios importantes. Además es importante distinguir, que no necesariamente signifique que los

contenidos y conceptos desaparezcan, sino más bien los métodos y recursos utilizados serán los que hagan la diferencia y, donde las habilidades mentales cobran mayor importancia (Goldenberg, 2000; Waits, 2003).

Todas las Matemáticas son importantes en nuestra educación, pero como comenta Young (1986): “Cálculo es nuestro curso más importante ... El futuro de esta asignatura depende de cómo mejorarlo”, citado por Ferrini (1991). Cálculo representa una de las asignaturas integradoras de varias áreas básicas de las matemáticas; así como también es uno de los peldaños importantes para las asignaturas de ciencias básicas en varias carreras universitarias.

La Fundación Nacional de Ciencia (Washington, DC, 1988) creó un número de proyectos que están intentando “explorar oportunidades para revitalizar la instrucción en Cálculo” (p. 2). El énfasis de estos proyectos incluyen: consideraciones matemáticas, posibilidades tecnológicas y en algunos casos creencias o resultados acerca del aprendizaje de los estudiantes. Gran parte de estos proyectos están basados principalmente sobre la disponibilidad de hardware y software que permite nuevas posibilidades para la enseñanza del Cálculo. Específicamente la tecnología está propuesta para ayudar a los estudiantes en las manipulaciones algebraicas, reduciendo el tiempo empleado en el cálculo, apoyando el aprendizaje de las ideas fundamentales y permitiendo la exploración de conceptos (Ferrini y Graham, 1991).

2.3 Tecnología y representaciones en la enseñanza del Cálculo

Como destaca Blázquez y Ortega (2001), una de las preocupaciones de los investigadores en Didáctica de la Matemática se centra en averiguar cómo se produce el conocimiento de los alumnos y una vez que el investigador establece lo que entiende por conocimiento, inevitablemente, éste estará vinculado a las representaciones de los conceptos, ideas o relaciones. Para Castro y Castro (1997), dominar un concepto matemático consiste en conocer sus principales representaciones y el significado de cada una de ellas, así como operar con las reglas internas de cada sistema y en convertir o traducir unas representaciones en otras, detectando qué sistema es más ventajoso para trabajar con determinadas propiedades. Por otro lado, Brady (2006) comenta que los profesores de Cálculo se refieren a menudo a un concepto llamado “la regla de tres”. Esta describe sutilmente caminos diferentes por matemáticos diferentes, pero

esencialmente consiste en la habilidad de mirar un problema de cálculo, numéricamente, analíticamente y gráficamente. Algunos modelos adicionan una cuarta regla a las ya enumeradas con anterioridad, integrando la habilidad de representar la situación verbalmente, como lo mencionan Castro y Castro (1997) que identifican cuatro sistemas de representación: verbal, tabular (numérica), gráfica (visual) y algebraica (simbólica y formal). Tall (1996) propone tres sistemas para trabajar con conceptos de cálculo, relacionados directamente con la utilización de los ordenadores como herramienta didáctica: sistema de representaciones interactivas, sistema de representaciones numéricas, simbólicas y visuales, y sistema de representaciones formales; señalando que es en estas últimas representaciones donde se produce el análisis conceptual más intenso.

En Cálculo, la representación gráfica o visual juega un papel de suma importancia en la comprensión de conceptos y es ahí donde el uso de la nuevas tecnologías en la enseñanza de dicha asignatura se percibe en primera instancia como una herramienta poderosa, debido a que con el uso de otros recursos materiales resulta muy complicado, por un lado representar con lujo de detalle el comportamiento de funciones y por el otro, representar objetos matemáticos de tres dimensiones.

Por otra parte, en Ortiz, Rico y Castro (2008) se menciona que el análisis curricular parte de una estructura teórica fundamentada en las cuatro dimensiones siguientes: conceptual, cognitiva, formativa y social y que dicha teoría considera que el conocimiento didáctico de los temas matemáticos debe fundamentarse en los sistemas de representación, la modelización, los errores y dificultades, la fenomenología, la historia de las matemáticas y los materiales y recursos. En este apartado, se habla entre otros elementos, de la importancia de los sistemas de representación y de los materiales y recursos; y es a nuestro modo de ver donde el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza del cálculo tiene sentido dentro del contexto del diseño de metodologías innovativas de enseñanza que repercutan en un aprendizaje efectivo en nuestros alumnos.

El desarrollo de la tecnología y la capacidad de graficación de las computadoras y calculadoras impulsó el estudio del rol que juegan las diferentes representaciones de un concepto matemático en su construcción. Sabemos que las representaciones de un concepto matemático, solo representan una parte del mismo, por lo tanto, el tratamiento

de las diferentes representaciones del concepto es lo que nos permitirá su construcción (Hitt, 2003). La inclusión de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, permite visualizar de manera efectiva y eficiente las representaciones: gráfica, numérica y simbólica de un gran número de conceptos matemáticos. Sobre la construcción de los conceptos matemáticos Duval (1998) establece que, dado que cada representación es parcial con respecto al concepto que representa, debemos considerar como absolutamente necesaria la interacción entre diferentes representaciones del objeto matemático para su formación, debido a que no basta trabajar las actividades dentro de un solo sistema de representación, sino también realizar las tareas de conversión de una representación a otra. Tall (1996) enfatiza la necesidad de que los estudiantes puedan moverse flexiblemente de una representación a otra y el uso de recursos tecnológicos contribuye a un mejor logro de este objetivo.

La tecnología es vista como una poderosa herramienta para las representaciones porque apoyan la comunicación y el razonamiento, además de que ha logrado que la participación humana ya no sea requerida para la ejecución de un proceso de cálculo numérico o simbólico. Existen muchas investigaciones que nos muestran de manera contundente que los estudiantes de diferentes niveles educativos tienen una gran resistencia a utilizar diferentes representaciones que podrían ayudarlos tanto en la construcción de conocimiento matemático como en la resolución de problemas (Hitt, 2003), y es sabido por todos que una de las aplicaciones del cálculo es la resolución de problemas. Los artículos que sirvieron de marco para este estudio comprueban que actualmente el proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Cálculo no es ajeno a los beneficios que traen consigo el diseño y aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje con el uso de nuevas tecnologías, y como afirma Zimmermann (1991): *“Conceptualmente, el papel del pensamiento visual es tan fundamental para el aprendizaje del cálculo que es difícil imaginar un curso exitoso de cálculo que no enfatice los elementos visuales del tema”* (p. 136).

2.4 La didáctica del cálculo y la tecnología

La enseñanza y el aprendizaje del cálculo ha sido objeto de mucho debate e investigación durante la década pasada y, más o menos, todavía es considerado un componente sumamente importante del currículum de matemáticas de la enseñanza superior después de la secundaria (Berry y Nyman, 2003). Hughes- Hallett et al (1994)

escribieron: *“Cálculo es uno de los logros más grandiosos del intelecto humano. Inspirados por problemas en astronomía, Newton y Leibniz desarrollaron ideas de cálculo desde hace 300 años. Desde entonces, cada siglo se ha demostrado el poder de cálculo para iluminar preguntas en matemáticas, en las ciencias físicas, en ingeniería y, en las ciencias sociales y biológicas. Cálculo ha sido tan exitoso debido a su extraordinario poder de reducir problemas complicados a simples reglas y procedimientos – sin pérdida de vista de las matemáticas y de su valor práctico”* (p. VII).

Los profesores de cálculo compartimos lo anterior y es por eso que siempre hay que estar a la búsqueda de estrategias de enseñanza que motiven al alumno a profundizar su conocimiento, pues como dice Berry y Nyman (2003), la asignatura de cálculo requiere de una considerable profundidad de conocimientos teóricos y prácticos sobre los cuales construir sus ideas fundamentales y uno de los roles de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es apoyar el esfuerzo de los estudiantes en hacer conexiones entre nuevos conceptos y su conocimiento existente.

Uno de los objetivos de la reforma de la educación en cálculo ha sido la habilidad de identificar y representar el mismo concepto en diferentes representaciones: numérica, gráfica y algebraica. Con la disponibilidad de la tecnología (calculadoras gráficas, equipo de registro de datos, ordenador, sistemas algebraicos computacionales), existe la oportunidad para liberar a los estudiantes de la monotonía de la manipulación algebraica y el cálculo numérico y de apoyar el aprendizaje de las ideas fundamentales (Berry y Nyman, 2003), así como también, de que los estudiantes visualicen las diferentes representaciones mediante los CAS a través de las calculadoras gráficas, o bien, más fácilmente a través de los ordenadores.

Diseñar un curso de cálculo con la ayuda de la tecnología requiere de un esfuerzo mucho mayor por parte de los profesores, sin embargo, obtener resultados satisfactorios es la mayor recompensa que se puede recibir. Hughes-Hallett et al. (1994) enfatizan que el objetivo es producir un curso en el que los tres puntos de vista de la “regla de tres” (representaciones gráficas, numéricas y analíticas) estén equilibrados y donde los estudiantes puedan ver una gran idea desde varios ángulos. Otros autores han extendido esa “regla de tres” incluyendo representación basada en acciones (viso-espacial) y formal (Tall, 1996), representación animada (Bowers, 1999; Leinbach, 1997),

representación de datos reales (Kaput, 1998), donde los estudiantes experimentan situaciones reales y fenómenos y encajan su uso de funciones en datos reales y representaciones verbales (Kennedy, 2000). Lo cierto es que tanto en los tres tipos de representación básica como en las representaciones extendidas, el uso de recursos tecnológicos es de una gran ayuda para el aprendizaje del alumno.

Durante los últimos veinte años, una gran literatura ha emergido, exponiendo el potencial del CAS para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de funciones y de cálculo. En general, demandan que un CAS podría ser una herramienta útil para ayudar a los estudiantes en su entendimiento de conceptos de cálculo, que puede reducir la necesidad de recordar reglas y procedimientos de derivación e integración y que puede ayudar para resolver problemas más realistas (Arnold, 1991; Fey, 1989; Tall y West, 1986; White, 1990). En particular, demandan que el uso del CAS para múltiples representaciones (simbólicas, numéricas y gráficas) de funciones y sus conexiones entre ellas podría facilitar la comprensión de los conceptos (Heid, 1988; Keller y Russell, 1997; Porzio, 1994; Repo, 1994). Kendal (2001) presenta una revisión de la literatura desde dos enfoques: las dificultades tradicionales asociadas con el aprendizaje del cálculo pueden ser superadas con el uso de la tecnología y el potencial de la tecnología como ayuda para desarrollar la comprensión de conceptos de cálculo en los estudiantes involucrando las múltiples representaciones.

Por otra parte, como se sabe, el objetivo de este estudio es determinar el estado de la cuestión del uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza-aprendizaje del Cálculo. Area (2005), comenta que desde hace una década, en el contexto internacional, se han publicado distintos trabajos que han intentado sistematizar o identificar el “estado de la cuestión” sobre los factores y procesos de integración y uso escolar de las tecnologías digitales (¿se pone a los autores citados?) y ante las preguntas que se plantea con respecto a: ¿Qué problemas se investigan?, ¿Cuáles son los principales objetivos y cuestiones de estudio? ¿Qué metodologías se utilizan?, ¿Qué conocimiento estamos obteniendo con relación a esta problemática?, propone una clasificación de cuatro grandes tipos, en función de las distintas perspectivas y líneas de investigación que han analizado y evaluado los fenómenos vinculados con la incorporación y utilización de las tecnologías de información y comunicación (TICs) en las aulas de los sistemas escolares.

Estos cuatro grandes grupos son:

- Estudios sobre indicadores cuantitativos que describen y miden la situación de la penetración y uso de ordenadores en los sistemas escolares a través de puntuaciones concretas de una serie de dimensiones.
- Estudios sobre los efectos de los ordenadores en el rendimiento y aprendizaje del alumnado.
- Estudios sobre las perspectivas, opiniones y actitudes de los agentes educativos externos (administradores, supervisores, equipos de apoyo) y del profesorado hacia el uso e integración de las tecnologías en las aulas y centros escolares.
- Estudios sobre las prácticas de uso de los ordenadores en los centros y aulas desarrollados en contextos reales.

Una de las conclusiones comunes en estos estudios es que la integración y uso de las tecnologías informáticas en las escuelas está condicionado, además de otros factores de índole infraestructural y de recursos, por las actitudes, concepciones y destrezas del profesorado (Area, 2005).

2.5 Marco conceptual

La tecnología es esencial en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, debido a que influye en las matemáticas que se enseñan y refuerza el aprendizaje de los estudiantes (Manuel Fernández, 2005). Los recursos tecnológicos utilizados para la enseñanza de las matemáticas pueden clasificarse en varias categorías no mutuamente excluyentes.

2.5.1 Sistemas algebraicos computarizados

En los últimos 25 años se han incorporado en la clase de matemáticas las herramientas que ofrecen las calculadoras y computadoras y se ha observado que han ejercido una influencia importante en la generación de nuevas formas para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática escolar a través de la resolución de problemas (Kutzler, 2003). Entre esas herramientas destacan los Sistemas Algebraicos Computarizados (SAC), llamados también CAS, cuyas capacidades además de la representación de procedimientos algebraicos incluyen los cálculos, el dibujo de gráficas y la ejecución de

cálculos numéricos, vectoriales, de matrices y estadísticos, como comenta Kendal (2001).

La tecnología de los CAS está fácilmente disponible para los grandes ordenadores desde principios de los años setenta y en microcomputadoras desde comienzos de los años ochenta y que actualmente también es accesible para las calculadoras de mano, fácilmente disponibles para los estudiantes (Kendal, 2001). Gracias a sus capacidades numéricas, algebraicas y gráficas, los programas con sistema CAS permiten nuevos enfoques en la enseñanza, aprendizaje y en la comprensión de las Matemáticas, resolver problemas que requieren cálculos extensos y laboriosos “apretando” una tecla y eliminar el aspecto más tedioso de muchos cálculos matemáticos. Dejando a estos programas los aspectos mecánicos y los algoritmos de la resolución de problemas, los estudiantes pueden concentrarse en el significado de los conceptos matemáticos, facilitando así la comprensión y desarrollo de tales conceptos.

Entre las versiones más difundidas de los sistemas algebraicos computarizados, se encuentran Mathematica, Maple y Derive. A inicios de la década de los noventa esa tecnología se empezó a utilizar más ampliamente y en cada actualización se le fue dando al software una presentación cada vez más “amigable”; esto ha motivado mayor interés entre los educadores, y el debate sobre su potencial se ha visto dominado por visiones optimistas que presagian nuevos horizontes para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Trouche, 2005). Los softwares matemáticos poderosos como los CAS, cambian la forma en que las matemáticas se enseñan más allá de la escuela, ofreciendo muchas oportunidades para nuevas experiencias de aprendizaje (Kendal, 2001).

Cálculo es un área importante de estudio donde es muy apropiada la enseñanza con el uso de un CAS (Kendal, 2001), así se vislumbra en Kumar (2007) al utilizar el Mathematica como ayuda para aumentar los conocimientos conceptuales y las habilidades en la resolución de problemas en un curso de Cálculo Diferencial y el Derive para un mejoramiento en la comprensión del concepto de integral definida (Camacho y Depool, 2003); para abordajes tanto visuales como algebraicos (Villarreal, 2003); y para una investigación empírica sobre el uso de funciones cuadráticas (Weigand y Weller, 2001).

2.5.2 Interactividad

La palabra “interactividad” se está convirtiendo en un comodín de reciente aparición, utilizado con gran frecuencia, pero escasamente definido. Son pocos los documentos de consulta general (diccionarios, enciclopedias, etc.) que hacen referencia al término, la interpretación más generalizada mantiene una estrecha relación con aspectos técnicos del campo de la informática y, en general, del mundo de la tecnología (Estebanell, 2000). En la definición proporcionada por Legendre (1988) se hace referencia a aspectos técnicos como dirección, intensidad y frecuencia del flujo de información entre emisor y receptor. Desde la perspectiva de Bettetine (1995), la interactividad se define como un diálogo entre el hombre y la máquina, que hace posible la producción de objetos textuales nuevos, no completamente previsibles a priori. Según Coomans (1995), la interactividad implica una ergonomía que garantiza una gran accesibilidad, el uso de una interface agradable que da paso a numerosas funciones disponibles sin esquemas preestablecidos y un tiempo de respuesta corto.

En función de lo anterior y como comenta Estebanell (2000), el concepto de interactividad tiene una doble vertiente debido a que por una parte implica la capacidad técnica de conceder el máximo de posibilidades de comunicación entre el usuario y la máquina y, por otra, implica conseguir que el tiempo de respuesta de la máquina, en relación a las acciones realizadas por el usuario, sea reducido. Un módulo de internet, es un sistema interactivo que depende de las acciones de un usuario para realizar una tarea, es decir, un sistema en el que interactúan persona y máquina. Cazes, Geudet, Hersant y Vanderbrouck (2006) hacen uso de estos módulos de internet para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la universidad enfocado en el desarrollo de tareas novedosas y estrategias específicas de resolución de problemas.

2.5.3 Software dinámico

Las calculadoras y computadoras son herramientas esenciales para la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo de las matemáticas. Generan imágenes visuales de las ideas matemáticas, facilitan la organización y el análisis de datos y realizan cálculos de manera eficiente y precisa. Cuando disponen de herramientas tecnológicas, los estudiantes pueden enfocar su atención en procesos de toma de decisiones, reflexión, razonamiento y resolución de problemas. El software dinámico funciona como un lente

poderoso que les permite a los estudiantes visualizar trayectorias de objetos matemáticos aun dentro de situaciones o configuraciones complejas (Santos, 2001). Habre (2005) emplea un software dinámico llamado Autograph para mejorar la comprensión de los conceptos de función y derivada, que les permitió a los estudiantes un mejor entendimiento con respecto a la interpretación física de la derivada como razón de cambio.

3. METODOLOGÍA

Un trabajo de investigación es válido si está sustentado en información verificable, que responda a los objetivos formulados que pretenden cumplirse. Para ello, es necesario realizar un proceso de recolección de datos en forma planificada y teniendo claros los niveles de profundidad de la información a recolectar. Para cumplir con nuestro objetivo iniciamos con la determinación de la muestra, estableciendo las condiciones necesarias para tal efecto.

3.1 Requisitos de la muestra

Como mencionamos en el objetivo general, el propósito de este estudio es elaborar una propuesta para el estado de la cuestión del uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo, asignatura que se imparte en la mayoría de los países a nivel bachillerato y a nivel universidad. Los requerimientos de los artículos de investigación concentrados en las fichas bibliográficas se relacionan a continuación:

- Revista representativa de investigación en educación matemática.
- Artículo de investigación aplicada en la didáctica del Cálculo de una variable.
- El método de enseñanza-aprendizaje incluye el uso de nuevas tecnologías.
- Artículo publicado a partir del año 2000.

3.2 Instrumento de recogida de datos

Al instrumento de recogida de datos le llamamos “ficha bibliográfica” y en los siguientes apartados se describe su diseño y se ilustra el modelo.

