

## ASISTENCIA DE SOFTWARES MATEMÁTICOS EN CÁLCULO DIFERENCIAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

MSc. Ulbio Colón Durán Pico<sup>1\*</sup>, Dra. Leonor Alexandra Rodríguez Alava<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Básicas - Universidad Técnica de Manabí

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales -Universidad Técnica de Manabí

\*Autor para la correspondencia. Email: [uduranpico@gmail.com](mailto:uduranpico@gmail.com)

Recibido: 10-12-2017 / Aceptado: 15-4-2018

### RESUMEN

El análisis, comprensión y corroboración de resultados en matemáticas ha sido de mucha dificultad para los alumnos de todos los niveles educativos. Para disminuir esta problemática, actualmente se cuenta con herramientas tecnológicas que permiten mejorar los niveles de abstracción de esta ciencia. La presente investigación tiene como objetivo valorar la percepción que tienen los estudiantes de las carreras de ingeniería, sobre la utilidad de los softwares MatLab, GeoGebra y Maple en el estudio de Cálculo Diferencial. Otra técnica a mencionar en este estudio es, la metodología cuali - cuantitativa, mediante la técnica de estudio de caso. Los participantes estuvieron representados por: el profesor investigador, 30 estudiantes de primer nivel de Ingeniería de la Universidad Técnica de Manabí. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la observación participante del profesor en el análisis de casos y el desarrollo de ejercicios y contenidos de la asignatura Análisis Matemático I, y una encuesta estructurada con una escala valorativa basada en cinco indicadores. Se destacan como principales resultados que la diferencia entre los programas Matemáticos utilizados radica por el tipo y la facilidad de acceso, así como por su nivel de confiabilidad y facilidad de utilización. Lo encontrado lleva a concluir (en el contexto estudiado) que estas herramientas promueven la comprensión concreta de las Matemáticas y el desarrollo de competencias tecnológicas aplicadas a la Ingeniería.

**Palabras clave:** Programas Matemáticos, cálculo diferencial, asistencia tecnológica, comprensión Matemática.

## ASSISTANCE OF MATHEMATICAL SOFTWARE IN THE STUDY OF DIFFERENTIAL CALCULATION IN ENGINEERING STUDENTS

### ABSTRACT

The analysis, understanding and corroboration of results in mathematics have been very difficult for students of all educational levels. In order to lessen this problem, there are currently technological tools that allow improving the levels of abstraction of this science. The objective of this research is to assess the perception that students have of engineering careers, about the usefulness of MatLab, GeoGebra and Maple software's in the Differential Calculus study. Another technique to be mentioned in this study is the Qualitative-Quantitative Methodology, through the study case technique. The participants were represented by: the

research professor, 30 first level engineering students from the Technical University of Manabí. The data collection was carried out through the participant observation of the professor in the analysis of cases, and the development of exercises and contents from the subject Mathematical Analysis I, as well as, and a structured survey with a rating scale based on five indicators. The main results stand out that the difference between the mathematical programs used is based on the type and the easy access, as well as their level of reliability and easy use. The findings lead to conclude (in the context studied) that these tools promote the concrete understanding of Mathematics and the development of technological competences applied to Engineering.

**Keywords:** Mathematical programs, differential calculus, technological assistance, Mathematical understanding.

## **ASSISTÊNCIA DE SOFTWARES MATEMÁTICOS NO CÁLCULO DIFERENCIAL EM ESTUDANTES DE ENGENHARIA**

### **RESUMO**

A análise, compreensão e colaboração dos resultados em matemáticas apresentam dificuldades para os estudantes de todos os níveis educativos. Para diminuir este problema, atualmente se conta com ferramentas tecnológicas que permitem melhorar os níveis de abstração desta ciência. A presente investigação tem como objetivo avaliar a percepção que tem os estudantes das carreiras de engenharia, sobre a utilidade dos softwares MatLab, GeoGebra e Maple no estudo do Cálculo Diferencial. A metodologia qualitativa - quantitativa, como uma técnica de estudo de caso. Os participantes foram: o professor investigador, 30 estudantes de engenharia de primeiro nível da Universidad Técnica de Manabí. A toma de dados foi realizada com a observação participativa do professor durante as análises dos casos e o desenvolvimento de exercícios e conteúdos das matérias. Análise Matemático I, uma enquête estruturada com uma escala de avaliação baseada em cinco indicadores foi realizada. Se destacam como principais resultados que a diferença entre os programas matemáticos utilizados radica pelo tipo e a facilidade de acesso, assim como o seu nível de confiabilidade e facilidade de utilização. Os resultados levam a concluir (no contexto estudado) que essas ferramentas promovem a compreensão concreta das matemáticas e o desenvolvimento das competências tecnológicas aplicadas à engenharia.