3.2.1 Diseño de la ficha bibliográfica

Con el propósito de concentrar los datos relevantes de los artículos de investigación que sirvieran para cumplir con nuestro objetivo, se diseñó una ficha bibliográfica de recogida de datos, considerando diferentes parámetros de clasificación generales y en caso necesario, parámetros de clasificación específica, como por ejemplo, el parámetro general de diseño se subdividió en los parámetros específicos: tipo, nivel educativo, participantes, instrumentos y procedimiento como se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Esquema de diseño del instrumento

3.2.2 Ficha Bibliográfica

La ficha bibliográfica, que como ya mencionamos será nuestro instrumento de recogida de datos, concentra tanto los datos generales del artículo de investigación, como también los temas de cálculo tratados en dichos artículos y los datos de la investigación: procedimentales, metodológicos y de resultados. En la Figura 2 presentamos el modelo del instrumento.

FICHA BIBLIOGRÁFICA		
DATOS GENERALES	Nº correlativo	
	Clave	
	Autor(es)	
	Título	
	Revista	
	Referencia	
	Año publicación	
	País	
	Hardware	
	Software	
	Resumen	
	Palabras clave	
DESCRPTORES		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	
	Objetivos (finalidad)	
	Justificación	
DISEÑO	Tipo	
	Nivel educativo	
	Participantes	
	Instrumentos	
	Procedimiento	
ANÁLISIS DE DATOS		
RESULTADOS		
CONCLUSIONES		

Figura 2: Modelo del Instrumento

A continuación detallaremos todos y cada uno de los parámetros de clasificación incluidos en el instrumento o ficha de recogida de datos.

Datos Generales

En este parámetro de clasificación situamos los datos generales del artículo de investigación, considerando un número correlativo como referencia de la cantidad de artículos clasificados y otros elementos que describimos en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos generales de la ficha

DATOS GENERALES	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
	N° correlativo	Clave simplificada del artículo
	Clave	Se formó con la clave de la revista donde se publicó el artículo y el número correlativo para identificarlo.
	Autor(es)	El nombre del o de los autores del artículo de investigación.
	Título	El título del artículo como aparece en la revista.
	Revista	El nombre de la revista donde fue publicado el artículo.
	Referencia	La referencia específica del artículo dentro de la revista, es decir, el volumen, el tomo y las páginas.
	Año publicación	Este elemento se refiere al año de publicación del artículo de investigación.
	País	El nombre del país donde se realizó la investigación.
	Hardware	En nuestro caso, se presentan dos opciones: la calculadora gráfica o el ordenador.
	Software	El programa o programas que sirvieron de ayuda para la investigación, considerando en este elemento el Sistema Algebraico Computacional (CAS), un lenguaje de programación o ambos. En algunos casos no se pudo precisar el software empleado.
	Resumen	El resumen del artículo de investigación en términos generales.
	Palabras clave	Se refieren a los “key words” o palabras clave que aparecen en la mayoría de los artículos de investigación. En nuestro caso, cuando el artículo no la incluía, procedimos a generar esas palabras clave.

Descriptores

El parámetro de clasificación correspondiente a descriptores se refiere prácticamente a los temas de cálculo que se trataron en el desarrollo de la investigación y que posteriormente nos servirán en el análisis de datos para realizar un estudio sobre los temas específicos de cálculo tratados en los artículos de investigación clasificados.

Planteamiento del problema

En esta sección de la ficha bibliográfica situamos los elementos del artículo de investigación correspondientes a la hipótesis y/o a las preguntas de investigación, al objetivo del estudio y a la justificación de la investigación.

Diseño

El diseño agrupó los datos correspondientes a los sujetos participantes en la investigación, a los instrumentos empleados para la recolección de datos y a una explicación breve del procedimiento para el logro de los objetivos. También incluye el tipo de diseño de investigación aplicada y el nivel educativo de los sujetos, que en nuestro caso solamente fueron dos opciones: bachillerato y universidad.

Análisis de datos

Este parámetro de clasificación se utilizó para situar el tipo de análisis, que los investigadores realizaron con los datos recolectados durante el tiempo que duró el estudio, ya sea cualitativo, cuantitativo o ambos y describiendo el recurso utilizado para tal efecto.

Resultados

Los resultados obtenidos como consecuencia del análisis de datos de la investigación analizada fueron colocados en esta sección, describiendo el punto de vista de los investigadores al interpretar el análisis de los datos recogidos en los instrumentos, sobre todo en el enfoque cualitativo.

Conclusiones

En este apartado de la ficha bibliográfica de recogida de datos, situamos las opiniones personales del investigador en función de los resultados obtenidos en su investigación aplicada.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Revisión de la literatura general

Se procedió a revisar artículos publicados por autores que vinculan el cálculo con la tecnología, buscando en Handbooks y en recursos electrónicos, con la ayuda de las bases de datos: ERIC, JSTOR, PROQUEST, etc., situadas en la Biblioteca Electrónica de la Universidad de Granada.

3.3.2 Revisión de la literatura específica

Al principio se llevó a cabo una revisión electrónica de manera semejante a la empleada para la literatura general, obteniéndose un gran número de artículos que parecían cumplir con las necesidades del estudio, sin embargo, al hacer una revisión más detallada nos percatamos que solamente algunos de esos artículos representaban artículos de investigación aplicada donde se explicitaban los datos que era necesario concentrar en la ficha bibliográfica, debido a que varios de ellos explicaban las experiencias del profesor en clase del uso de nuevas tecnologías en la enseñanza del cálculo y otros hacían una revisión de la literatura de artículos de investigación referentes al tema.

Por consiguiente, se tomó la decisión de revisar 15 revistas relacionadas con la educación matemática, volumen por volumen, tomo por tomo, artículo por artículo, y de acuerdo a los títulos, resúmenes y en algunos casos del artículo completo seleccionamos los 17 artículos de investigación que formaron parte de nuestro estudio.

A continuación se relacionan las revistas seleccionadas para cumplir con el objetivo de nuestro estudio, haciendo una breve descripción del procedimiento de revisión en cada una de ellas y los detalles de la revisión que vale la pena resaltar.

Journal for Research in Mathematics Education (JRME)

Como es sabido, esta es la revista oficial de la NCTM, dedicada al interés de profesores de matemáticas y educación matemática de todos los niveles. Siguiendo con los parámetros de restricción para cumplir con los objetivos de este estudio, nos dimos a la tarea de revisar los volúmenes correspondientes a partir del año 2000, es decir, a partir del volumen 31 y no se encontró algún artículo de investigación que pudiera ser utilizado para este estudio de un total de nueve volúmenes revisados.

International Journal for Mathematics Teaching and Learning

Se revisaron los volúmenes del 2000 al 2008 donde aparecen publicados 102 artículos y de los cuáles solamente un artículo del año 2003 y dos de 2006 cumplieron con los requerimientos de nuestro estudio.

International Journal of Computers for Mathematical Learning

De los 13 volúmenes de la revista, se revisaron a partir del año 2000, es decir, a partir del volumen cinco, localizando tres artículos de investigación (dos de 2001 y uno de 2006) para clasificar y concentrar en el instrumento de recogida de datos, de un total de 103 artículos revisados.

International Journal of Mathematical Education in Science and Technology

Los volúmenes correspondientes a esta revista a partir del año 2000 son nueve a partir del volumen 31 y hasta el volumen 39. Cabe mencionar que en esta revista, a partir del volumen 35 del año 2005, los artículos publicados se separan por áreas: artículos de investigación por un lado y por el otro, los artículos relativos a las experiencias de los profesores, publicados en esa revista como notas de clase; lo que facilitó la búsqueda de artículos. En esta revista, encontramos dos artículos de interés para nuestro estudio, uno publicado en el año del 2007 y el otro en el año del 2008. Sin embargo, el artículo de 2008 se clasificó (Anexo D), pero no fue considerado para el análisis de datos, debido a que se refiere a conceptos de cálculo multivariable.

International Electronic Journal of Mathematics Education (IEJME)

Esta revista electrónica consta hasta el momento de tres volúmenes y sus inicios son a partir del año de 2006. De los 27 artículos de investigación publicados en la IEJME encontramos solamente un artículo del año de 2007 que cumplió con los requisitos establecidos para este estudio.

The International Journal on Mathematics Education (ZDM)

Se han publicado 40 volúmenes del ZDM hasta agosto de 2008. Se revisaron los volúmenes a partir del 32 correspondiente al año 2000 y localizamos un artículo en el volumen 38, número 6, del año del 2006.

International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education

Actualmente esta revista recibe el nombre de “The International Journal for Technology in Mathematics Education” (IJTME) y en función de la revisión de los “abstract” de los volúmenes correspondientes a partir del año 2000 (nueve volúmenes revisados con 142 artículos de investigación publicados), se localizan ocho artículos publicados que podrían utilizarse para cumplir con el objetivo de nuestro estudio (Anexo E). Sin embargo, no fue posible obtener los ocho artículos completos, sino solamente dos de ellos publicados en el 2001 (Volumen 8), que es el único volumen que está físicamente en la Biblioteca de la Facultad de Educación de la Universidad de Granada, pues no hubo forma de acceder a ellos mediante recursos electrónicos a través de la Biblioteca Electrónica de la UGR, debido a que actualmente no están disponibles en línea de forma gratuita los archivos completos. Por otra parte, como se consideraron temas de cálculo de una variable, uno de los dos artículos publicados en este volumen no se concentró en la ficha de clasificación, el que lleva por título “Visualisation enhanced by technology in the learning of Multivariable Calculus” de Samer Habre, relacionado también en el Anexo E.

Educational Studies in Mathematics

Se revisaron 29 volúmenes de esta revista y también los artículos del apartado “Online First” de dicha revista y solamente un artículo del año 2000 fue seleccionado para su clasificación.

European Journal of Engineering Education

En esta revista encontramos un artículo publicado en el 2002 de los artículos revisados a partir del volumen 25 (año 2000) de 33 volúmenes publicados hasta junio de 2008.

Focus on Learning Problems in Mathematics

A partir del volumen 22 (año 2000) de esta revista fue revisado y encontramos un artículo del volumen 29 publicado en el año 2007 que aunque su enfoque se refiere al rol de las calculadoras gráficas en la resolución de problemas que involucran funciones consideramos que debía ser clasificado. Otro artículo de investigación publicado en el 2001 (volumen 23, número 1, pág. 30-48) se enfocó al cálculo multivariable y no fue considerado para este estudio. Cabe señalar que este artículo es del mismo autor que el anteriormente mencionado en el IJTME y lleva por título “Visualization in Multivariable Calculus: The case of 3D-Surfaces”.

The Journal of Mathematical Behavior

Esta revista consta actualmente de 27 volúmenes y la revisión se inició en el tomo 4 del volumen 8 que es el correspondiente a las primeras publicaciones del año 2000, encontrándose dos artículos de investigación que formará parte de nuestros artículos clasificados, uno de 2003 y uno de 2006.

Educación Matemática

En esta revista afiliada a REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) se encontró un artículo del año 2003 en cuatro volúmenes disponibles en línea del 2003 al 2006.

Compendium

Esta revista también afiliada a REDALYC es una revista de investigación científica que no está especializada en educación matemática; sin embargo se encontró un artículo de investigación que formó parte de nuestro estudio, publicado en el año de 2007.

Se revisaron también artículos publicados a partir del año 2000 en las revistas: International Journal of Science and Mathematics Education y Teaching Mathematics

and Its Applications, pero no se encontraron artículos de investigación que cumplieran con los requerimientos necesarios para este estudio.

En la Tabla 2 se concentra el número de artículos por revista que cumplen con los requerimientos planteados con anterioridad, es decir, los artículos que cumplen con las condiciones establecidas para la muestra de este trabajo de investigación.

Tabla 2: Número de artículos por revista

N°	REVISTA	ART
1	Journal for Research in Mathematics Education (JRME).	0
2	International Journal for Mathematics Teaching and Learning	3
3	International Journal of Computers for Mathematical Learning	3
4	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	1
5	International Electronic Journal of Mathematics Education (IEJME).	1
6	The International Journal on Mathematics Education (ZDM)	1
7	International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education (IJTME)	1
8	Educational Studies in Mathematics	1
9	European Journal of Engineering Education	1
10	Focus on Learning Problems in Mathematics	1
11	The Journal of Mathematical Behavior	2
12	International Journal of Science and Mathematics Education	0
13	Teaching Mathematics and Its Applications	0
14	Educación Matemática	1
15	Compendium	1
TOTAL		17

4. BASE DE DATOS

Uno de los objetivos específicos de este estudio es la generación de una base de datos con el propósito de archivar electrónicamente los datos recogidos en las fichas bibliográficas para que posteriormente el análisis de los mismos sea posible realizarlo de manera eficiente y efectiva. En este apartado procederemos primero a describir el diseño de la base de datos, así como de sus elementos (tablas y campos) que la conforman. El recurso tecnológico empleado para generar la base de datos fue el Access 2007 por su facilidad de uso tanto para la creación de tablas y campos, como para la captura de los datos objetivos concentrados en las fichas bibliográficas. Otra de las ventajas que posee este manejador de bases de datos es su relativa facilidad para la generación de consultas e informes de los datos almacenados. Posteriormente procederemos a presentar algunos ejemplos de las consultas que es posible generar mediante el manejador seleccionado (Access 2007) de la base de datos y en el Anexo C, presentamos un ejemplo de informe impreso, donde se ordenaron los registros por tipo de hardware.

4.1 Diseño de la base de datos

Iniciaremos esta sección describiendo los elementos que conforman nuestra base de datos, no sin antes resaltar que una base de datos está constituida por tablas y una tabla por campos (columnas) y registros (filas).

La base de datos del trabajo consta de cuatro tablas principales: artículos, revistas, autores y descriptores y dos tablas secundarias: autores por artículo y descriptores por artículo. Describiremos a continuación las tablas que conforman nuestra base de datos y los detalles de cada una de las tablas.

Tabla: Artículos

En la Figura 3 se ilustran los campos correspondientes a la tabla que contiene los datos que en nuestra base de datos los identificamos como “datos generales” de los artículos de investigación. Detallaremos algunos de los campos donde se presentaron particularidades.

ARTICULOS	
+	clave
+	clave articulo
+	nombre articulo
+	clave revista
+	volrev
+	numrev
+	paginicio
+	pagfinal
+	añopub
+	pais
+	hardware
+	software
+	muestra
+	diseño
+	analisis datos
+	recurso
+	resultados

Figura 3: Tabla ARTICULOS

Clave

Es una clave para identificar el artículo de forma sencilla

Software

Se dejó en blanco la celda correspondiente para el caso que el artículo clasificado no especificara si se utilizó o no algún software en la investigación.

Muestra

Se almacenó el número de alumnos que concluyeron el proceso de investigación. Hay algunos artículos que no lo indican y otros que especifican tanto la muestra inicial como los alumnos que concluyen la investigación.

Diseño.

Aunque la mayoría de las investigaciones no especificó el tipo de diseño, se almacenó la palabra “CUASIEXPERIMENTAL” cuando el investigador trabajó con grupos establecidos.

Análisis de datos

Se archivó la palabra “CUANTITATIVO”, “CUALITATIVO” o la palabra compuesta “CUANTITATIVO/CUALITATIVO” para especificar el enfoque metodológico de la investigación.

Recurso.

En este caso se especificó él o los recursos empleados para el enfoque metodológico.

Resultados.

En el campo de resultados se almacenó la palabra “SIGNIFICATIVO” cuando según los autores el estudio repercutió de manera significativa en el rendimiento académico de los alumnos, la palabra “MEDIO” cuando se cumplieron parcialmente los objetivos, “PRIMERA FASE” para el caso del artículo de investigación que representó una prueba piloto y “NO SATISFACTORIOS”, cuando no se mejoraron los procesos de enseñanza-aprendizaje desde el punto de vista del investigador.

Tabla: Autores

Contiene la relación de autores. Para una misma clave de artículo pueden existir varios registros, según el número de autores por artículo. La Figura 4 muestra los campos definidos para la tabla de autores de la base de datos.

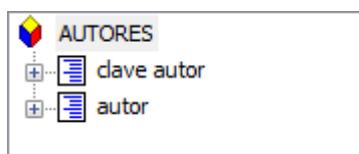


Figura 4: Tabla AUTORES

A esta tabla principal le relacionamos una tabla secundaria donde se archivan los autores por revista, es decir, para una misma clave de artículo pueden existir varios registros según el número de autores del artículo. Los campos de esta tabla son “clave articulo” y “clave autor”.

Tabla: Revistas

Almacena la relación de revistas con su clave, nombre y nombre de la revista como se muestra en la Figura 5.

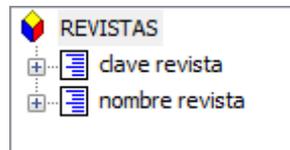


Figura 5: Tabla REVISTAS

Tabla: Descriptores

La Tabla Descriptores (Figura 6) almacena los 25 descriptores normalizados (ver sección 5.2.1) para los temas comunes de Cálculo tratados en los artículos de investigación.

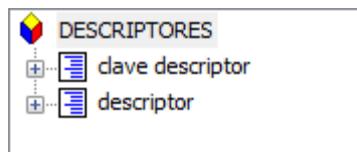


Figura 6: Tabla DESCRIPTORES

De la misma manera que en el caso de los autores, se crea una tabla secundaria para almacenar la relación de descriptores por artículo y esta tabla contendrá los campos “clave artículo” y “clave descriptor”. Para una misma clave de artículo pueden existir varios registros que almacenan todos y cada uno de sus descriptores.

4.2 Ejemplos de consulta

En este apartado tratamos de resaltar las bondades de un manejador de base de datos, presentando tres ejemplos de consultas que es posible generar de forma inmediata con el manejador.

Artículos por revista y por año

Mediante la opción de consultas del Access 2007 generamos la consulta que se ilustra en la Tabla 3, relacionando los artículos de investigación por revista y por año de publicación; donde de manera inmediata podemos visualizar el número de artículos de una revista en particular y los años en que fueron publicados.

Tabla 3: Relación de artículos por revista y por año

ARTICULOS POR REVISTA Y POR AÑO		
clave revista	nombre articulo	añopub
TIJME	LeActiveMath - a new innovative european e-learning system for calculus contents	2006
JOMABE	Promoting students' graphical understanding of the calculus	2003
JOMABE	Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an ...	2006
IJTME	The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core ...	2001
IJMTL	Using DERIVE to understand the concept of definite integral	2003
IJMTL	The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivate ...	2006
IJMTL	The effect of computers on teaching the limit concept	2006
IJMEST	Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in ...	2007
IJCML	Changes of working styles in a computer algebra environment–The case of functions	2001
IJCML	The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology	2001
IJCML	Using e-exercise bases in Mathematics: Case studies at university	2006
IEJME	Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus ...	2007
FOLPIM	Solving problems on functions: Role of the graphing calculator	2007
EJEE	Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools	2002
EDUMAT	Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras	2003
EDSTMA	Creating meaning for and with the graphing calculator	2000
COMPEN	Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico	2007

Investigaciones por país por año

El manejador permite filtrar los datos de manera inmediata, incluyendo las condiciones necesarias para tal efecto como se ilustra en la Tabla 4. Esta ventaja es importante, sobre todo cuando el número de registros es grande, debido a que podemos obtener de forma muy sencilla el número de registros que cumplen con una condición especificada, así por ejemplo, podríamos obtener el número de artículos que se publicaron en un determinado año, el número de artículos que utilizaron un software específico, etc.