**Palavras-chave:** Programas matemáticos, cálculo diferencial, assistência tecnológica, compreensão matemática.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Para un estudiante de ingeniería, la matemática constituye un recurso básico para el diseño y desarrollo de soluciones que los aplicará en situaciones propias de la profesión; esta proporciona medios de cálculo, desarrolla el pensamiento sistémico, lógico, sistemático y heurístico; por lo que el docente debe propiciar un aprendizaje significativo, está obligado a convertirse en un facilitador y diseñador de situaciones de aprendizaje, a buscar herramientas que permitan la utilización de tecnologías para crear y proporcionar un ambiente de trabajo dinámico e interactivo, cambiar las metodologías de trabajo para la enseñanza y el aprendizaje, desarrollar habilidades del pensamiento propias del área de matemática y mejorar el aprendizaje (Cuicas, Debel, Casadei, & Alvarez, 2007).

En el área de las matemáticas y de manera concreta en el Cálculo Diferencial, la incorporación de las TIC como recurso didáctico en el aula, permite demostrar que muchos

procedimientos mecánicos que el alumno desarrollaba en papel pueden ser llevados a cabo de manera automatizada, a través de diversos tipos de dispositivos, de tal forma que pueda enfocarse en los algoritmos procedimentales, así como en el análisis, control y evaluación de los resultados obtenidos, que en operaciones y procesos matemáticos elementales.

Debe destacarse que existe una gran variedad de software que ofrecen no solo la posibilidad de desarrollar problemas matemáticos, sino también útiles como recursos del docente para la comprobación y evaluación de procedimientos y demostraciones en clases; para efectos de esta investigación se consideran los utilizados en el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí - Ecuador: Matlab, Geogebra y Maple; por ejemplo, a través de varios experimentos en GeoGebra, se demuestra que brinda posibilidades a los estudiantes en el desarrollo de la intuición a través de la visualización de los procesos matemáticos, permitiéndoles explorar una variedad de tipos de funciones mediante conexiones entre las representaciones simbólicas y visuales (Zakaria & Lo, 2012).

Si bien Matlab, Geogebra y Maple obtienen rápidamente la resolución de problemas matemáticos, esto no significa que el estudiante deba excluir el conocimiento del algoritmo procedimental llevado a cabo para realizar el cálculo. Este aspecto tiene una mayor importancia cuando la aplicación de las derivadas en problemas de optimización recoge la modelización de un fenómeno donde las variables tienen un significado científico determinado y el comportamiento de la función en los puntos críticos y de inflexión.

La aplicación de estos softwares permite obtener salidas de cálculos complejos de manera rápida y exacta. La finalidad de este trabajo consiste en valorar la percepción que tienen los estudiantes de niveles iniciales de las carreras de ingeniería, sobre la facilidad de acceso, confiabilidad, comprensión, apoyo en el procedimiento y preferencia de los software: MatLab, GeoGebra y Maple en el estudio de Cálculo Diferencial, el análisis de las posibilidades que ofrece la derivada como herramienta para el estudio del comportamiento de funciones y sistemas dinámicos en el campo de la ingeniería, constatando las ventajas e inconvenientes que ello supone, producto de las experiencias obtenidas con su aplicación.

## 2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación cuanti-cualitativa, se procedió a escoger como método de indagación el estudio de caso para describir y analizar a profundidad la situación a la que se enfrentan los estudiantes. Para dar respuesta a la pregunta de investigación se seleccionó como población al grupo de 30 estudiantes del primer nivel de las carreras de ingeniería del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí. La

innovación educativa consistió en la utilización de los tres softwares: Maple, MatLab y GeoGebra en el desarrollo de los mismos ejercicios de Cálculo Diferencial. Para reforzar el desarrollo de competencias, el docente investigador apoyó permanentemente el uso de los mismos. Para lograr el objetivo se consideraron cinco indicadores: a) acceso al software, b) apoyo en el procedimiento del ejercicio, c) confiabilidad en los resultados, d) comprensión y e) preferencia en la utilización.