Tabla 4: Relación de investigaciones en USA por año

INVESTIGACIONES EN USA POR AÑO			
clave revista	nombre articulo	pais	añopub
EDSTMA	Creating meaning for and with the graphing calculator	USA	2000
IJTME	The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core	USA	2001
JOMABE	Promoting students' graphical understanding of the calculus	USA	2003
IJMTL	The effect of graphing calculators use on students' understanding of the ...	USA	2006
IEJME	Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus	USA	2007
FOLPIM	Solving problems on functions: Role of the graphing calculator	USA	2007

Consulta general

En la Tabla 5 se muestra una consulta de tipo general que incluye: el año de publicación del artículo, el país de aplicación de la investigación, el hardware y el software empleados, el tamaño de la muestra y el tipo de diseño.

Tabla 5: Consulta general de artículos

CONSULTA GENERAL DE ARTICULOS						
clave articulo	añopub	pais	hardware	software	muestra	diseño
EDSTMA005	2000	USA	CALCULADORA	NO APLICA	31	OBSERVACIONAL
IJML001	2001	ALEMANIA	ORDENADOR	DERIVE/MATHPLUS	NO SE INDICA	CUASIEXPERIMENTAL
IJML012	2001	AUSTRALIA	CALCULADORA		33	CUASIEXPERIMENTAL
IJTME016	2001	USA	CALCULADORA	MATHCAD	200	EXPERIMENTAL
EJEE004	2002	BRASIL	ORDENADOR		12 GRUPOS	CUASIEXPERIMENTAL
EDUMAT008	2003	BRASIL	ORDENADOR	DERIVE	6	OBSERVACIONAL
JOMABE017	2003	USA	CALCULADORA	MATHCAD*	8	OBSERVACIONAL
IJMTL013	2003	VENEZUELA	ORDENADOR	DERIVE	11	CUASIEXPERIMENTAL
TIJME007	2006	ALEMANIA	ORDENADOR	LEACTIVEMATH	107	CUASIEXPERIMENTAL
IJML014	2006	FRANCIA	ORDENADOR	MODULOS INTERNET	111	OBSERVACIONAL
JOMABE009	2006	LIBANO	ORDENADOR	AUTOGRAPH	56	CUASIEXPERIMENTAL
IJMTL010	2006	TURKIA	ORDENADOR	MATLAB	52	CUASIEXPERIMENTAL
IJMTL011	2006	USA	CALCULADORA		71	CUASIEXPERIMENTAL
IJMEST006	2007	INGLATERRA	ORDENADOR	GCS/CALMAT/CALM	147	CUASIEXPERIMENTAL
FOLPIM015	2007	USA	CALCULADORA	NO APLICA	8	CUASIEXPERIMENTAL
IEJME002	2007	USA	ORDENADOR	MATHEMATICA	58	CUASIEXPERIMENTAL
COMPEN003	2007	VENEZUELA	ORDENADOR	GRAPHMATICA	30	CUASIEXPERIMENTAL

5. ANÁLISIS DE DATOS

En nuestro caso, los datos están representados por las fichas bibliográficas que se encuentran en el Anexo B. Enunciaremos primeramente las técnicas de análisis de datos utilizadas para nuestro estudio y a continuación los análisis realizados que desde nuestro punto de vista consideramos importantes para el logro de los objetivos del estudio.

5.1 Técnicas de análisis

Para este estudio se utilizaron técnicas básicas de análisis de datos tales como frecuencias y porcentajes para el caso de análisis cuantitativos y para el caso de análisis cualitativos, los artículos de investigación se agruparon en función de tres enfoques, el de Kendal (2001), el de Area (2005) y un concentrado sobre enfoques teóricos, principales resultados y líneas de investigación por artículo.

5.2 Análisis de fichas bibliográficas

Como ya mencionamos, se diseñó una ficha bibliográfica como instrumento para la recolección de datos de nuestro estudio y a continuación realizaremos primeramente un análisis de descriptores de los temas tratados en los artículos de investigación clasificados y posteriormente un análisis cuantitativo de frecuencias y porcentajes con los descriptores normalizados y con los artículos de investigación por año y por país.

Por otra parte, plantearemos un análisis cualitativo en función de los enfoques teóricos, principales resultados y líneas de investigación que cada artículo sugiere.

5.2.1 Análisis de descriptores

Al concentrar en la base de datos los descriptores que surgieron de la clasificación de los artículos se obtiene un total de 39 descriptores y se decide hacer un análisis de normalización de descriptores, es decir, agrupar descriptores hasta lograr un menor número de ellos con el propósito de realizar el análisis de fichas bibliográficas de una forma más representativa.

La relación total de descriptores se presenta en la tabla siguiente y se obtiene con la ayuda del Excel para eliminar los descriptores repetidos. La Tabla 6 muestra la relación de los 39 descriptores que se obtuvieron mediante el análisis de los artículos de

investigación y el número de veces que cada uno de los descriptores aparece en los artículos clasificados.

Tabla 6: Descriptores iniciales

N°	Descriptor	Frecuencia
1	ACELERACION	1
2	ANALISIS DE CURVAS	2
3	ANTIDERIVADA	1
4	APLICACIONES DE LA INTEGRAL DEFINIDA	1
5	APLICACIONES FISICAS DE LA DERIVADA	1
6	AREA ENTRE CURVAS	1
7	ASINTOTAS	1
8	CONCAVIDAD	1
9	CONCEPTO DE DERIVADA	5
10	CONCEPTO DE LIMITE	1
11	CONTINUIDAD	6
12	DERIVACION	9
13	EXTREMOS RELATIVOS	4
14	FUNCIONES	7
15	FUNCIONES CRECIENTES	1
16	FUNCIONES CUADRATICAS	2
17	FUNCIONES CUARTICAS	1
18	FUNCIONES CUBICAS	1
19	FUNCIONES DECRECIENTES	1
20	FUNCIONES EXPONENCIALES	2
21	FUNCIONES LINEALES	2
22	FUNCIONES RACIONALES	1
23	FUNCIONES RECIPROCAS	1
24	FUNCIONES TRIGONOMETRICAS	2
25	GRADIENTE	1
26	GRAFICA DE FUNCIONES	5
27	INTEGRACION	2
28	INTEGRAL DEFINIDA	2
29	LIMITES	9
30	PROBLEMAS DE OPTIMIZACION	2
31	PUNTOS CRITICOS	3
32	PUNTOS DE INFLEXION	2
33	RAZON DE CAMBIO	4
34	RAZONES RELACIONADAS	1
35	RECTA TANGENTE	5
36	TEOREMA DE ROLLE	2
37	TEOREMA FUNDAMENTAL DEL CALCULO	1
38	VALORES EXTREMOS	1
39	VELOCIDAD	2

Normalización de descriptores

Analizando los 39 descriptores, optamos por la necesidad de disminuir el total de descriptores para el cumplimiento de uno de los objetivos de este estudio. Este proceso que le llamamos “normalización de descriptores”, se llevó a cabo de la siguiente

manera: se fueron agrupando descriptores demasiado específicos (sobre todo algunos descriptores que aparecieron una sola vez en las fichas bibliográficas) en otros que se consideran un poco más generales y que de cierta manera involucran implícitamente a los específicos, como por ejemplo, los descriptores de aceleración y velocidad se incluyeron en el descriptor de aplicaciones físicas de la derivada. Sin embargo, hubo casos de descriptores que se consideró importante que permanezcan, como por ejemplo, el de razones relacionadas, debido a que, aunque se podría agrupar dentro del descriptor de aplicaciones físicas de la derivada, este tipo de problemas de aplicación de cálculo, de acuerdo a nuestra experiencia como profesores de cálculo siempre ha tenido un alto grado de dificultad para el proceso de enseñanza y aprendizaje y es conveniente investigar sobre el tema.

En la Tabla 7 se presenta el detalle de la normalización de los 14 descriptores que decidimos agrupar en descriptores más generales.

Tabla 7: Normalización de descriptores

Descriptor General	Descriptor Específico
ANALISIS DE CURVAS	Asíntotas
	Concavidad
	Funciones crecientes
	Funciones decrecientes
APLICACIONES DE LA INTEGRAL DEFINIDA	Área entre curvas
APLICACIONES FISICAS DE LA DERIVADA	Aceleración
	Velocidad
FUNCIONES	Funciones lineales
	Funciones cuadráticas
	Funciones cúbicas
	Funciones cuárticas
	Funciones racionales
INTEGRACION	Antiderivada
INTEGRAL DEFINIDA	Teorema Fundamental del Cálculo

Descriptores normalizados

En función del proceso de normalización, los 39 descriptores iniciales se reducen a 25 descriptores normalizados, que se muestran en la Tabla 8, al igual que sus frecuencias y porcentajes de frecuencia.

Tabla 8: Descriptores normalizados

N°	Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
1	ANALISIS DE CURVAS	6	6%
2	APLICACIONES DE LA INTEGRAL DEFINIDA	2	2%
3	APLICACIONES FISICAS DE LA DERIVADA	4	4%
4	CONCEPTO DE DERIVADA	5	5%
5	CONCEPTO DE LIMITE	1	1%
6	CONTINUIDAD	6	6%
7	DERIVACION	9	9%
8	EXTREMOS RELATIVOS	4	4%
9	FUNCIONES	14	14%
10	FUNCIONES EXPONENCIALES	2	2%
11	FUNCIONES RECIPROCAS	1	1%
12	FUNCIONES TRIGONOMETRICAS	2	2%
13	GRADIENTE	1	1%
14	GRAFICA DE FUNCIONES	5	5%
15	INTEGRACION	3	3%
16	INTEGRAL DEFINIDA	3	3%
17	LIMITES	9	9%
18	PROBLEMAS DE OPTIMIZACION	2	2%
19	PUNTOS CRITICOS	2	2%
20	PUNTOS DE INFLEXION	3	3%
21	RAZON DE CAMBIO	4	4%
22	RAZONES RELACIONADAS	1	1%
23	RECTA TANGENTE	5	5%
24	TEOREMA DE ROLLE	2	2%
25	VALORES EXTREMOS	1	1%
		97	100%

Se observa que el descriptor con mayor porcentaje de aparición en las fichas bibliográficas es el correspondiente al término de funciones, con un 14%, seguido de los descriptores de límites y derivación con un 9%. Los tres descriptores son conceptos básicos fundamentales para la comprensión de conceptos más avanzados de cálculo.

5.2.2 Artículos por país y por año

La Tabla 9 muestra el número de artículos de investigación por país relacionados con la aplicación de las nuevas tecnologías en la didáctica del cálculo, así como también el número de artículos publicados por año a partir de 2000 y hasta 2007.

Tabla 9: Número de artículos por año y por país

PAIS	AÑO								ARTICULOS POR PAIS
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Alemania		1					1		2
Australia		1							1
Brasil			1	1					2
Francia							1		1
Líbano							1		1
Inglaterra								1	1
Turkía							1		1
USA	1	1		1			1	2	6
Venezuela				1				1	2
ARTÍCULOS POR AÑO	1	3	1	3	0	0	5	4	17

Observamos que durante los dos últimos años se concentra el mayor número de artículos de investigación publicados con respecto al uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo, así como también que en los Estados Unidos de Norteamérica es el país donde a partir del año dos mil se han llevado a cabo un mayor número de investigaciones aplicadas con respecto al tema objeto de nuestro estudio.

5.2.3 Otros análisis

En el informe generado mediante Access y presentado en el ANEXO C es posible visualizar fácilmente el número de investigaciones que utilizaron como recurso tecnológico la calculadora gráfica y cuántas emplearon el ordenador.

En la Tabla 10, organizada en función de tipo de diseño de investigación se puede visualizar esta característica, así como también la clasificación de artículos por software, tipo de diseño y tamaño de la muestra.

Tabla 10: Consulta por diseño de investigación

CONSULTA POR DISEÑO				
clave articulo	hardware	software	diseño	muestra
IEJME002	ORDENADOR	MATHEMATICA	CUASIEXPERIMENTAL	58
FOLPIM015	CALCULADORA	NO APLICA	CUASIEXPERIMENTAL	8
EJEE004	ORDENADOR		CUASIEXPERIMENTAL	12 GRUPOS
IJCLM001	ORDENADOR	DERIVE/MATHPLUS	CUASIEXPERIMENTAL	NO SE INDICA
JOMABE009	ORDENADOR	AUTOGRAPH	CUASIEXPERIMENTAL	56
IJMEST006	ORDENADOR	GCS/CALMAT/CALM	CUASIEXPERIMENTAL	147
COMPEN003	ORDENADOR	GRAPHMATICA	CUASIEXPERIMENTAL	30
TIJME007	ORDENADOR	LEACTIVEMATH	CUASIEXPERIMENTAL	107

CONSULTA POR DISEÑO				
clave artículo	hardware	software	diseño	muestra
IJMTL010	ORDENADOR	MATLAB	CUASIEXPERIMENTAL	52
IJMTL011	CALCULADORA		CUASIEXPERIMENTAL	71
IJMTL013	ORDENADOR	DERIVE	CUASIEXPERIMENTAL	11
IJCML012	CALCULADORA		CUASIEXPERIMENTAL	33
IJTME016	CALCULADORA	MATHCAD	EXPERIMENTAL	200
EDUMAT008	ORDENADOR	DERIVE	OBSERVACIONAL	6
JOMABE017	CALCULADORA	MATHCAD*	OBSERVACIONAL	8
IJCML014	ORDENADOR	MODULOS INTERNET	OBSERVACIONAL	111
EDSTMA005	CALCULADORA	NO APLICA	OBSERVACIONAL	31

Observamos que la mayoría de las investigaciones fueron cuasi experimentales (12), cuatro fueron por el método de observación y solamente una fue experimental. Es conveniente recalcar que en la única investigación experimental, no fueron los sujetos los que fueron seleccionados al azar, sino la muestra consistente en 200 exámenes.

Por otro lado, el recurso de hardware empleado por seis de los artículos fue la calculadora gráfica y los restantes 11 artículos emplearon como herramienta computacional el ordenador. Cabe mencionar, que en una de las investigaciones correspondiente al artículo JOMABE017, además de la calculadora gráfica se utilizó un equipo de registro de datos (CBR) como hardware y que en la investigación referente al artículo IJTME016 se utilizó como hardware suplementario el ordenador con el software MathCad.

Palabras clave

La relación de palabras clave encontradas en los artículos de investigación y concentradas en las fichas bibliográficas se presenta en la Tabla 11, colocando junto a la palabra clave el número de veces que aparece repetida en las fichas bibliográficas.

Tabla 11: Relación de palabras clave

PALABRAS CLAVE	PALABRAS CLAVE
Actividad de los estudiantes	Estudio experimental
Análisis de tareas	Evaluación de criterios múltiples
Análisis didáctico	Experimentos de enseñanza
Área entre curvas	Funciones (2)
Aula de prácticas de enseñanza	Gráfica de una función
Calculadoras gráficas (2)	Herramientas
Calculadoras simbólicas	Herramientas de instrucción suplementaria
Cálculo	Matemática universitaria
Cálculo Diferencial (2)	Matemáticas

PALABRAS CLAVE	PALABRAS CLAVE
Cálculo experimental	Método de enseñanza personalizado
Computación numérica	Ordenadores gráficos
Concepciones y falsa creencias de la derivada	Prácticas de laboratorio de cómputo
Concepto de derivada	Pre-cálculo
Concepto de integral definida	Procesos de pensamiento matemático
Concepto de límite	Protocolos computarizados
Conocimiento del profesor	Pruebas de diagnóstico
Conocimientos previos de cálculo	Rendimiento académico (2)
Contrato didáctico	Representación algebraica
Derivadas	Representaciones múltiples de la derivada (2)
Efecto de computadora	Resolución de problemas
Eficiencia de cursos de cálculo	Resultados del aprendizaje
Ejercicios en línea	Síndrome de la caja negra
Enseñanza de las matemáticas	Sistema algebraico computacional (5)
Enseñanza del límite	Tecnología digital
Entorno	Visualización por computadora (3)
Estilos de trabajo matemático	

En la relación anterior, solamente destaca la palabra clave “sistema algebraico computacional” que apareció en cinco de los 17 artículos clasificados y “visualización por computadora” que se repite tres veces.

Instrumentos de recogida de datos

Los instrumentos de recogida de datos empleados por las investigaciones clasificadas y recolectados en las fichas bibliográficas se analizaron de manera similar a los descriptores, obteniendo la relación de instrumentos que se presentan en la Tabla 12, al mismo tiempo que la frecuencia con que se presentaron y sus porcentajes de frecuencia.

Tabla 12: Relación de instrumentos

Nº	INSTRUMENTO	FRECUENCIA	%
1	Apuntes de los estudiantes	1	2%
2	Cuestionarios	4	8%
3	Diario de investigación	7	15%
4	Entrevistas	7	15%
5	Evaluaciones en línea	1	2%
6	Grabaciones de audio	3	6%
7	Observaciones	2	4%
8	Post-test	10	21%
9	Pre-test	6	13%
10	Protocolos de investigación	2	4%
11	Prueba de competencias de diferenciación (DCT)	1	2%
12	Prueba de preferencias de representación	1	2%
13	Registro de datos por computadora	1	2%
14	Videos	4	8%
		48	100%

Es conveniente hacer notar que todo tipo de pruebas que fueron aplicadas en las investigaciones después de realizado el estudio fueron agrupadas dentro del instrumento “post-test”. Por otra parte, las notas que llevó el investigador durante el proceso se agruparon dentro del instrumento de diario de investigación.

En función de los porcentajes de frecuencia, podemos concluir que los instrumentos más representativos de los artículos de investigación son:

- Post-test 21%
- Diario de investigación 15%
- Entrevistas 15%
- Pre-test 13%

5.3 Enfoques metodológicos

La Tabla 13 también generada mediante consultas a través de la base de datos, muestra el enfoque metodológico de cada uno de los estudios reportados en los artículos de investigación, así como los recursos empleados para el análisis de los datos.

Tabla 13: Enfoques metodológicos

ANALISIS DE DATOS		
clave articulo	analisis datos	recurso
IJCML014	CUALITATIVO	OBSERVACION
IJMTL013	CUALITATIVO	ENTREVISTAS
EDSTMA005	CUALITATIVO	INDICADORES
EDUMAT008	CUALITATIVO	VIDEOS
TIJME007	CUALITATIVO	CUESTIONARIOS
JOMABE017	CUALITATIVO	DATOS EN CBR
IJCML001	CUALITATIVO	PROTOCOLOS COMPUTARIZADOS
IJMTL010	CUANTITATIVO	ESTADISTICOS
COMPEN003	CUANTITATIVO	SPSS-12
IJTME016	CUANTITATIVO	PROMEDIOS
EJEE004	CUANTITATIVO	MACBETH/DEA
IEJME002	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	ANCOVA/ENTREVISTAS
FOLPIM015	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	TIEMPOS/PROTOCOLOS
JOMABE009	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	EXAMEN/ENTREVISTAS
IJMEST006	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	ANOVA/ENTREVISTAS
IJMTL011	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	ANCOVA/ENTREVISTAS
IJCML012	CUANTITATIVO/CUALITATIVO	EXAMEN/ENTREVISTAS

Solamente cuatro de los 17 estudios emplearon un enfoque puramente cuantitativo, y es posible observar también que siete de los estudios restantes emplearon un enfoque metodológico puramente cualitativo. Los recursos metodológicos empleados fueron diversos, pero de cierta manera el recurso que más predomina para el enfoque cualitativo es la entrevista.