Para la presente investigación se utilizó como técnica para recolección de datos la encuesta, la cual buscó indagar en los estudiantes la manera como se desarrollaron los ejercicios de cálculo diferencial con el uso de cada uno de los softwares, la bitácora para el registro de observación y de actividades académicas del docente y el análisis de documentos significativos como trabajos realizados por el estudiantado en clase, tareas y resolución de talleres individuales y grupales que sirvieron de soporte para evidenciar los efectos de las herramientas en el aprendizaje y el desarrollo de la competencia matemática.

## **2.1. Desarrollo**

### **2.1.1. Los softwares educativos**

Un factor importante a considerar en la formación de los estudiantes es el aprendizaje, aspecto que en los actuales momentos se considera en relación a la utilización de la tecnología aplicada a la educación.

Los educadores han encontrado un mundo de posibilidades para el desarrollo de su práctica docente a través de la integración de las nuevas tecnologías como un recurso más en el proceso educativo, que les ha permitido promover y facilitar la actitud participativa y creadora de los alumnos, la enseñanza individualizada, el aprendizaje interactivo, la inserción de nuevas metodologías apoyadas por computadora, lo que ocasiona una verdadera transformación en el proceso al ceder el papel protagónico al alumno (Laz & Laz, 2015). De aquí la importancia de una formación permanente del docente, con actitud de apertura y de aprendizaje. El docente de hoy debe educar de manera diferente a la que aprendió en su época, que entienda y trabaje con y para las nuevas generaciones con la finalidad de incrementar la calidad de la educación.

Las expresiones software educativo, programas educativos y programas didácticos como sinónimos para designar genéricamente los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza–aprendizaje; pueden realizar las siguientes funciones: informativa,

instructiva, motivadora, evaluadora, investigadora, expresiva, metalingüística, lúdica e innovadora (Marqués, s/f).

Los catálogos de software educativo suelen agrupar los programas bajo áreas curriculares: matemática, idiomas, ciencias sociales, ciencias naturales, música, etc. adicionales se encuentran los juegos de ordenador, de las enciclopedias, los multimedios sobre cine, arte, música programas de simulación, programas de realidad virtual, entre otros; por eso cada vez se hace más amplio el propio concepto (Gros, s/f).

(Squires & Mcdougall, 2001) proponen un nuevo paradigma para reflexionar sobre el software educativo que lleva un enfoque de la selección de los mismos íntimamente relacionado con su empleo, haciendo hincapié en consideraciones educativas como las interacciones en el aula, las teorías de los procesos de aprendizaje y las cuestiones curriculares; de la misma manera, se debe aprovechar la rapidez y exactitud de los cálculos del software, tanto para ahorrar tiempo en verificar los resultados, como para programar secuencias que permitan observar el proceso de construcción de un concepto (Cuicas, Debel, Casadei, & Alvarez, 2007).

### **2.1.2. Matlab, Geogebra y Maple: recursos para el aprendizaje de cálculo diferencial.**

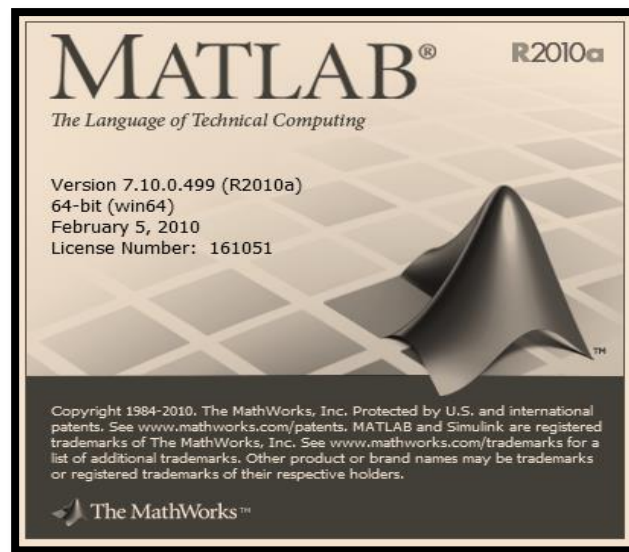
Las ciencias exactas y las de computación se asocian por la utilización de procedimientos y algoritmos que permiten su aplicación en las diversas áreas científicas y de gestión del mundo contemporáneo, para la creación de soluciones óptimas que cumplan con requerimientos específicos de un problema, de manera concreta en ingeniería, generando la implementación de software orientados a la automatización de procesos matemáticos, así como en campos específicos como el cálculo diferencial, área fundamental en las carreras de Ingeniería y Economía, por lo que la incursión de las TIC en los procesos educativos requiere metodologías que permitan relacionar adecuadamente los aspectos pedagógico y didáctico con el tecnológico (Pazos, Tenorio, & Ramírez, 2015).