5.4 Análisis cualitativo de fichas bibliográficas

Enfoque según Kendal (2001).

Recordemos que el enfoque de Kendal (2001) consiste en agrupar los artículos de investigación relacionados con el uso de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo en dos grupos:

- Las dificultades tradicionales asociadas con el aprendizaje del cálculo pueden ser superadas con el uso de la tecnología
- El potencial de la tecnología como ayuda para desarrollar la comprensión de conceptos de cálculo en los estudiantes involucrando las múltiples representaciones.

En función de este enfoque, procedimos a agrupar en la Tabla 14 la muestra de los 17 artículos de investigación concentrados en las fichas bibliográficas.

Tabla 14: Enfoque Kendal (2001)

ENFOQUE (Kendal, 2001)	ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN
Las dificultades tradicionales asociadas con el aprendizaje del cálculo pueden ser superadas con el uso de la tecnología.	Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course. Kumar (2007)
	Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas. Dávila (2007)
	Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools. Soares (2002)
	Creating meaning for and with the graphing calculator. Doerr, H., Zangor, R. (2000)
	Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions. Ubuz (2007)

ENFOQUE (Kendal, 2001)	ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN
	<p>"LeActiveMath" – a new innovative European eLearning system for calculus contents. Morman, Grob (2006)</p> <p>The effect of computers on teaching the limit concept. Buyukkoroglu et al. (2006)</p> <p>The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology. Kendal, M., Stacey, K. (2001)</p> <p>Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university. Cazes, C., Geudet, G., Hersant, M., Fabrice, V. (2006)</p> <p>The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core calculus sequence. Connors, M., Snook, K. (2001)</p> <p>Promoting students' graphical understanding of the calculus. Berry, J., Nyman, M. (2003)</p>
El potencial de la tecnología como ayuda para desarrollar la comprensión de conceptos de cálculo en los estudiantes involucrando las múltiples representaciones.	<p>Changes of working styles in a computer algebra environment – The case of functions. Weigand, H.G., Weller, H. (2001)</p> <p>Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras. Villareal, M. (2003)</p> <p>Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course. Habre, S., Abboud, M. (2006)</p> <p>The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivative at a point. Serhan, D. (2006)</p> <p>Using DERIVE to understand the concept of Definite Integral. Camacho, M., Deppol, R. (2003)</p> <p>Solving problems on functions: Role of the graphing calculator. Mesa, V. (2007)</p>

Se observa que predomina el enfoque correspondiente a que las dificultades del aprendizaje tradicional pueden superarse mediante el uso de la tecnología. Sin embargo, 6 artículos de 17 puede considerarse un número como representativo para las representaciones.

Enfoque según Área (2005)

En este apartado nos dimos a la tarea de clasificar los 17 artículos de investigación sobre el uso de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo, encontrados en las 15 revistas revisadas, de acuerdo a los cuatro grandes grupos que propone Area (2005), como lo muestra la Tabla 15.

Tabla 15: Perspectivas Área (2005)

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL USO DE LA NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO		
Tipo y objeto de estudio (Area, 2005)	Técnicas metodológicas (Area, 2005)	Artículos de investigación
Indicadores cuantitativos, que reflejan el grado de presencia de las TICs en el sistema escolar.	Datos estadísticos. Encuestas a administradores. Análisis documental.	Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course
		Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools
		The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivative at a point
Efectos de las TICs en el aprendizaje. Rendimiento del alumno cuando aprende con ordenadores	Estudios experimentales y metaanálisis.	Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions
		Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course
		The effect of computers on teaching the limit concept
		Using DERIVE to understand the concept of Definite Integral
		The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core calculus sequence
Perspectivas de los agentes educativos (opiniones, actitudes y expectativas) hacia las TICs.	Cuestiones de opinión y de actitud, entrevistas, grupos discusión.	Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas
		Creating meaning for and with the graphing calculator
		"LeActiveMath" – a new innovative European eLearning system for calculus contents
		Promoting students' graphical understanding of the calculus
Prácticas de uso de las TICs en aulas. Culturas, formas organizativas y métodos de enseñanza con ordenadores.	Estudios de caso en aulas (observaciones, entrevistas, análisis documental)	Changes of working styles in a computer algebra environment – The case of functions
		Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras
		The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology
		Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university
		Solving problems on functions: Role of the graphing calculator

Algunos de los artículos de investigación podrían ser clasificados en más de una categoría, debido a que los grupos definidos por Área (2005) son complementarios de cierta manera. Sin embargo, se analizaron y se situaron en la categoría que consideramos más representativa para el artículo.

Enfoque según líneas de investigación.

Se presenta a continuación en la Tabla 16, la relación que concentra todos y cada uno de los artículos de las fichas bibliográficas y sus correspondientes enfoques teóricos, así

como sus principales resultados y líneas de investigación específicas, que utilizaremos posteriormente para agrupar en líneas de investigación un poco más generales que puedan quedar inmersas en la línea de investigación general: “La enseñanza y aprendizaje del cálculo en entornos tecnológicos”.

Tabla 16: Líneas de investigación

ARTÍCULO	ENFOQUE TEÓRICO	PRINCIPALES RESULTADOS	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
001 Changes of working styles in a computer algebra environment –The case of functions	La visualización de las múltiples representaciones en ambientes tecnológicos que ayudan a la comprensión de los conceptos matemáticos.	Los estudiantes aprendieron a trabajar con funciones vistas como objetos, conociendo los efectos de la manipulación de un término simbólico sobre representaciones gráficas y numéricas.	Visualización de múltiples representaciones
002 Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course	La necesidad de una reforma en los contenidos y objetivos de los cursos de cálculo es inminente con la disponibilidad de los recursos tecnológicos.	Los estilos de trabajo de los estudiantes revelaron aspectos de sus procesos de pensamiento mientras ellos buscaban con la ayuda del ordenador estrategias de resolución de problemas.	Estilos de aprendizaje.
			Resolución de problemas.
003 Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas	El uso de la tecnología proporciona ventajas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	El uso de la tecnología digital aumentó significativamente el rendimiento académico de los estudiantes y mejoró sus actitudes hacia el estudio de las matemáticas.	Rendimiento académico.
			Disminución de índices de deserción y de reprobación
004 Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools	La evaluación cuantitativa mediante un método de criterios múltiples influye en la determinación de indicadores sobre el rendimiento académico de los estudiantes.	La eficiencia del rendimiento académico disminuye cuando el proceso se analiza mediante métodos de evaluación de criterios múltiples.	Rendimiento académico
			Evaluación cuantitativa de la eficiencia
005 Creating meaning for and with the graphing calculator	Las creencias del profesor sobre las calculadoras gráficas en sus estrategias de enseñanza le permiten al estudiante construir su propio aprendizaje.	Los estudiantes que trabajaron con un ordenador no tuvieron un mejor entendimiento, pero aprendieron a trabajar con funciones vistas como objetos, conociendo los efectos de la manipulación de un término simbólico sobre representaciones gráficas y numéricas.	Patrones y modos de usar los recursos tecnológicos
			Aprendizaje constructivista

ARTÍCULO	ENFOQUE TEÓRICO	PRINCIPALES RESULTADOS	LINEA DE INVESTIGACIÓN
006 Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions	El poder de la visualización mediante el uso de la tecnología en la interpretación y la construcción de gráficas son partes importantes del aprendizaje para la comprensión de conceptos fundamentales del cálculo.	Falta de comprensión en el concepto de límite y dificultades en el uso de la información gráfica para dar significado a la representación simbólica para explicar los errores y las falsas ideas identificadas.	Concepciones y falsas ideas de los estudiantes con respecto al concepto de derivada.
007 "LeActiveMath" – a new innovative European eLearning system for calculus contents	Los sistemas de software desarrollados para propósitos específicos permiten una individualización de los procesos de aprendizaje y un aprendizaje más eficiente.	La evaluación de medio término del proceso enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial mediante el software "LeActiveMath" descubrió la necesidad de mejorar dicho sistema y habrá que esperar la evaluación final para obtener unos resultados más determinantes.	Desarrollo de software para la didáctica del Cálculo
008 Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras	Los estudiantes desarrollan tanto abordajes visuales como algebraicos en un ambiente computacional	El pensamiento matemático es mediado y reorganizado por los dispositivos utilizados. Los procesos de pensamiento matemático de los estudiantes se caracterizan por ser juegos de conjeturas y refutaciones articulados en forma de red y no en forma lineal.	Visualización de objetos matemáticos
			Actitudes hacia el uso de la tecnología
009 Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course.	Las múltiples conexiones entre las representaciones de un concepto matemático fortalecen la comprensión del mismo.	La representación algebraica de una función todavía domina el pensamiento de muchos estudiantes. Los estudiantes mostraron un entendimiento casi completo de la derivada, particularmente de la idea de la derivada como razón de cambio instantánea.	Visualización de múltiples representaciones
			Concepto de funciones y derivada
010 The effect of computers on teaching the limit concept	El concepto de límite es fundamental en la enseñanza del cálculo, particularmente en el comportamiento de funciones y sus aplicaciones en la ingeniería y en las ciencias.	El ordenador tuvo un efecto positivo en la comprensión del concepto de límite, debido a la facilidad de la visualización para las explicaciones de dicho concepto.	Concepto de límite

ARTÍCULO	ENFOQUE TEÓRICO	PRINCIPALES RESULTADOS	LINEA DE INVESTIGACIÓN
011 The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivative at a point.	El uso de herramientas gráficas en la instrucción matemática permite a los estudiantes explorar un amplio rango de tipos de funciones y les proporciona un acceso fácil a las múltiples representaciones	Los estudiantes del grupo experimental mejoraron de manera significativa con respecto al grupo control.	Visualización de múltiples representaciones
			Concepto de derivada
012 The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology	Los CAS ofrecen a los profesores la oportunidad de hacer matemáticas accesible a los estudiantes y a éstos desarrollar una comprensión integral de los conceptos fundamentales.	La clase del Profesor que enfocó su contenido haciendo énfasis sobre el desempeño fue superior usando el CAS para la diferenciación simbólica y para la traducción entre las diferentes representaciones y la clase del profesor que enfocó su contenido con un énfasis en el entendimiento conceptual fue superior sobre mayor número de competencias de interpretación de la derivada.	Estrategias de enseñanza
013 Using Derive to understand the concept of Definite Integral	La interacción entre diferentes representaciones es necesaria para la formación de un concepto matemático.	El programa de instrucción usado permitió a los estudiantes mejorar algo en el uso de aspectos gráficos y numéricos de la integral definida	Concepto de Integral Definida
			Visualización de múltiples representaciones
014 Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university	Los ejercicios en línea permiten a los estudiantes ser autodidactas.	Compromiso adquirido por los estudiantes al realizar trabajo extra, lo que les permite un entendimiento a profundidad. Diversidad de rutas que siguen en su aprendizaje matemático.	Estrategias de enseñanza
			Visualización de múltiples representaciones
015 Solving problems on functions: Role of the graphing calculator	Las creencias de los estudiantes sobre el rol de la tecnología para hacer matemáticas.	Los grupos emplearon mayor tiempo en la resolución de problemas con el uso de la calculadora gráfica.	Visualización de múltiples representaciones
			Resolución de problemas
016 The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core calculus sequence	El uso de la tecnología en cálculo impacta positivamente el entendimiento conceptual y la habilidad para resolver problemas de aplicación.	El grupo experimental que usó un CAS tuvo una puntuación media mayor que el grupo control y la diferencia más significativa se presentó en los ítems clasificados como aplicaciones de la derivada.	Concepto de funciones y derivada

ARTÍCULO	ENFOQUE TEÓRICO	PRINCIPALES RESULTADOS	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
017 Promoting students' graphical understanding of the calculus	El sentido gráfico del cálculo necesita énfasis en el currículo de matemáticas en virtud de que los estudiantes deben desarrollar tanto un sentido por el cálculo como también el conocimiento de las reglas.	Graficar una función a partir de la gráfica de sus pendientes permiten a los estudiantes una mejor comprensión del concepto de la derivada al pasar de una representación simbólica a una gráfica mediante el uso de la tecnología.	Concepto de derivada desde una perspectiva gráfica

Analizando cada una de las columnas de la tabla anterior, podemos establecer las siguientes conclusiones para cada una de ellas.

Enfoque teórico.

Los enfoques teóricos pueden agruparse en los siguientes bloques:

- Las concepciones y falsas creencias de los estudiantes con respecto a conceptos fundamentales del cálculo.
- La visualización de las múltiples representaciones mediante el uso de la tecnología facilita la comprensión de conceptos matemáticos.

Principales resultados.

Existe una amplia gama de resultados, desde diferencias significativas en el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje con la ayuda de las nuevas tecnologías, hasta no influir en el rendimiento académico de los alumnos; o también, un estudio piloto en desarrollo de software especializado, en el cual no se pueden concluir resultados con cierta seguridad, debido a que la muestra es muy pequeña.

Utilizando otra posibilidad del Access 2007, generamos el gráfico correspondiente a los resultados de los estudios reportados en los artículos de investigación (Figura 7). Los criterios para la selección de datos que conformaron el campo “resultados” en nuestra base de datos se han descrito con anterioridad.



Figura: 7

En la gráfica se observa que 14 de los estudios obtuvieron resultados entre medios y satisfactorios, según los datos recogidos en las fichas bibliográficas y nuestra percepción de los datos correspondientes a los resultados de las investigaciones.

Líneas de investigación

Procederemos ahora a agrupar las líneas de investigación específicas que aparecen en la relación del concentrado de artículos, no perdiendo de vista que omitiremos los términos: tecnología, uso de ordenadores, mediante calculadora gráfica, etc., debido a que quedan implícitos en la línea de investigación general.

Las líneas de investigación por artículo podrían agruparse en líneas de investigación un poco más amplias, relacionadas a continuación:

- Visualización de múltiples representaciones.
- Comprensión de conceptos básicos de cálculo.
- Estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Rendimiento académico.
- Actitudes y motivación de los estudiantes.
- Resolución de problemas.

6. CONCLUSIONES

La confluencia de la tecnología y las estrategias de enseñanza no debería dejarse al azar, debido a que la coherencia e integración de sus partes incrementa la probabilidad de aprendizaje del estudiante (Reigeluth, 1983). Durante el diseño educativo de cursos, la selección de la estrategia de enseñanza repercute, de manera determinante, sobre la dinámica de los mismos (Mcanally, Navarro, Rodríguez, 2006).

Cálculo es la base del currículum de estudios de ciencia e ingeniería. Es generalmente reconocido en una investigación en educación matemática que existen muchos problemas en la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo y que la calidad de la enseñanza y el aprendizaje pueden ser mejorados. Los profesores para lograrlo, normalmente emplean con entusiasmo las tecnologías en su práctica y uno de esos esfuerzos es usar un CAS en dicho proceso (Wu, 2004).

Por otra parte, son numerosas las publicaciones sobre tareas y conceptos a desarrollar en estudios mediante el uso de CAS, lo que facilita su enseñanza y, sobre todo, contribuye a mejorar el aprendizaje. Entre otros logros constatados, se consigue que conceptos abstractos que presentan dificultades especiales para los alumnos resulten mucho más accesibles y fáciles de comprender (Leinbach, 1994). Además, se logra un incremento en la motivación y una mejora en la actitud hacia las Matemáticas (Cretchley y Galbraith, 2002; Camacho y Depool, 2002; Kempinski, 2002).

En otro sentido, se han registrado ciertas modificaciones en el desarrollo de las clases, como por ejemplo: cuando no se utiliza un CAS el profesor suele acaparar todo el protagonismo, mientras que con su uso aumenta la participación, la actividad autónoma de los alumnos (Nocker, 1998) y las relaciones entre ellos, adquiriendo un mayor protagonismo en la construcción de conocimientos (Schneider, 2000). Por último, debido a la interactividad potencial de este tipo de herramientas, se consigue un nivel de abstracción superior en la resolución de problemas matemáticos (Albano y Desiderio, 2002), lo que supone, evidentemente, un logro didáctico importante.

Este trabajo cuyo propósito fundamental es obtener una aproximación al estado de la cuestión sobre el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo, pretende poner los cimientos para la búsqueda y desarrollo de estrategias

innovativas en la didáctica del Cálculo y contribuir a lograr elevar la calidad en la enseñanza y por supuesto en el aprendizaje de esta rama de las matemáticas.

6.1 Conclusiones en base a los objetivos

Se describen a continuación los resultados obtenidos del estudio en función del cumplimiento total o parcial de los objetivos específicos establecidos.

Objetivo 1: Estudiar la producción de artículos de investigación relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo con el uso de ordenadores y calculadoras gráficas, publicados a partir de 2000; así como también, aquellos artículos correspondientes a la didáctica de conceptos de pre-cálculo, que sean considerados como relevantes dentro del ámbito de conocimientos previos para el aprendizaje del Cálculo.

Estamos conscientes que aunque la muestra no fue lo suficientemente grande por las limitaciones que posteriormente comentaremos, la perspectiva de plantear una aproximación para un estudio de este tipo con la ayuda de recursos tecnológicos se encuentra plasmada a lo largo del desarrollo del trabajo.

Objetivo 2: Diseñar un instrumento de recogida de datos (ficha bibliográfica) de los artículos de investigación que incluirá los datos generales del artículo, así como los datos específicos de la investigación.

La ficha que representó nuestro instrumento de recogida de datos fue diseñada para propósitos del estudio. Sin embargo, en este caso también se considera que dicha ficha puede ser depurada cada vez que se recogen datos de los artículos de investigación, como sucedió hasta el último momento de este trabajo.

Objetivo 3: Analizar dichas investigaciones, extractando los datos necesarios para rellenar la ficha bibliográfica de los artículos.

Con respecto a este objetivo, se nos presentó la dificultad sobretodo de extraer de la forma más resumida los datos correspondientes a los parámetros descriptivos de clasificación, como son: resumen, procedimiento, resultados y conclusiones. Para la recogida de estos datos se percibe cierto grado de subjetividad.

Objetivo 4: Diseñar una base de datos que permita almacenar electrónicamente los datos registrados en las fichas bibliográficas.

La base de datos se diseñó en función de las necesidades del estudio, pero también es factible modificarla y adaptarla las veces que se requiera. Se considera que falta todavía mucho tiempo en invertir en el diseño de la captura de los datos, debido a que esta captura fue realizada de manera técnica y el Access 2007 tiene grandes posibilidades al respecto. También lo tiene en la generación de informes, gráficos y otros aspectos tales como conexiones con el SQL que es un manejador de consultas de base de datos vía internet.

Objetivo 5. Analizar las fichas bibliográficas cuantitativamente y cualitativamente con el propósito de determinar las tendencias de las investigaciones en el tema.

Las fichas bibliográficas se analizaron de acuerdo a ambas metodologías mediante la ayuda de los recursos electrónicos a mano, sin embargo por la cantidad de fichas bibliográficas que conforman la muestra, con respecto al análisis cuantitativo no podemos inferir sobre tendencias generales de investigación en el tema y sobre qué tipo de software es el más recomendable para llevar a cabo investigaciones aplicadas de este tipo.