Por lo anteriormente descrito, un docente de matemática debe incorporar en su gestión de aula el uso de herramientas didácticas – científicas, entre ellos los softwares matemáticos: MatLab, GeoGebra, Maple, entre otros. Toro (2007) manifiesta que, los docentes de esta área deben adquirir sólidos y extensos conocimientos acerca de las nuevas tecnologías de información-integración de las diferentes morfologías de la información: imagen, sonido, texto, computación gráfica, simbólica y numérica; debemos ser expertos en enseñar la lectura de la imagen y no sólo de textos.

Adicional a la selección correcta del recurso, es necesario relacionarlo con los contenidos asumidos en el programa curricular de la asignatura; a efectos del presente estudio, de Análisis Matemático I, donde se destacan: Análisis de funciones, que comprende el estudio del comportamiento (dominio, rango y gráfica) de las funciones reales de una sola variable. Aproximación a la idea de límites en el estudio del comportamiento de los valores de una función. Cálculo diferencial: pendiente de una recta tangente, la razón de cambio y crecimiento o decrecimiento, y Aplicaciones de las derivadas en las variaciones de cambio, extremos locales y problemas de optimización. De tal manera que el software contribuya significativamente en el proceso educativo.

### 2.1.2.1. Software MATLAB

MATLAB, acrónimo de la expresión MATrix LABoratory, considerado un lenguaje técnico de computación (**Figura 1**), programa interactivo que cuenta con instrucciones, comandos, funciones, algoritmos (scripts), objetos básicos con los cuales opera, denominados matrices.

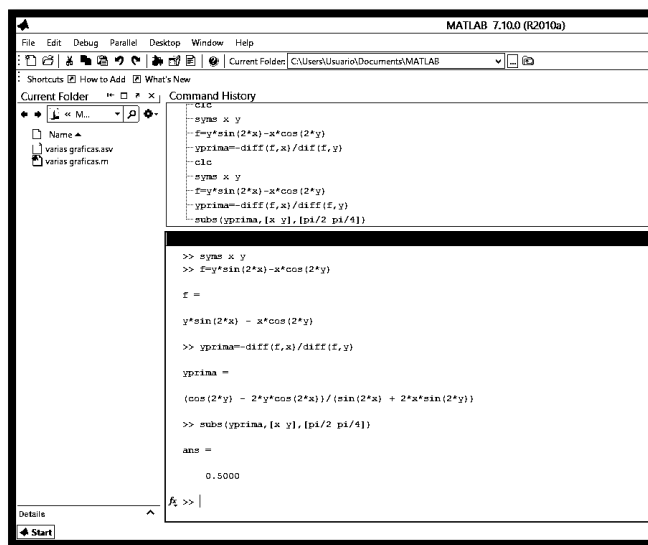


**Figura 1.** Cuadro de diálogo de información inicial de MATLAB. Fuente: software MatLab.

Entre las principales características, destaca el cálculo numérico con precisión, exactitud y rapidez; permite el uso de lenguaje simbólico matemático, diseño y visualización de gráficas avanzada, maneja un lenguaje de alto nivel que aplica programación estructurada y orientada a objetos, posee un soporte básico para diseño de interfaz gráfica (gráficos de funciones) y una considerable cantidad de librería de funciones para automatizar procedimientos y algoritmos aplicados desde el pre cálculo: análisis de funciones reales de una variable de cualquier tipo, evaluación de límites hasta el cálculo de derivadas explícitas