Si en este momento intentamos responder a las preguntas de investigación planteadas en nuestro trabajo de investigación con respecto a:

- ¿Qué investigaciones se han realizado sobre la didáctica del Cálculo utilizando nuevas tecnologías?
- ¿Hacia dónde se dirigen dichas investigaciones, es decir, cuáles son las tendencias de desarrollo?
- ¿Cuáles son los temas específicos de Cálculo que más se han abordado a través de esas investigaciones?
- ¿Qué tipos de software se han utilizado para mejorar la enseñanza del Cálculo?
- ¿El uso de la tecnología mejora la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo?

Concluiríamos que:

- ✓ Faltaría por investigar las disertaciones doctorales sobre el tema objeto de estudio.
- ✓ Las tendencias de desarrollo son el mejoramiento del rendimiento académico y las capacidades de visualización para las representaciones múltiples con el uso de las nuevas tecnologías.
- ✓ Existe una amplia variedad de temas específicos de Cálculo tratados en las investigaciones, pero la balanza se inclina sobre los conceptos y aplicaciones de funciones, límites y derivadas.
- ✓ Se ha utilizado una amplia gama de software en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo.
- ✓ No es posible generalizar que el uso de la tecnología mejora la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo.

6.2 Conclusiones metodológicas

Las actividades realizadas para la recolección de datos, tales como búsqueda y revisión de artículos, lecturas de los artículos de investigación seleccionados para el estudio, y registro de datos en las fichas bibliográficas, permiten obtener una aproximación para el estado de la cuestión de un tema de investigación. Sin embargo, sería conveniente que los datos descriptivos tales como procedimientos y resultados pudieran recogerse de una forma menos subjetiva, asignándoles parámetros de clasificación establecidos.

Por otra parte, tal vez sería conveniente también considerar una normalización de palabras clave, describiendo cada una de ellas para que en un futuro la clasificación de los artículos pueda realizarse de una manera más concreta y la interpretación de tendencias de investigación se pueda inferir de una mejor manera con datos cuantitativos. También se sugiere establecer criterios para concentrar de manera más objetiva los instrumentos metodológicos.

6.3 Limitaciones del trabajo

Consideramos que el número de fichas bibliográficas que constituyeron el trabajo de investigación es reducido, lo que limita las conclusiones con respecto al tipo de software recomendado para un cierto tipo de investigaciones en el proceso de enseñanza y

aprendizaje del Cálculo, ya sea que estemos hablando por ejemplo, de mejoramiento en el rendimiento académico, o bien de actitudes de los estudiantes con respecto al uso de la tecnología en el proceso.

El tiempo empleado en la elaboración del trabajo representó en mi caso muy particular una de las limitaciones de la investigación, debido a que hubiera sido interesante incluir en la muestra las disertaciones doctorales que pudieran obtenerse con respecto al tema objeto de estudio; aunque cabe aclarar que algunos de los artículos clasificados son parte de esas disertaciones doctorales.

Las bondades del recurso tecnológico utilizado para el diseño de la base de datos son mucho más amplias que los beneficios que obtuvimos de dicho software y en este caso, también el factor tiempo representó una limitación.

6.4 Perspectivas de ampliación

Las perspectivas que se sugieren a futuro, relacionadas con este trabajo de investigación son:

- Revisión y validación del instrumento de recogida de datos.
- Definición de parámetros para uniformizar criterios de recolección de datos.
- Comparación de objetivos de los artículos de investigación de la muestra.
- Búsqueda, revisión y análisis de disertaciones doctorales correspondientes al tema de la investigación con el propósito de ampliar la muestra.
- Estudio de las posibilidades del Access 2007 como herramienta tecnológica en el análisis de datos de artículos de investigación.

REFERENCIAS

- Abboud, M. y Habre, S. (2006). Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(1), 57-72.
- Albano, G. y Desiderio, M. (2002). Improvements in teaching and learning using CAS. *Proceedings of the Vienna International Symposium on Integrating Technology into Mathematics Education*. Viena, Austria.
- Area, M., (2005). Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 11(1), 3-25.
- Berry, J. y Nyman, M. (2003). Promoting students' graphical understanding of the calculus. *Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 481-497.
- Bettetini, G. (1995). Tecnología y comunicación. En G. Bettetini y F. Colombo (Ed.), *Las nuevas tecnologías de la comunicación* (pp. 15-39). Barcelona: Instrumentos Paidós.
- Blázquez, S., Ortega, T. (2001). Los sistemas de representación en la enseñanza del límite. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(3), 219-236.
- Bowers, D. (1999). *Animating web pages with the TI-92*. Consultado el 15 de agosto de 2008 en <http://ourworld.compuserve.com/homepages/davidbowers>.
- Brady, T. (2006). The effects of graphing calculators on student achievement in AP Calculus AB. *Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Education Department of Educational Leadershi*. Central Connecticut State University New Britain, Connecticut.
- Camacho, M. y Depool, R. (2002). Students' attitudes towards Mathematics and computers when using DERIVE in the learning of calculus concepts. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 9(4), 259-283.
- Camacho, M. y Depool, R. (2003, 5 December). Using DERIVE to understand the concept of Definite Integral [107 párrafos]. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*,

- Castro, E. y Castro E. (1997). Representaciones y modelización. En L. Rico (Coord.), *La educación matemática en la enseñanza secundaria* (pp.95-124). Barcelona: Horsori.
- Cazes, C., Gueudet, G., Hersant, M. y Vandebrouck, F. (2006). Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 11, 327-350.
- Coomans, M. (1995). Tendances et perspectives européennes en matière de technologies multimédias. En F. Delmas y F. Massit-Folléa (dirs.), *Vers la Société de Informations. Savoirs-Pratiques-Médiations*. Rennes-France: Apogée.
- Cretchley, P. (2002). Mathematics and technology: How integrated is this learning partnership? *Proceedings of the Vienna International Symposium on Integrating Technology into Mathematics Education*. Viena, Austria.
- Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En (Editor F. Hitt). *Investigaciones en Matemática Educativa II*. Grupo Editorial Iberoamérica. Traducción de: Registres de representation s'émiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, Vol. 5 (1993).
- Estebanell, M. (2000). Interactividad e interacción. *Revista Interuniversitaria de Tecnología Educativa*, n.0, 92-97. Universidad de Girona.
- Ferrini, J., Geuther, K. (1991). An Overview of the Calculus Curriculum Reform Effort: Issues for Learning, Teaching, and Curriculum Development, *The American Mathematical Monthly*. 98(7), 627-635.
- Goldenberg, P. (2000). Thinking (and talking) about technology in math classrooms. *Education Development Center*. Descargado el 28 de agosto de 2008 en http://www2.edc.org/mcc/pdf/iss_tech.pdf.
- Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*. X(2), 213-223.
- Hughes-Hallett, D., Gleason, A., Flath, D., Gordon, S., Lomen, D., Lovelock, D., McCallum, N., Osgood, B., Pasquale, A., Tecosky-Feldman, J., Thrash, J. y Thrash, K. (1994). *Calculus*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kaput, J. J. (1998). Representations, inscriptions, descriptions and learning: a kaleidoscope of windows. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 265-281.

- Kempski, B. (2002). Imaginative deployment of computer algebra in the undergraduate mathematics curriculum. *Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics (at the undergraduate level)*. Hersonissos, Creta, Grecia.
- Kendal, M. (2001). *Teaching and learning introductory differential calculus with a computer algebra system. Submitted in total fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy*. Department of Science and Mathematics Education the University of Melbourne.
- Kennedy, D. (2000). *AP calculus for a new century*. Consultado el 8 de agosto de 2008 en [http://www.collegeboard.org/ap/calculus/new century/index.html](http://www.collegeboard.org/ap/calculus/new%20century/index.html).
- Kosslyn, S.M. (1983). *Ghosts in the Mind's Machine: Creating and Using Images in the Brain*. New York: W.W.Norton.
- Kumar, T. (2007). Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, (2)1, 32-48.
- Kutzler, B. (2003). CAS as pedagogical tools for teaching and learning mathematics. En Fey *et al.* (eds.), *Computer algebra systems in secondary school education* (pp. 53-71). Reston VA: NCTM.
- Lavy, LL. (2007). A case study of dynamic visualization and problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 38(8),1075-1092.
- Legendre, R. (1988). *Dictionnaire actuel de l'Education*, París-Montréal: Larousse.
- Leinbach, C. (1997). The curriculum in the age of CAS. En: J. Berry, y J. Monaghan (Eds.), *The state of computer algebra in mathematics education*. Bromley, England: Chartwell-Bratt.
- Leinbach, L. (1994). Visualizing concepts in advanced analysis. *The International DERIVE Journal*, 1(2), 101-113.
- Lowrie, T. y Hill, D. (1996). The development of a dynamic problem-solving model. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, XXIX(1), 1-11.
- Mayer, R.E. (1992), *Thinking, Problem Solving, Cognition* (2^a ed.) New York: W.H. Freeman.

- Mcanally, L., Navarro, M. y Rodríguez, J. (2006). La integración de la tecnología educativa como alternativa para ampliar la cobertura en la educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 11(28), 11-30.
- Nocker, R. (1998). Effects of computer algebra on classroom methodology and pupil activity. *Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics 1996*. Osnabrueck, Alemania.
- Ortíz, J., Rico, L., Castro, E. (2008). La enseñanza del álgebra lineal utilizando modelización y calculadora gráfica: Un estudio con profesores en formación. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(4), 181-189.
- Reigeluth, C. M. (1983). *Instructional-design theories and models*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Santos, M. (2001). Potencial didáctico del software dinámico en el aprendizaje de las Matemáticas. *Avance y Perspectiva*, 20, 247-258.
- Schneider, E. (2000). Teacher experiences with the use of a CAS in Mathematics classroom. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 7(2), 119-141.
- Schwartzman, S. (2001). El futuro de la educación en América Latina y el Caribe. *Séptima Reunión del Comité Regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe*. ED-01/ PROMEDLAC VII/REF.2.
- Silva, J. y Villarreal, G. (2004). El uso de graficadores y procesadores geométricos en la enseñanza de la matemática en el nivel secundario, *Marco Teórico. Material desarrollado por Centro Comeniu*. Universidad de Santiago de Chile.
- Sutherland, R. y Balacheff, M. (1999). Didactical complexity of computacional environments for the learning of mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 4(1), 1-26.
- Tall, D. (1996). Functions and Calculus. En A. Bishop, K. Clements, C. K. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde, *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 289-325). Netherlands: Kluwer Academic Publishers Group.
- Tall, D., Smith, D., Cynthia, P. (2001). Technology and Calculus, *Draft of chapter as at August 25 th 2001*.

- Trouche, L. (2005). Calculators in mathematics education: a rapid evolution of tools with differential effects. En Guin et. al. (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators* (pp. 9-40). Nueva York: Springer.
- Villarreal, M. (2003). Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras. *Educación Matemática*, 15(1), 99-122.
- Weigand, W.G. y Weller, H. (2001). Changes of working styles in a computer algebra environment – The case of functions. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(1), 87-111.
- Wu, T. (2004). CAS and the teaching of calculus. *Proceedings of the 10th International Congress on Mathematical Education*. Copenhagen, Denmark.
- Zimmermann, W. (1991). Visual thinking in mathematics. En W. Zimmermann y S. Cunningham (Eds.), *Visualization in teaching and learning mathematics* (pp. 127-137). Washington, DC: Mathematical Association of America.

ANEXOS

Anexo A

Referencias de fichas bibliográficas

CLAVE	REFERENCIA
001	Weigand, W.G. y Weller, H. (2001). Changes of working styles in a computer algebra environment – The case of functions. <i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i> , 6(1), 87-111
002	Kumar, T. (2007). Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course. <i>International Electronic Journal of Mathematics Education</i> , (2)1, 32-48.
003	Dávila, A. (2007). Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas. <i>Compendium</i> , 10(18), 21-36.
004	Gomes, E., Lins, M., Soares, J., Soares, M., (2002). Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools. <i>European Journal of Engineering Education</i> , 27(2), 209-218.
005	Doerr, H. y Zangor, R. Creating meaning for and with the graphing calculator. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , (41)2, 143-163.
006	Ubuz, B. (2007). Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions. <i>International Journal of Mathematical Education in Science and Technology</i> , 38(5), 609-637.
007	Grob, C. y Moormann, M. (2006). "LeActiveMath" – a new innovative European eLearning system for calculus contents. <i>The International Journal on Mathematics Education</i> , (38)6, 472-481.
008	Villarreal, M. (2003). Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras. <i>Educación Matemática</i> , 15(1), 99-122.
009	Abboud, M. y Habre, S. (2006). Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course. <i>Journal of Mathematical Behavior</i> , 25(1), 57-72.
010	Büyükköroğlu, T., Çetin, N., Deniz, A., Düzce, S., Mahir, N. y Üreyen, M. (2006, 3 May). The effect of computers on teaching the limit concept [396 párrafos]. <i>International Journal for Mathematics Teaching and Learning</i> .
011	Serhan, D. (2006, 8 May). The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivative at a point [76 párrafos]. <i>International Journal for Mathematics Teaching and Learning</i> .
012	Kendal, M., Stacey, K. The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology. <i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i> , 6(2), 143-165.
013	Camacho, M. y Depool, R. (2003, 5 December). Using Derive to understand the concept of Definite Integral [107 párrafos]. <i>International Journal for Mathematics Teaching and Learning</i> .
014	Cazes, C., Gueudet, G., Hersant, M. y Vandebrouck, F. (2006). Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university. <i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i> , 11, 327-350.
015	Solving problems on functions: Role of the graphing calculator. <i>Focus on Learning Problems in Mathematics</i> , 29(3), 34-54.
016	Connors, M. A. y Snook, K. (2001). The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core calculus sequence. <i>International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education</i> , 8(2), 99-114.
017	Berry, J. y Nyman, M. (2003). Promoting students' graphical understanding of the calculus. <i>Journal of Mathematical Behavior</i> , 22(4), 481-497.

Anexo B

Fichas Bibliográficas

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 001

DATOS GENERALES	N° correlativo	001
	Clave	IJCML001
	Autor(es)	Hans-Georg Weigand
		Hubert Weller
	Título	Changes of working styles in a computer algebra environment – The case of functions
	Revista	International Journal of Computers for Mathematical Learning
	Referencia	Vol. 6, N° 1, Pág. 87-111
	Año publicación	2001
	País	Alemania
	Hardware	Ordenador
	Software	Derive
		Mathplus
		Screencam
Pascal		
	Ambientes LOGO	
Resumen	Este estudio es una investigación empírica sobre el uso de los estudiantes de funciones cuadráticas con “Derive” y funciones trigonométricas con “Mathplus”. Se enfocó particularmente en el estilo de trabajo de los estudiantes mientras ellos resolvieron problemas y buscaron cambios en esos estilos, comparando las actividades tradicionales de papel y lápiz. Mientras los estudiantes trabajaron en los ordenadores, sus actividades (tales como entradas vía teclado, selección de menús o movimientos del mouse) fueron grabadas por un programa especial.	
Palabras clave	Sistema algebraico computacional	
	Estilos de trabajo matemático	
	Protocolos computarizados	
DESCRIPTORES	Funciones cuadráticas	
	Funciones trigonométricas	
	Gráfica de funciones	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Cómo cambia el estilo de trabajo de los estudiantes al utilizar un CAS en comparación con el trabajo tradicional con lápiz y papel?
		¿Los estudiantes logran un mejor entendimiento del concepto de función mientras trabajan con un CAS?
	Objetivo (finalidad)	Identificar los cambios en los estilos de trabajo de los estudiantes mientras ellos resuelven problemas con la ayuda de un CAS.
	Justificación	Mejorar la comprensión de una función mediante la visualización de las distintas representaciones con la ayuda de ordenadores.
DISEÑO	Tipo	Observacional
	Nivel educativo	Bachillerato
	Participantes	La muestra NO se indica
	Instrumentos	Protocolos computarizados
		Videotapes
	Notas escritas	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 001

	Procedimiento	Este estudio muestra las posibilidades de un método de investigación basado en protocolos computarizados, los cuales proporcionan en tiempo real la descripción de las acciones computacionales realizadas por los estudiantes. Las lecciones se impartieron en un laboratorio de cómputo, investigando en la primera parte funciones cuadráticas con Derive y en la segunda funciones trigonométricas con Mathplus.
ANÁLISIS DE DATOS	Cualitativo, analizando los protocolos computarizados.	
RESULTADOS	La investigación empírica mostró repetidamente que los estudiantes sentados en frente de un ordenador rara vez tienen la paciencia para leer representaciones sobre la pantalla e interpretarlas y reflexionar sobre ellas.	
	Los estilos de trabajo de los estudiantes revelaron aspectos de sus procesos de pensamiento mientras ellos buscaban con la ayuda del ordenador estrategias de resolución de problemas.	
	Los estudiantes que trabajaron con un ordenador no tuvieron un mejor entendimiento, pero aprendieron a trabajar con funciones vistas como objetos, conociendo los efectos de la manipulación de un término simbólico sobre representaciones gráficas y numéricas.	
CONCLUSIONES	Las representaciones generadas por computadora son frecuentemente vistas por los estudiantes solamente como figuras, no relacionando el contenido matemático detrás de ellas.	
	Los estudiantes utilizaron más de lo esperado los métodos proporcionados por el CAS al trabajar experimentalmente buscando estrategias para la resolución de problemas.	
	Los protocolos computarizados son una herramienta útil de investigación para estudiar los estilos de trabajo de los estudiantes al mismo tiempo que resuelven problemas y para categorizar sus estrategias de resolución.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 002

DATOS GENERALES	N° correlativo	002
	Clave	IEJME002
	Autor(es)	Tapan Kumar Tiwari
	Título	Computer graphics as an instructional aid in an introductory differential calculus course.
	Revista	International Electronic Journal of Mathematics Education
	Referencia	Vol. 2, N° 1, Pág. 32-48
	Año publicación	2007
	País	Estados Unidos
	Hardware	Ordenador
	Software	Mathematica
	Resumen	Analiza el efecto del uso de las capacidades gráficas y numéricas del software "Mathematica" como una herramienta instruccional suplementaria en el aumento de los conocimientos conceptuales y de las habilidades en la resolución de problemas en un curso de Cálculo Diferencial. Los tópicos de cálculo diferencial son introducidos por el método de clase tradicional en ambos grupos: el de control y el experimental. El software fue usado solo por los estudiantes del grupo experimental para reforzar e ilustrar los conceptos desarrollados mediante el método tradicional.
Palabras clave	Sistema algebraico computacional	
	Ordenadores gráficos	
	Computación numérica	
	Herramientas de instrucción suplementaria	
	Síndrome de la caja negra	
DESCRIPTORES	Límites	
	Continuidad	
	Concepto de derivada	
	Análisis de curvas	
	Puntos críticos	
	Puntos de inflexión	
	Extremos relativos	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿El ordenador usado como una herramienta instruccional suplementaria aumenta el entendimiento conceptual de cálculo diferencial en los estudiantes? ¿Existe una diferencia en las habilidades de los estudiantes para encontrar números críticos, puntos de inflexión y extremos relativos si el ordenador es usado como una herramienta instruccional suplementaria?
	Objetivos (finalidad)	Comprobar que el uso de la tecnología en un curso de Cálculo Diferencial puede no solamente ser utilizada para cálculo de procesos algebraicos, sino también para la comprensión de conceptos.
	Justificación	Mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en Cálculo Diferencial.
	DISEÑO	Tipo
Nivel educativo		Universidad.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 002

	Participantes	Grupo control = 42 estudiantes (17 varones y 25 mujeres), pero solo 9 hombres y 18 mujeres completaron el estudio. Grupo experimental = 46 estudiantes (32 varones y 14 mujeres), de los cuáles 22 hombres y 9 mujeres completaron el estudio; pero fueron excluidos una mujer y un varón que no presentaron el ACT (American College Test)
	Instrumentos	Pruebas escritas.
	Procedimiento	A ambos grupos se le administraron dos pruebas escritas: una de seis preguntas para evaluar la comprensión de conceptos, tales como: límite, derivada y las aplicaciones geométricas de la derivada y otra de tres preguntas para evaluar la habilidad de los estudiantes en el análisis y graficación de funciones.
ANÁLISIS DE DATOS		Análisis cualitativo mediante las explicaciones de los estudiantes sobre la derivada de una función.
		Análisis cuantitativo mediante las calificaciones de las pruebas usando un ANCOVA.
RESULTADOS		El grupo experimental obtuvo un mejor aprovechamiento en el aprendizaje de los conceptos de límites, continuidad y análisis de curvas.
		Un alto porcentaje de estudiantes en el grupo experimental tuvo una mejor comprensión del concepto de la derivada.
CONCLUSIONES		A pesar de que el ACT (American College Test) demostró una equivalencia en los conocimientos previos de los estudiantes, las respuestas abiertas para el análisis cualitativo demostraron que el software permitió un mayor entendimiento de los conceptos de cálculo. Por otra parte, las calificaciones también demostraron que cuantitativamente el grupo experimental resultó con un mayor rendimiento académico al obtener mayores notas.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 003

DATOS GENERALES	Número correlativo	003
	Clave artículo	COMPEN003
	Autor(es)	Alirio Dávila
	Título artículo	Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas.
	Revista	Compendium
	Referencia específica	Vol. 10, N° 018, Pág. 21-36
	Año de publicación	2007
	País	Venezuela
	Hardware	Ordenador
	Software	Graphmatica
	Resumen	Reporta los efectos del uso del software Graphmatica y del correo electrónico sobre el rendimiento académico de un grupo de estudiantes repetidores de Matemáticas I en la carrera de Ingeniería Informática de una universidad pública de Venezuela.
Palabras clave	Tecnología digital	
	Matemáticas	
	Rendimiento académico	
DESCRIPTORES	Límites	
	Continuidad	
	Derivación	
	Puntos críticos	
	Puntos de Inflexión	
	Concavidad	
	Asíntotas	
	Extremos relativos	
	Recta tangente	
	Teorema de Rolle	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Qué efectos tendrá el uso de tecnología educativa digital sobre el rendimiento académico de los estudiantes repetidores de Matemáticas I? ¿Cuál será la actitud de los estudiantes repetidores hacia el uso de tecnología en el proceso de aprendizaje y en el de enseñanza de Matemáticas I? ¿Qué efectos tendrá el uso de tecnología educativa digital sobre el nivel de ausentismo de los estudiantes repetidores a sus clases de Matemáticas I?
	Objetivos (finalidad)	Comprobar que el uso del software Graphmatica promueve el aprendizaje constructivista de los estudiantes mediante estrategias de enseñanza adecuadas.
	Justificación	Disminuir el índice de reprobados en Matemáticas I y mejorar su rendimiento académico.
	Tipo.	Cuasi experimental
DISEÑO	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	48 estudiantes en un grupo, de los cuales solo 30 completaron el cuestionario final.
	Instrumentos	Cuestionario exploratorio.
		Evaluaciones escritas Cuestionario tipo Likert

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 003

	Procedimiento	Se aplicó un cuestionario exploratorio para prevenir la influencia de la variable: conocimientos previos. Evaluación sumativa. Cinco trabajos prácticos en el laboratorio de cómputo usando Graphmatica y cinco exámenes escritos. Se aplicó un cuestionario final de la investigación tipo Likert para medir según el propio criterio de los estudiantes su aprendizaje efectivo mediante el uso de la tecnología digital, su motivación y sus actitudes hacia las matemáticas.
ANÁLISIS DE DATOS	Cuantitativo. El análisis estadístico de los datos se realizó con el software SPSS-12 con pruebas t-student para muestras pareadas y simples, y un tratamiento estadístico descriptivo al cuestionario tipo Likert.	
RESULTADOS	El rendimiento académico de los estudiantes repetidores de Matemáticas I mejoró significativamente, sin embargo los estudiantes aprobados no lograron niveles de rendimiento académico meritorio. Los estudiantes repetidores adoptaron una actitud favorable hacia el uso de tecnología digital en el proceso de enseñanza y aprendizaje de Matemáticas I y también disminuyó significativamente su índice de ausentismo a clases.	
CONCLUSIONES	El uso de las tecnologías educativas digitales en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas mejora el rendimiento académico de los alumnos, sin embargo es necesario reflexionar sobre el verdadero grado de correlación entre la tecnología y el nivel de rendimiento académico de los alumnos.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 004

DATOS GENERALES	N° correlativo	004
	Clave	EJEE001
	Autor(es)	João Carlos C. B. Soares De Mello
		Marcos P. E. Lins
		Maria Helena C. Soares De Mello
		Eliane G. Gomes
	Título artículo	Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools
	Revista	European Journal of Engineering Education
	Referencia	Vol. 27, N° 2, Pág. 209-218
	Año publicación	2002
	País	Brasil
	Hardware	Ordenador
	Software	No indica
Resumen	Este artículo compara la eficiencia de cursos de cálculo. Dos tipos de clase son evaluadas: una tradicional y la otra que usa métodos computacionales en la enseñanza. El énfasis de este artículo es sobre la evaluación cuantitativa usando dos herramientas operacionales de investigación: el MACBETH y el DEA, comparando la eficiencia de los grupos como unidades productivas. Las variables de evaluación son el nivel con el cual los estudiantes se incorporan a la universidad y el desenvolvimiento de los estudiantes después de estudiar cálculo.	
Palabras clave	Evaluación de criterios múltiples	
	Eficiencia de cursos de cálculo	
	Conocimientos previos de cálculo	
	Rendimiento académico	
DESCRIPTORES	Cálculo Diferencial	
	Cálculo Integral	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	La eficiencia en el rendimiento académico de los estudiantes varía cuando se utilizan métodos de evaluación cuantitativa de criterios múltiples.
	Objetivos (finalidad)	Comparar la eficiencia de grupos de cálculo mediante una evaluación cuantitativa utilizando métodos de criterios múltiples.
	Justificación	La importancia de las evaluaciones cuantitativas en educación matemática, donde los medios educativos y el conocimiento previo juegan un papel importante.
DISEÑO	Tipo.	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	12 grupos con estudiantes heterogéneos, debido a que había estudiantes de diferente carrera, estudiantes de nuevo ingreso y estudiantes repetidores.
		Instrumentos

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 004

	Procedimiento	De los 12 grupos, dos de ellos fueron los grupos experimentales, utilizando métodos computacionales en la enseñanza. Se comparó la eficiencia de los grupos como unidades productivas mediante dos herramientas de investigación: el DEA (Análisis de Datos del comportamiento ampliado), una herramienta de la evaluación de la eficiencia y el acercamiento MACBETH (medición de lo atractivo del método por una categoría basada en una técnica de evaluación).
ANÁLISIS DE DATOS	Evaluación cuantitativa, mediante dos herramientas operacionales de investigación: métodos de ayuda de decisión de criterios múltiples con el acercamiento MACBETH (método interactivo basado en la evaluación que mide el grado de preferencia de un decisor sobre un conjunto de alternativas) y un análisis de ampliado de comportamiento de datos (DEA).	
RESULTADOS	Solamente una clase fue eficiente. Al usar todas las restricciones y no dejar fuera algún criterio, las clases bajo experimentación perdieron eficiencia. Las clases de los segundos semestres fueron también ineficaces y la razón probable es que los estudiantes que se incorporan el segundo semestre tienen problemas porque pasan 6 meses sin clases. Es también notable que las clases bajo experimentación resultaran menos eficientes que otras en el mismo semestre, debido a que su resultado fue inferior, incluso cuando fue comparado con algunas clases de 1997, a pesar de la desventaja de la variable.	
CONCLUSIONES	<p>El uso de los métodos cuantitativos para la evaluación demostró ser un avance en lo referente a la evaluación basada solamente en opiniones. Aunque deban ser utilizadas, hay que tener cierto cuidado debido a que cada modelo tiene sus propias limitaciones: modelan la realidad; no son la realidad. Una consideración importante al utilizar modelos es poder validar los resultados.</p> <p>Las clases bajo experimentación no parecen ser eficientes, especialmente cuando sus resultados se comparan con los de la segunda parte de cálculo y aparentemente el objetivo del estudio no fue alcanzado. Sin embargo, no hay que perder de vista que la muestra (dos clases) con respecto a la población (doce clases) es muy pequeña.</p>	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 005

DATOS GENERALES	N° correlativo	005
	Clave artículo	EDSTMA005
	Autor(es)	Helen M. Doerr Roxana Zangor
	Título artículo	Creating meaning for and with the graphing calculator
	Revista	Educational Studies in Mathematics
	Referencia	Vol. 41, N°2, Pág. 143-163
	Año publicación	2000
	País	USA
	Hardware	Calculadora gráfica
	Software	No aplica
	Resumen	Se analiza y describe cómo los estudiantes y su profesor interpretan y hacen uso de las calculadoras gráficas como una herramienta que es parte de sus prácticas matemáticas. Se reportan los resultados de un estudio cualitativo de aula basado en (1) el rol, conocimiento y creencias de un profesor de pre-cálculo, (2) cómo los estudiantes usaron calculadoras gráficas en apoyo de su aprendizaje de matemáticas, (3) la relación y las interacciones entre el rol, conocimiento y creencias del profesor y el uso de los de las calculadoras gráficas en el aprendizaje de los estudiantes, y (4) algunas limitaciones y restricciones de la tecnología de la calculadora gráfica que surgen con las prácticas en el aula.
	Palabras clave	Calculadoras gráficas
Herramientas		
Pre-cálculo		
Conocimiento del profesor		
DESCRIPTORES	Funciones lineales	
	Funciones exponenciales	
	Funciones trigonométricas	
	Razón de cambio	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Cómo se reflejan el conocimiento y las creencias del profesor sobre las calculadoras gráficas en sus estrategias pedagógicas? ¿Cómo esas estrategias permiten a los estudiantes construir su aprendizaje matemático considerando la calculadora gráfica como una herramienta?
	Objetivo (finalidad)	Describir cómo el conocimiento y las creencias del profesor con respecto a las calculadoras gráficas se reflejan en sus estrategias pedagógicas y cómo influyen en la construcción del conocimiento matemático de los estudiantes.
	Justificación	Las calculadoras gráficas son herramientas que combinadas con estrategias pedagógicas adecuadas permiten el aprendizaje matemático.
	DISEÑO	Tipo
DISEÑO	Nivel educativo	Bachillerato
	Participantes	Dos grupos de estudiantes de pre-cálculo entre 15 y 17 años de edad: una clase de 17 estudiantes y la otra de 14 estudiantes.
	Instrumentos	Archivo de notas
		Grabaciones de audio
		Videotapes
Entrevistas		

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 005

	Procedimiento	Las clases a ambos grupos fueron impartidas por el mismo profesor y observadas por dos o más miembros del equipo de investigación. Todos los estudiantes tenían una calculadora gráfica y los salones fueron equipados con un ordenador, una impresora y un proyector. Se registró un archivo de notas, se realizaron grabaciones de audio a los grupos de trabajo sobre problemas de modelización y grabaciones de video a la clase completa con las discusiones de los métodos de solución de problemas. También se realizaron entrevistas con el profesor para planear las sesiones de clase.
ANÁLISIS DE DATOS	Cualitativo mediante el análisis de las cinco categorías de patrones y modos de uso de la calculadora gráfica (indicador cualitativo).	
RESULTADOS	Se encontraron cinco patrones y modos de usar la calculadora gráfica como herramienta emergida en esta práctica: herramienta computacional, herramienta de transformación, herramienta de recolección y análisis de datos, herramienta de visualización y herramienta de control. El uso de la calculadora como un dispositivo personal puede inhibir la comunicación en grupos pequeños, mientras que su uso como dispositivo compartido apoya el aprendizaje de matemáticas.	
CONCLUSIONES	El rol, los conocimientos y las creencias del profesor influyen en la aparición de usos relevantes de la calculadora gráfica por parte de los estudiantes y transforma una tarea computacional en una tarea interpretativa, que permite una valoración significativa de construcciones matemáticas de las ecuaciones.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 006

DATOS GENERALES	N° correlativo	006
	Clave	IJMEST006
	Autor(es)	Behiye Ubuz
	Título	Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions
	Revista	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology
	Referencia	Vol. 38, N° 5, Pág. 609-637
	Año publicación	2007
	País	Inglaterra
	Hardware	Ordenador
	Software	A Graphic Approach to the Calculus (GCS) CALMAT y CALM (tutoriales)
	Resumen	El propósito de este estudio fue investigar las concepciones y las falsas creencias en la interpretación de la gráfica de una función y la construcción de la gráfica de su derivada durante el primer año de estudiantes de ingeniería matriculados en un curso de cálculo con o sin la incorporación de ordenadores en un ambiente natural, es decir, sin ambientes ni condiciones controladas por el investigador.
Palabras clave	Concepciones y falsa creencias de la derivada.	
	Gráfica de una función	
	Visualización por computadora	
DESCRIPTORES	Funciones	
	Límites	
	Continuidad	
	Recta tangente	
	Derivación	
	Extremos relativos	
	Análisis de curvas	
	Aplicaciones físicas de la derivada	
	Integración	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Hay diferencias significativas entre el desempeño de los estudiantes que interactúan con ordenadores y quienes no lo hacen? ¿Cuáles son los errores que ocurren y qué tipos de patrones siguen? ¿Están los modelos de errores asociados con los grupos de estudiantes? ¿Cuáles de los errores parecen permanecer todo el tiempo?
	Objetivos (finalidad)	Analizar las concepciones de los estudiantes y sus falsas creencias con respecto a la gráfica de una función y a la de su derivada mediante el poder de la visualización.
	Justificación	Mejorar la comprensión de importantes conceptos de cálculo en los estudiantes.
	Tipo.	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
DISEÑO	Participantes	147 estudiantes de ingeniería de primer año de cuatro universidades. Dos grupos con ambiente computacional (91 estudiantes) y dos sin dicho ambiente (56 estudiantes).

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 006

	Instrumentos	Prueba de diagnóstico como pre-test Post-test Entrevistas.
	Procedimiento	Los estudiantes fueron evaluados antes y después siendo expuestos a una instrucción sobre diferenciación e integración para una prueba de medición diagnóstica sobre su comprensión de importantes aspectos de cálculo. Se aplicaron entrevistas a 18 estudiantes seleccionados aleatoriamente con el propósito de inferir ciertos resultados.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cuantitativo: mediante dos análisis de varianza tipo ANOVA.	
	Análisis cualitativo: mediante clasificación y agrupación de errores y haciendo un análisis de las entrevistas.	
RESULTADOS	En todos los grupos hubo mejoría del pre-test al post-test pero mejoraron en mayor escala los grupos con respaldo matemático y con ambiente computacional.	
	El análisis de las pruebas escritas y orales de los estudiantes indica un pobre entendimiento de la noción de límite y dificultades en el uso de información gráfica para dar significado a la representación simbólica.	
CONCLUSIONES	Para entender la necesidad de los ambientes computacionales en el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo es necesario de investigaciones adicionales.	
	Existe una necesidad de profundizar en conceptos de pre-cálculo y cálculo y en analizar cómo qué conceptos pueden servir como ancla para futuros aprendizajes.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 007

DATOS GENERALES	N° correlativo	007
	Clave	ZDM007
	Autor(es)	Marianne Moormann Christian Groß
	Título	"LeActiveMath" – a new innovative European eLearning system for calculus contents
	Revista	The International Journal on Mathematics Education
	Referencia	Vol. 38, N°6, Pág. 472-481
	Año publicación	2006
	País	Alemania
	Hardware	Ordenador
	Software	LeActiveMath
	Resumen	Proporciona una visión general del proyecto LeActiveMath, donde ha sido desarrollado el software del mismo nombre, que es un sistema innovativo de aprendizaje de tipo electrónico vía red. Este artículo describe algunos de los componentes innovativos de este software para un aprendizaje autodidacta para los estudiantes. Cubre tanto aspectos simples como la resolución de ecuaciones lineales, como también contenidos de cálculo diferencial. Se incluye el reporte de la primera evaluación del software.
Palabras clave	Sistema algebraico computacional	
	Enseñanza de las matemáticas	
	Pruebas de diagnóstico	
	Cálculo Diferencial	
DESCRIPTORES	Cálculo diferencial	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	El "LeActiveMath" es un software que motiva a los estudiantes a aprender de una manera innovativa el Cálculo Diferencial.
	Objetivos (finalidad)	Depurar el contenido del sistema. Verificar la facilidad de uso del sistema. Investigar elementos de aceptación. Colectar datos sobre motivación con respecto a la aplicación del sistema.
	Justificación	Motivar a los estudiantes en su aprendizaje del Cálculo Diferencial mediante un programa de software interactivo.
DISEÑO	Tipo	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	107 estudiantes de tres escuelas de grado 11 divididos en 5 grupos.
	Instrumentos	Cuestionarios en papel y lápiz.
		Evaluaciones en línea
Procedimiento	Se aplicaron cuestionarios de lápiz y papel donde se evaluaron: los logros matemáticos, la motivación y el interés por las matemáticas, antes del primer contacto de los estudiantes con el software. Por otro lado fueron aplicadas tres tipos de evaluaciones en línea que prácticamente evaluaron el sistema computacional.	
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis de las actitudes de los estudiantes antes de usar el software y después mediante un cuestionario, así como también de sus actitudes ante su aprendizaje con el uso del software.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 007

RESULTADOS	La evaluación de medio término del proceso enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial mediante el software “LeActiveMath” descubrió la necesidad de mejorar dicho sistema y habrá que esperar la evaluación final para obtener unos resultados más determinantes.
CONCLUSIONES	Cualquier sistema de enseñanza que incluya procedimientos innovadores despierta la curiosidad y el interés de los estudiantes por utilizarlo en su propio beneficio de aprendizaje.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 008

DATOS GENERALES	N° correlativo	008
	Clave	EDUMAT008
	Autor(es)	Mónica Ester Villarreal
	Título	Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras
	Revista	Educación Matemática
	Referencia	Vol. 15, N° 1, Pág. 99-122
	Año publicación	2003
	País	Brasil
	Hardware	Ordenador
	Software	Derive
	Resumen	Presenta el análisis de episodios extraídos de experimentos de enseñanza realizados con estudiantes que participaron voluntariamente, donde el ordenador representa un dispositivo que está mediando el pensamiento humano, transformando dicho pensamiento mediante abordajes tanto visuales como algebraicos.
Palabras clave	Visualización por computadora	
	Representación algebraica	
	Procesos de pensamiento matemático	
	Experimentos de enseñanza	
DESCRIPTORES	Recta tangente	
	Derivada	
	Funciones exponenciales	
	Funciones crecientes	
	Funciones decrecientes	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	No se parte de hipótesis previamente establecidas, sino que a partir de los datos recogidos, se van generando “hipótesis de trabajo”, es decir, proposiciones, conjeturas y relaciones entre ellas, y su validez se pone a prueba durante el transcurso de los experimentos de enseñanza.
	Objetivos (finalidad)	Caracterizar los procesos de pensamiento desarrollados por estudiantes universitarios en un ambiente computacional al realizar actividades matemáticas relacionadas con cálculo diferencial.
	Justificación	Permitir que los estudiantes vayan construyendo su propio conocimiento a través de sus conclusiones y conjeturas.
DISEÑO	Tipo.	Observacional
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	3 pares de estudiantes
	Instrumentos	Videos
Anotaciones		

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 008

	Procedimiento	Se seleccionaron y analizaron doce episodios que contenían pasajes relevantes con elementos útiles para caracterizar los procesos y estrategias de pensamiento de los estudiantes. Observación, grabación de video y registro del trabajo realizado por los estudiantes. Se realizaron cuatro sesiones de trabajo con cada par de estudiantes con una duración de hora y media por cada sesión. Se analizaba cada video para responder a las preguntas de investigación, haciendo anotaciones de situaciones frecuentes y recurrentes. Metodología de tipo cualitativa, basada principalmente en la realización de experimentos de enseñanza constructivistas con tres pares de estudiantes voluntarias en horarios fuera de clase en un ambiente computacional.
ANÁLISIS DE DATOS	Se realizó un análisis de tipo inductivo/constructivo, pues no se parte de hipótesis previamente establecidas, sino que, a partir de los datos recogidos, se generaron “hipótesis de trabajo”, es decir, proposiciones, conjeturas y relaciones entre ellas, y su validez se puso a prueba durante el transcurso de los experimentos de enseñanza.	
RESULTADOS	El pensamiento matemático es mediado y reorganizado por los dispositivos utilizados.	
	En un ambiente computacional, los estudiantes desarrollan tanto abordajes visuales como algebraicos.	
	Los procesos de pensamiento matemático de los estudiantes se caracterizan por ser juegos de conjeturas y refutaciones articulados en forma de red y no en forma lineal.	
CONCLUSIONES	El ordenado, utilizado no solamente para obtener cálculos numéricos, sino como herramienta para pensar y obtener conjeturas es un dispositivo de suma importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 009

DATOS GENERALES	N° correlativo	009
	Clave	JOMABE009
	Autor(es)	Samer Habre May Abboud
	Título	Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course.
	Revista	Journal of Mathematical Behavior
	Referencia	Vol. 25, N° 1, Pág. 57-72
	Año publicación	2006
	País	Líbano
	Hardware	Ordenador
	Software	Autograph
	Resumen	Este artículo es sobre el entendimiento de los estudiantes con respecto a una función y su derivada en un curso reformado de Cálculo I impartido en dos secciones experimentales. La sección observada fue experimental en el sentido que los conceptos fueron introducidos usando múltiples representaciones mediante el uso de ordenadores y un software de cálculo dinámico, llamado Autograph.
Palabras clave	Cálculo experimental Funciones Derivadas	
DESCRIPTORES	Funciones	
	Límites	
	Continuidad	
	Concepto de derivada	
	Razón de cambio	
	Recta tangente	
	Gráfica de funciones	
	Antiderivada	
	Integral definida	
	Teorema fundamental del Cálculo	
	Aplicaciones de la integral definida	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Qué tipo de representación domina el pensamiento de los estudiantes en Cálculo? ¿La tecnología ayuda a la comprensión de los diferentes tipos de representación?
	Objetivos (finalidad)	Representar conceptos de cálculo mediante la visualización en ambientes computarizados con la ayuda de un software matemático dinámico para mejorar la comprensión de conceptos.
	Justificación	La importancia de las múltiples representaciones en la comprensión de conceptos de cálculo.
DISEÑO	Tipo.	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	89 estudiantes, 33 desertaron y 13 reprobaron. Muestra = 56
	Instrumentos	Prueba escrita Entrevistas guiadas
	Procedimiento	Los estudiantes respondieron a una prueba escrita, pero fueron requeridos para que explicaran la validez de sus conclusiones. Se aplicaron dos juegos de entrevistas semi-estructuradas a 10 estudiantes que participaron de manera voluntaria.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 009

ANÁLISIS DE DATOS	Cuantitativos, mediante el examen escrito.
	Cualitativos, analizando las entrevistas.
RESULTADOS	La representación algebraica de una función todavía domina el pensamiento de muchos estudiantes.
	Los estudiantes mostraron un entendimiento casi completo de la derivada, particularmente de la idea de la derivada como razón de cambio instantánea.
CONCLUSIONES	El acercamiento general adoptado en el curso demostró ser no común y difícil para muchos estudiantes, pero muy satisfactorio para otros.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 010

DATOS GENERALES	N° correlativo	010
	Clave	IJMTL010
	Autor(es)	Taner Büyükköroğlu
		Serkan Ali Düzce
		Nezahat Çetin
		Nevin Mahir
		Ali Deniz
		Mehmet Üreyen
	Título	The effect of computers on teaching the limit concept
	Revista	International Journal for Mathematics Teaching and Learning
	Referencia	May 3rd, Pág. 1-12
	Año publicación	2006
	País	Turkía
Hardware	Ordenador	
Software	MatLab	
Resumen	Describe los resultados obtenidos en una evaluación después de enseñar el concepto de límite a dos grupos de forma diferente. Uno de ellos mediante el método tradicional y el otro mediante un ordenador como un instrumento de apoyo para la enseñanza de dicho concepto.	
Palabras clave	Concepto de límite	
	Efecto de computadora	
	Enseñanza del límite	
DESCRIPTORES	Concepto de límite	
	Funciones	
	Continuidad	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	El uso del ordenador tiene un efecto positivo en la comprensión del concepto de límite.
	Objetivos (finalidad)	Investigar si la ayuda del ordenador contribuye a mejorar la enseñanza del concepto de límite
	Justificación	Mejorar la comprensión del concepto de límite en los estudiantes.
DISEÑO	Tipo.	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	52 estudiantes separados en dos grupos de 26 alumnos cada uno.
	Instrumentos	Prueba final del curso.
	Procedimiento	Un pre-examen fue aplicado a los estudiantes para dividirlos en dos grupos del mismo nivel. El concepto de límite fue introducido al grupo A en el aula por el método clásico y al grupo B, se le enseñó en un laboratorio computacional con un ordenador por alumno, siguiendo la lección interactivamente mediante un programa preparado para la investigación usando applets en MATLAB. Posteriormente las propiedades de los límites fueron explicadas al grupo B por el método tradicional. Al final del curso una prueba fue aplicada a ambos grupos (25 del grupo A y 21 del grupo B) donde se les pedía que respondieran ítems relacionados con los límites de diferentes funciones.
ANÁLISIS DE DATOS	Cuantitativo, mediante la prueba final del curso. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante frecuencia, porcentajes de respuestas verdaderas y prueba <i>t</i> de student.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 010

RESULTADOS	En función de los datos analizados, es posible inferir que el ordenador tuvo un efecto positivo en la comprensión del concepto de límite para el grupo experimental y una de las razones de este efecto positivo podría decirse que es la contribución del ordenador para la visualización, debido a que los estudiantes perciben las explicaciones de los límites con el ordenador como factores reales, en cambio en el salón lo perciben como características artificiales.
CONCLUSIONES	El efecto de la visualización es de vital importancia para la comprensión de conceptos de cálculo, tales como el límite de una función. Sin embargo, es necesario hacer notar que los estudiantes siempre tienden a darle mayor importancia a los procesos operacionales en lugar de al significado de los conceptos y las relaciones conceptuales.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 011

DATOS GENERALES	N° correlativo	011
	Clave	IJMTL011
	Autor(es)	Derar Serhan
	Título	The effect of graphing calculators use on students' understanding of the derivative at a point.
	Revista	International Journal for Mathematics Teaching and Learning
	Referencia	May 8th, Pág. 1-30
	Año publicación	2006
	País	USA
	Hardware	Calculadora gráfica
	Software	
	Resumen	Examina el efecto del uso de las calculadoras gráficas con respecto a la comprensión de los estudiantes del concepto de la derivada en un punto. Investiga si la calculadora gráfica con representación visual ayuda a los estudiantes a construir una imagen apropiada del concepto de la derivada en un punto. El grupo experimental usó una calculadora gráfica como una herramienta en el aprendizaje del concepto de derivada. El grupo control recibió instrucción tradicional del concepto de derivada y no se le permitió el uso de calculadoras gráficas.
Palabras clave	Concepto de derivada	
	Visualización por computadora	
	Representaciones múltiples de la derivada	
DESCRIPTORES	Funciones	
	Límites	
	Recta tangente	
	Velocidad	
	Concepto de derivada	
	Razón de cambio	
	Reglas de diferenciación	
	Problemas de optimización	
	Gráfica de una función	
Hipótesis/Preguntas	¿Hay una diferencia entre las imágenes del concepto que son alcanzadas por los estudiantes que usan calculadoras gráficas y los estudiantes que no las usan?	
	¿En qué medida puede un estudiante hacer conexiones entre las representaciones gráfica, simbólica y numérica de la derivada de un punto?	
Objetivos (finalidad)	Investigar si el uso de la calculadora gráfica en la enseñanza del cálculo podría ayudar a los estudiantes a desarrollar imágenes conceptuales apropiadas del concepto de la derivada de un punto.	
Justificación	Contribuir al mejor entendimiento del concepto de derivada en un punto y de sus diferentes interpretaciones geométricas y físicas.	
DISEÑO	Tipo	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 011

	Participantes	71 estudiantes divididos en dos grupos: 24 en el grupo experimental y 47 en el grupo tradicional de cursos del primer semestre de cálculo de dos universidades de diferentes estados de USA. Los grupos se balancearon en función de la edad, sexo y otros factores.
	Instrumentos	Pre-test Post-test Entrevista
	Procedimiento	El pre-test fue una prueba de 50 minutos que contenía 11 preguntas principalmente relativas al concepto de la derivada. Algunas preguntas fueron tomadas de otras investigaciones. Las preguntas en el post-test fueron las mismas que en el pre-test. La propuesta fue ver cuál grupo había mejorando su comprensión del concepto de derivada después del tratamiento. Las preguntas de las entrevistas individuales permitieron al investigador obtener más información sobre el entendimiento de los estudiantes del concepto de derivada.
ANÁLISIS DE DATOS	Los datos cuantitativos se analizaron con una prueba t de student para determinar cuál fue la diferencia significativa entre los dos grupos al inicio del estudio, utilizando un análisis de covarianza (ANCOVA) para medir esa diferencia.	
	Los datos cualitativos recogidos de las entrevistas individuales fueron señalados con diferentes colores para señalar las referencias dadas por los estudiantes entrevistados con respecto al significado de la derivada en un punto.	
RESULTADOS	Al inicio del estudio, es decir, la evaluación y comparación del pre-test muestra que la diferencia entre ambos grupos no es estadísticamente significativa. La evaluación y comparación de los resultados del post-test muestran diferencias estadísticas significativas entre los dos grupos al final del estudio.	
	El análisis de las entrevistas de los 6 estudiantes del grupo tradicional y de los 5 estudiantes del grupo experimental mostraron que hubo mejoría en este último grupo.	
CONCLUSIONES	El uso de la calculadora gráfica y el énfasis de las representaciones visuales y numéricas del concepto de derivada ayudan a los estudiantes a desarrollar una imagen del concepto que incluya diferentes representaciones (numérica, gráfica y simbólica) de la derivada para una mejor conexión entre esas representaciones.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 012

DATOS GENERALES	N° correlativo	012
	Clave	IJCML012
	Autor(es)	Margaret Kendal Kaye Stacey
	Título	The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology
	Revista	International Journal of Computers for Mathematical Learning
	Referencia	Vol. 6, N° 2, Pág. 143-165
	Año publicación	2001
	País	Australia
	Hardware	Calculadora gráfica
	Software	
	Resumen	Este estudio proporciona un ejemplo de cómo dos profesores incorporaron la tecnología en su pedagogía en diferentes caminos, consistentes con sus diferentes creencias para facilitar las representaciones numéricas, gráficas y simbólicas, conectando las diferencias instruccionales a las diferentes competencias de diferenciación que los estudiantes adquirieron.
Palabras clave	Cálculo	
	Aula de prácticas de enseñanza	
	Sistema algebraico computacional	
	Representaciones múltiples de la derivada	
	Calculadoras simbólicas	
Método de enseñanza personalizado		
DESCRIPTORES	Funciones	
	Límites	
	Derivadas	
	Gradiente de una curva	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Existe un estilo propio de enseñanza y las consecuentes opciones pedagógicas bajo el cual todos los estudiantes podrían adquirir el sistema completo de competencias numéricas, gráficas y simbólicas asociadas con el concepto de la derivada, dentro del tiempo asignado en el currículum? ¿La selección del estilo de enseñanza está en función de la importancia de las habilidades para las representaciones y las conexiones entre ellas?
	Objetivos (finalidad)	Determinar el impacto del método particular de enseñanza de dos profesores con la ayuda de tecnología en la adquisición de competencias y la facilidad de las representaciones de la derivada.
	Justificación	Comprobar la importancia de las nuevas tecnologías en el desarrollo de competencias y representaciones matemáticas.
	Tipo	Cuasi experimental
DISEÑO	Nivel educativo	Bachillerato
	Participantes	33 estudiantes de sexo femenino en dos grupos: Clase A (14) y Clase B (19)
	Instrumentos	Pre-test
		Prueba de competencias de diferenciación (DCT)
		Prueba de preferencias de representación
Observaciones		

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 012

		Grabaciones
		Entrevistas a los profesores
		Diario de investigación
	Procedimiento	Se aplicó un pre-test que sirvió como prueba de diagnóstico. Los estudiantes resolvieron dos pruebas escritas: una prueba de competencias que consistió en la evaluación de 18 competencias básicas que involucraron procesos de formulación e interpretación de la derivada y una prueba sobre preferencias de representación. Se realizaron entrevistas individuales a ambos profesores.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cuantitativo evaluando las pruebas de competencias y las pruebas de preferencias de representación.	
	Análisis cualitativo mediante las entrevistas individuales a los profesores.	
RESULTADOS	El Profesor A enfocó su contenido haciendo énfasis sobre el desempeño y la clase A fue superior usando el CAS para la diferenciación simbólica y para la traducción entre las diferentes representaciones para la formulación, es decir, para las competencias numéricas y gráficas de la derivada.	
	El Profesor B enfocó su contenido con un énfasis en el entendimiento conceptual y la clase B fue superior sobre mayor número de competencias de interpretación de la derivada	
	Ninguna clase desarrolló un verdadero acercamiento integral del concepto de la derivada.	
CONCLUSIONES	Las nuevas tecnologías están proporcionando un crecimiento en las opciones para hacer y enseñar matemáticas, debido a que su uso hará que grandes opciones de enseñanza se manifiesten en la práctica, lo que repercutirá en beneficio del aprendizaje de los estudiantes.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 013

DATOS GENERALES	N° correlativo	013
	Clave	IJMTL013
	Autor(es)	Matías Camacho Machín Ramón Depool Rivero
	Título	Using Derive to understand the concept of Definite Integral
	Revista	International Journal for Mathematics Teaching and Learning
	Referencia	December 5th, Pág. 1-16
	Año publicación	2003
	País	Venezuela
	Hardware	Ordenador
	Software	Derive
	Resumen	Estudio piloto con estudiantes de Cálculo I, donde se pretende que adquieran los conceptos de área y de integral definida mediante una instrucción en un laboratorio de cómputo con prácticas diseñadas con Derive.
	Palabras clave	Concepto de integral definida Prácticas de laboratorio de cómputo Área entre curvas
DESCRIPTORES	Integral definida	
	Área entre curvas	
	Funciones	
	Límites	
	Derivación	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	
	Objetivos (finalidad)	Analizar la influencia del uso del DERIVE sobre la idea de área delimitada por una curva y el eje x, cuando este concepto es introducido por medio de un programa de enseñanza que involucra un CAS.
	Justificación	Contribuir a que el estudiante adquiera las perspectivas gráficas y numéricas del concepto de integral definida al mismo tiempo que asimile procesos algebraicos.
DISEÑO	Tipo.	Estudio piloto
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	11 estudiantes matriculador por primera vez en un curso regular de Cálculo I
	Instrumentos	Cuestionarios Entrevistas
	Procedimiento	El curso fue enseñado con una variación, aparte de las actividades en el salón tradicional, los alumnos recibieron instrucción en un laboratorio de cómputo, mediante prácticas que incluyeron su preparación para el manejo del software y temas tales como: funciones, límites, derivadas e integrales. Se aplicó un cuestionario de 8 ítems (incluyendo ejercicios similares en diferentes representaciones: gráfica y algebraica), adaptado para el caso, utilizado por otros investigadores, aplicado a 11 alumnos. Se realizaron entrevistas con dos estudiantes, seleccionados en función de las respuestas proporcionadas en el cuestionario.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cualitativo. Se comparan las respuestas escritas de los dos alumnos entrevistados con las respuestas dadas en su propia entrevista.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 013

RESULTADOS	El programa de instrucción usado permitió a los estudiantes mejorar algo en el uso de aspectos gráficos y numéricos de la integral definida.
CONCLUSIONES	En este tipo de estudios es muy arriesgado afirmar que la comprensión de los temas en cuestión mejoró con el uso del CAS.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 014

DATOS GENERALES	N° correlativo	014
	Clave	IJCML014
	Autor(es)	Claire Cazes
		Ghislaine Gueudet
		Magali Hersant
		Fabrice Vandebrouck
	Título	Using E-Exercise Bases in mathematics: Case studies at university
	Revista.	International Journal of Computers for Mathematical Learning
	Referencia	Vol. 11, Pág. 327-350
	Año publicación	2006
	País	Francia
	Hardware	Ordenador
	Software	Módulos de internet: UeL, WIMS, BRAISE
Resumen	Este trabajo presenta el uso de los E-Exercise Bases (EEB) para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la universidad. Se discuten las consecuencias de su uso en la actividad de los estudiantes durante sesiones de laboratorio de cómputo. Los resultados provienen de observaciones de varios diseños de enseñanza organizados en diferentes universidades francesas con 3 EEB. El análisis de enfoca sobre tareas novedosas y estrategias específicas de resolución de problemas, mediante el uso de recursos en línea. Por otra parte, se estudian las clausulas específicas del contrato didáctico.	
Palabras clave	Análisis de tareas	
	Análisis didáctico	
	Contrato didáctico	
	Ejercicios en línea	
	Entorno	
	Actividad de los estudiantes	
Palabras clave	Matemática universitaria	
DESCRIPTORES	Teorema de Rolle	
	Límites	
	Continuidad	
	Derivadas	
	Funciones recíprocas	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	Hip: Los EEBs tienen consecuencias didácticas específicas en el comportamiento matemático de los estudiantes.
		¿Cuál es la efectividad matemática de la actividad de los estudiantes durante una sesión de EEB?
		¿Cuáles son las diferencias actualmente con una sesión tradicional?
	Objetivos (finalidad)	Comprobar que los ejercicios básicos en línea son efectivos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
Justificación	El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mejora con el uso de recursos tecnológicos como lo es el internet.	
DISEÑO	Tipo.	Observacional
	Nivel educativo	Universidad

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 014

	Participantes	UeL. Se observaron a 30 estudiantes. WIMS. Dos grupos de 37 y 24 estudiantes de primer año de Cálculo. BRAISE. Un grupo de 20 estudiantes fue observado.
	Instrumentos	Observaciones directas (UeL y WIMS) Observaciones de fichero de archivo (suministrados por WIMS y BRAISE)
	Procedimiento	Observaciones directas (UeL y WIMS) durante las sesiones del laboratorio de cómputo, teniendo como objetivos: ver cómo los estudiantes manejaban su actividad con el software (lectura de la pantalla, búsqueda por curso mediante el software, uso del papel, etc.) y entender la actividad matemática de los estudiantes bajo esas condiciones (cómo ellos insertan su reflexión dentro de las propuestas del software: nuevos ejercicios, correcciones, etc.). Observaciones de fichero de archivo (suministrados por WIMS y BRAISE). Estos ficheros proveen el tiempo de conexión sobre cada posible ventana del software (indicaciones, cursos, ayuda gráfica, solución). WIMS también guarda datos globales sobre la marca de promedio de una clase de estudiantes sobre un ejercicio particular.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cualitativo. Se hace un análisis de la actividad de los estudiantes trabajando sobre un ejercicio específico en cada uno de los softwares mencionados (UeL, WIMS, BRAISE) con casos de estudiantes de manera individual y por otra parte se hace un análisis de las observaciones de las actividades de los estudiantes al resolver ejercicios de aplicación directa.	
RESULTADOS	El principal resultado es el compromiso que adquieren los estudiantes en su trabajo con los EBBs. Los ficheros generados indican que realizan trabajo extra fuera de la sesión programada para completar sus ejercicios, aunque también se puede deber a que el esfuerzo es tomado en cuenta para su calificación.	
	Los estudiantes siguen una gran variedad de rutas para cumplir con sus actividades matemáticas mediante el uso del software, lo que se comprueba mediante los ficheros de diario.	
	Finalmente se observa que existe un repaso del curso en profundidad al estar resolviendo ejercicios extras para aclarar sus dudas, lo que también resulta en beneficio del aprendizaje de los estudiantes.	
CONCLUSIONES	Se distinguen dos aspectos principales del proceso enseñanza-aprendizaje: las tareas y actividades y la situación didáctica. Estos aspectos están fuertemente interconectados, pero se hace un énfasis en los contratos didácticos entre los EBBs y el profesor dentro de la situación didáctica. Todas las observaciones indican que el trabajo sobre ejercicios de aplicación es benéfico para los estudiantes y además que existe una alta motivación para aprender matemáticas por este medio.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 015

DATOS GENERALES	N° correlativo	015
	Clave	FOLPIM015
	Autor(es)	Vilma Mesa
	Título	Solving problems on functions: Role of the graphing calculator
	Revista	Focus on Learning Problems in Mathematics
	Referencia	Vol. 29, N°3, Pág. 30-54
	Año publicación	2007
	País	USA
	Hardware	Calculadora gráfica (TI-82)
	Software	
	Resumen	Este estudio se hizo con cuatro pares de estudiantes de pre-grado variando la condición de la disponibilidad de la calculadora. El análisis de los protocolos de las sesiones revela que no hay mayores diferencias que se puedan atribuir a la presencia o ausencia de la calculadora gráfica; sin embargo, las diferencias observadas en el uso de estrategias que se usaron en cada problema pueden explicarse en términos de la naturaleza del conocimiento en juego y de la disponibilidad de tal conocimiento para los estudiantes.
Palabras clave	Funciones	
	Calculadoras gráficas	
	Resolución de problemas	
DESCRIPTORES	Funciones lineales	
	Funciones cuadráticas	
	Funciones cúbicas	
	Funciones cuárticas	
	Funciones racionales	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Qué estrategias eligen los estudiantes cuando intentan resolver un problema sobre funciones? ¿Cómo son las diferentes estrategias con calculadora gráfica y sin ella? ¿Cuáles son los roles que juega la calculadora gráfica en el proceso de solución?
	Objetivos (finalidad)	Analizar el papel que la calculadora gráfica juega en la resolución de problemas sobre funciones.
	Justificación	Comprobar que la resolución de problemas mediante múltiples conexiones entre representaciones de conceptos matemáticos fortalecen la comprensión de los mismos.
	DISEÑO	
DISEÑO	Tipo	Cuasi experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	Cuatro pares de estudiantes.
	Instrumentos	Archivo de notas
		Videotapes
		Entrevistas
		Prueba preliminar (9 problemas)
Prueba escrita (2 problemas)		
Protocolos de investigación (8)		

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 015

	Procedimiento	Las parejas de estudiantes habían completado requerimientos de matemáticas de otros programas y fueron seleccionadas mediante un examen preliminar de 9 problemas. Posteriormente las parejas resolvieron dos problemas adaptados, que forman parte de un trabajo colectivo que estudia los efectos de introducir la calculadora gráfica en un curso de pre-cálculo y creados con el propósito de desarrollar pensamiento matemático de alto nivel en los estudiantes. Un juego de tres preguntas fue preparado para obtener la opinión de los estudiantes sobre el tipo de problemas resueltos y sobre el uso apropiado de la calculadora gráfica en la enseñanza de las matemáticas.
ANÁLISIS DE DATOS	Cuantitativo, mediante el tiempo empleado en la resolución de problemas.	Cualitativo, analizando los ocho protocolos de investigación (uno por cada pareja resolviendo un problema) de acuerdo a nueve categorías establecidas.
RESULTADOS	Las principales diferencias observadas fueron en la resolución de los problemas: emplearon dos veces más de tiempo analizando la situación del problema uno y explorando el problema dos.	Los grupos con calculadora gráfica (cuando estuvo disponible) tomaron más tiempo en la resolución del problema, sin embargo, no hay mayores diferencias que se puedan atribuir a la presencia o ausencia de la calculadora gráfica.
CONCLUSIONES	El estudio sugiere un modelo para realizar investigaciones que busquen explicar los efectos de la tecnología en el aprendizaje y en la instrucción.	Hay alguna razón para creer que lo que guía los esfuerzos de resolución de problemas más allá de la disponibilidad de herramientas computacionales son: el camino en el cuál el conocimiento es usado y la familiaridad de los estudiantes con ese conocimiento.

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 016

DATOS GENERALES	N° correlativo	016
	Clave	IJTME016
	Autor(es)	Mary Ann Connors Kathleen G. Snook
	Título	The effects of hand-held CAS on student achievement in a first year college core calculus sequence
	Revista	International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education
	Referencia	Vol. 8, N° 2, Pág. 99-114
	Año publicación	2001
	País	USA
	Hardware	Calculadora gráfica Ordenador
	Software	MathCad
	Resumen	Investiga el impacto de un CAS de mano sobre el logro de los estudiantes en un primer año de universidad de un curso de cálculo básico. Los datos se analizaron desde un estudio experimental mediante los resultados de las preguntas de un examen final comparadas entre estudiantes que usaron un CAS de mano de una TI-89 y estudiantes que usaron una calculadora diferente.
	Palabras clave	Sistema algebraico computacional Estudio experimental Cálculo Diferencial
DESCRIPTORES	Límites	
	Derivación	
	Gráfica de funciones	
	Razón de cambio	
	Valores extremos	
	Puntos de inflexión	
	Valores extremos	
	Velocidad	
	Aceleración	
	Problemas de optimización	
	Razones relacionadas	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿El uso de un CAS de mano mejora el rendimiento académico de los alumnos en matemáticas?
	Objetivos (finalidad)	Investigar el impacto de la integración de un CAS de mano a la TI-89 sobre el rendimiento académico de los estudiantes en el primer año de cálculo básico.
	Justificación	Comprobar la eficacia de un CAS de mano en el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
DISEÑO	Tipo	Experimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	Grupo experimental. Muestra aleatoria de 100 pruebas finales de dos cursos de Cálculo. Grupo control. Muestra aleatoria de 100 pruebas finales de dos cursos de Cálculo.
	Instrumentos	Prueba preliminar (pre-test) Prueba final (post-test)

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 016

	Procedimiento	Antes del análisis de los resultados del examen final se aplicó un examen preliminar para comparar a los dos grupos mediante una prueba tipo “z”. El grupo experimental utilizó el CAS de mano de las TI-89 durante las clases y en el examen final, mientras que el grupo control utilizó las calculadoras HP48G y otras durante las clases y en el examen final, pero no se les permitió el uso de las TI-92.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cuantitativo comparando los promedios obtenidos en preguntas procedimentales (6), preguntas conceptuales (8) y preguntas de problemas de aplicación de la derivada (6).	
RESULTADOS	El grupo experimental que usó un CAS de una calculadora TI-89 alcanzó una puntuación media mayor que el grupo control con respecto a trece de veinte ítems analizados, sin embargo, solamente ocho de esos trece ítems reportaron diferencias significativas. La diferencia más significativa se presentó en los ítems clasificados como aplicaciones, debido a que cinco de seis favorecieron al grupo experimental.	
CONCLUSIONES	Los resultados de este estudio reafirman que el uso apropiado de CAS de mano puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para lograr un mejor desempeño procedimental, conceptual y de aplicaciones.	
	La tecnología promueve eficiencia en tiempo que permite a los estudiantes y profesores profundizar la exploración de conceptos matemáticos.	

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 017

DATOS GENERALES	N° correlativo	017
	Clave	JOMABE017
	Autor(es)	John S. Berry Melvin A. Nyman
	Título	Promoting students' graphical understanding of the calculus
	Revista	Journal of Mathematical Behavior
	Referencia	Vol. 22, N° 4, Pág. 481-497
	Año publicación	2003
	País	USA
	Hardware	Calculadora gráfica Calculator Based Ranger (CBR).
	Software	
	Resumen	El trabajo reportado en este artículo forma parte de un estudio más amplio con respecto a la manera en que la tecnología de mano ayuda al aprendizaje de los estudiantes sobre las propiedades de las funciones. Los participantes desempeñaron la tarea de graficar la función correspondiente a la gráfica de su derivada y sus desplazamientos fueron grabados mediante un equipo de registro de datos (CBR). Con este recurso, cintas de audio y notas de lápiz y papel, los investigadores fueron capaces de construir una imagen del entendimiento gráfico de los estudiantes en cálculo y sus conexiones con otros conceptos.
	Palabras clave	Conceptos de cálculo Comprensión Representación gráfica
DESCRIPTORES	Funciones	
	Gráfica de funciones	
	Concepto de derivada	
	Extremos relativos	
	Puntos de inflexión	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿Cómo piensan los estudiantes las conexiones entre la gráfica de la derivada de una función y la función original de la cual proviene?
	Objetivos (finalidad)	Extender la comprensión de conceptos de cálculo desde una representación simbólica a una representación gráfica, es decir, un sentido físico.
	Justificación	Fomentar la participación del estudiante en actividades adecuadas que fomenten el debate, reflexión, acción física y conflictos cognitivos.
DISEÑO	Tipo	Observacional
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	8 estudiantes divididos en dos grupos de 4 estudiantes.
	Instrumentos	Cintas de audio Registro de datos Apuntes de los estudiantes

FICHA BIBLIOGRÁFICA: 017

	Procedimiento	Los participantes fueron llamados a desempeñar la siguiente tarea: se les presentaron cuatro gráficas que representaban las derivadas de funciones y desde esas gráficas fueron cuestionados a construir la función original correspondiente a la gráfica de la derivada dada. Los estudiantes entonces tuvieron que recorrer esas gráficas como si se tratara de gráficas de desplazamiento-tiempo. Sus discusiones fueron grabadas en cinta de audio y su recorrido fue capturado usando equipo de registro de datos y fueron analizados juntos con sus notas de lápiz y papel.
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cualitativo, mediante las cintas de audio, las notas en lápiz y papel generadas por los estudiantes y los datos registrados en el CBR.	
RESULTADOS	Los resultados confirman que al principio de la actividad los estudiantes demostraron un punto de vista algebraico de cálculo y encontraron dificultades para hacer conexiones entre las gráficas de la derivada y de la función original. Las tareas presentadas a los grupos de estudiantes y la tecnología les permitieron desarrollar una mejor comprensión del enfoque gráfico del cálculo.	
CONCLUSIONES	Si los estudiantes pueden desarrollar la habilidad de dibujar la gráfica de una función desde la gráfica de sus pendientes, entonces su nivel de comprensión conceptual de la derivada y sus conexiones con el concepto de la integral se verá mejorado.	

Anexo C

Ejemplo de Informe de Artículos

Articulos

clave articulo	hardware	software	diseño	muestra
IJCML012	CALCULADORA		CUASIEXPERIMENTAL	33
EDSTMA005	CALCULADORA	NO APLICA	OBSERVACIONAL	31
FOLPIM015	CALCULADORA	NO APLICA	CUASIEXPERIMENTAL	8
IJMTO11	CALCULADORA		CUASIEXPERIMENTAL	71
IJTME016	CALCULADORA	MATCAD	EXPERIMENTAL	200
JOMABE017	CALCULADORA	MATCAD*	OBSERVACIONAL	8
EJEE004	ORDENADOR		CUASIEXPERIMENTAL	12 GRUPOS
IJCML001	ORDENADOR	DERIVE/MATHPLUS	CUASIEXPERIMENTAL	NO SE INDICA
JOMABE009	ORDENADOR	AUTOGRAPH	CUASIEXPERIMENTAL	56
IEJME002	ORDENADOR	MATHEMATICA	CUASIEXPERIMENTAL	58
COMPEN003	ORDENADOR	GRAPHMATICA	CUASIEXPERIMENTAL	30
TIJME007	ORDENADOR	LEACTIVEMATH	CUASIEXPERIMENTAL	107
EDUMAT008	ORDENADOR	DERIVE	OBSERVACIONAL	6
IJMTO10	ORDENADOR	MATLAB	CUASIEXPERIMENTAL	52
IJMTO13	ORDENADOR	DERIVE	CUASIEXPERIMENTAL	11
IJCML014	ORDENADOR	MODULOS INTERNET	OBSERVACIONAL	111
IJMEST006	ORDENADOR	GCS/CALMAT/CALM	CUASIEXPERIMENTAL	147

viernes, 05 de septiembre de 2008

Página 1 de 1

Anexo D

Ficha de Cálculo Multivariable

FICHA BIBLIOGRAFICA: 018

DATOS GENERALES	N° correlativo	018
	Clave artículo	IJMEST018
	Autor(es)	I.M. Verner
		S. Aroshas
		A. Berman
	Título artículo	Integrating supplementary application-based tutorials in the multivariable calculus course.
	Revista	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology
	Referencia	Vol. 39, No. 4, Pág. 427-442
	Año publicación	2008
	País	Israel
	Hardware	Ordenador
	Software	Supplementary Applications Tutorials (SATs)
	Resumen	El estudio duró tres semestres y consistió en tres experimentos donde tutoriales suplementarios fueron ofrecidos en formas diferentes: semanalmente por las tardes en función del interés de los estudiantes, una hora extra semanal adicional a las clases de cálculo tradicionales y un taller mediante el cual se introdujo conceptos matemáticos desde una perspectiva de aplicación, es decir, un taller de resolución de problemas aplicados. Los métodos instruccionales usados en el curso incluyeron demostración de problemas matemáticos de ciencia y tecnología, construcción y resolución de problemas matemáticos en un contexto y visualización a través de simulaciones computacionales.
Palabras clave	Cálculo multivariable	
	Matemáticas con aplicaciones	
	Diseño de experimento	
	Instrucción suplementaria	
	Aprendizaje de resultados	
DESCRIPTORES	Integral doble	
	Integral de línea	
	Campo conservativo	
	Derivada direccional	
	Gradiente	
	Plano tangencial	
	Multiplicadores de Lagrange	
	Extremos de funciones multivariable	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Hipótesis/Preguntas	¿El grupo experimental obtuvo mejores notas que el grupo control
		¿La resolución de problemas de aplicación incide en una mejor comprensión de conceptos de cálculo multivariable?
		¿El SAT mejora la comprensión de los conceptos de cálculo?
	Objetivos (finalidad)	Probar la oportunidad de extender el currículum tradicional por la opción de actividades de aplicación de resolución de problemas y obtener evidencia inicial sobre el posible impacto de los tutoriales en las creencias de los estudiantes con respecto al valor del aprendizaje de las matemáticas con aplicaciones.

FICHA BIBLIOGRAFICA: 018

	Justificación	La importancia en las matemáticas de los problemas de aplicación.
DISEÑO	Tipo.	Cuasiexperimental
	Nivel educativo	Universidad
	Participantes	Prueba piloto: 75 estudiantes.
		Experimento central: 66 estudiantes (dos grupos de 33 estudiantes cada uno)
		Tercer experimento: 50 estudiantes
	Instrumentos	Cuestionarios de pre-curso y post-curso (cuatro preguntas se repitieron).
Cuestionarios de pre-curso y post-curso y calificaciones de medio término y examen final.		
Cuestionario de actitudes, con respecto a la aplicación de los tutoriales.		
Procedimiento	Prueba piloto aplicada a estudiantes de diferentes ciencias y facultades de ingeniería. Experimento central aplicado a dos grupos (experimental y control) de estudiantes de ingeniería de Cálculo Multivariable sin énfasis en las aplicaciones, evaluando el impacto de las aplicaciones tutoriales suplementarias. Probar la idea de introducir conceptos teóricos a través de ejemplos de sus aplicaciones prácticas mediante sesiones de SAT.	
ANÁLISIS DE DATOS	Análisis cuantitativo mediante estadísticas y análisis cualitativo evaluando las respuestas en los cuestionarios de actitudes.	
RESULTADOS	Efectos positivos significativos de los tutoriales sobre las creencias de los estudiantes en los tres experimentos.	
	Avances estadísticos significativos del grupo involucrado en los tutoriales en relación al grupo que aprendió mediante el método tradicional.	
	Evaluación positiva de los estudiantes de los talleres de laboratorio para un mejor entendimiento de las lecturas del curso.	
CONCLUSIONES	La práctica de explorar ciclos de modelización matemática a través de las aplicaciones, da como resultado un mejor y más fácil entendimiento de los conceptos de cálculo.	

Anexo E

Artículos de IJTME

ARTÍCULO	AÑO	VOLUMEN	NÚMERO
A Computer Algebra System and a New Approach for Teaching Business Calculus	2000	7	2
Visualization Enhanced by Technology In the Learning of Multivariable Calculus	2001	8	2
The Role of Animation in Teaching the Limit Concept	2002	9	3
Students' Attitudes Towards Mathematics and Computers When Using DERIVE in the Learning of Calculus Concepts	2002	9	4
The Design of Software Learning Environments Using Symbolic Computation: Two Case Studies in Pre-Calculus	2002	9	4
CAS Calculators in Calculus: TI 89 versus TI 83	2003	10	4
Tablet PC: A Preliminary Report on a Tool for Teaching Calculus	2004	12	3