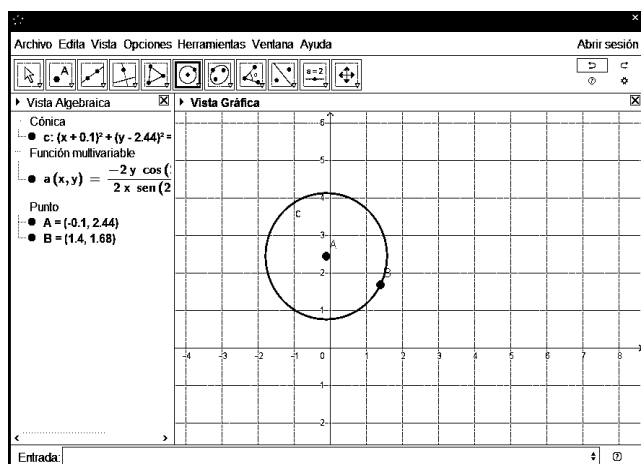
e implícitas (**Figura 2**) así como de orden superior, además del cálculo de integrales no definidas y definidas.



**Figura 2.** Ventana de ventana de MatLab.

### 2.1.2.2. Software GEOGEBRA

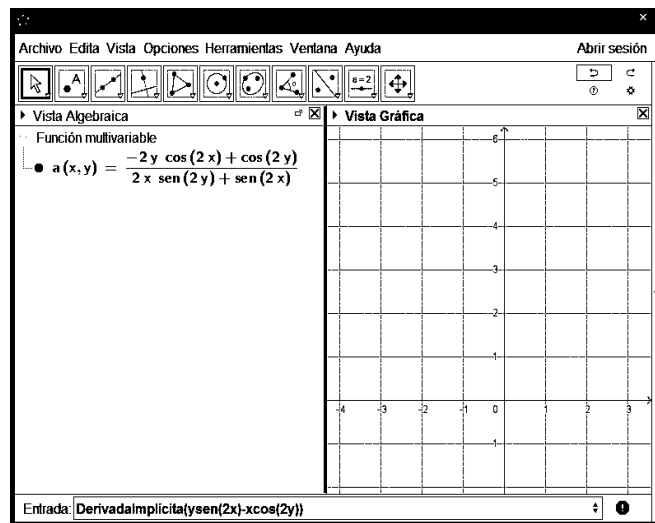
Geogebra, acrónimo de Geometría y Álgebra, ofrece la vista gráfica (geométrica) y algebraica de cada objeto matemático que se introduzca; es decir, se establece un vínculo bidireccional constante, (**Figura 3**). Además, cuenta con otras formas de representación: vista de hoja de cálculo y la vista CAS en donde se puede introducir.



**Figura 3.** Ventana principal de trabajo de GeoGebra. Fuente: software GeoGebra

Una característica sobresaliente de este programa matemático, está dada en lo expuesto por (Hohenwarter & Hohenwarter, 2009) esta multiplicidad permite apreciar los objetos matemáticos en tres representaciones diferentes: gráfica (como en el caso de puntos, gráficos de funciones), algebraica (como coordenadas de puntos, ecuaciones), y en celdas de una hoja de cálculo. Cada representación del mismo objeto se vincula dinámicamente a

las demás en una adaptación automática y recíproca que asimila los cambios producidos en cualquiera de ellas, más allá de cuál fuera la que lo creara originalmente.



**Figura 4.** Ventana algebraica de GeoGebra Fuente: software GeoGebra.

Geogebra contiene múltiples herramientas pedagógicas que permite al docente y estudiante realizar demostraciones aplicando construcciones de geometría dinámica, cuyos objetos se reconfiguran al realizar algún evento o modificación de manera manual o automática además de la automatización de procedimientos en álgebra y cálculo diferencial e integral (**Figura 4**).

### 2.1.2.3. Software MAPLE

Maple es un acrónimo en inglés de *M*athematical *P*Leasure, considerado como un lenguaje de cálculo simbólico potente. Su principal característica radica en la capacidad de realizar cálculos simbólicos; es decir, operaciones similares a las que se llevan a cabo, por ejemplo cuando, intentando realizar una demostración matemática se despeja una variable de una expresión, se sustituye en otra expresión matemática, se agrupan términos, se simplifica, se deriva y/o se integra, etc. (Cujó, 2003).

Maple está constituido por un conjunto de opciones y barras de herramientas que permiten implementar acciones en una interfaz amigable y de fácil manejo, para ello utiliza librerías, funciones e instrucciones de la programación simbólica obteniendo soluciones analíticas efectivas en problemas matemáticos al calcular límites, derivadas (**Figura 5**) e integrales de funciones reales de una variable, e inclusive en la solución de ecuaciones.



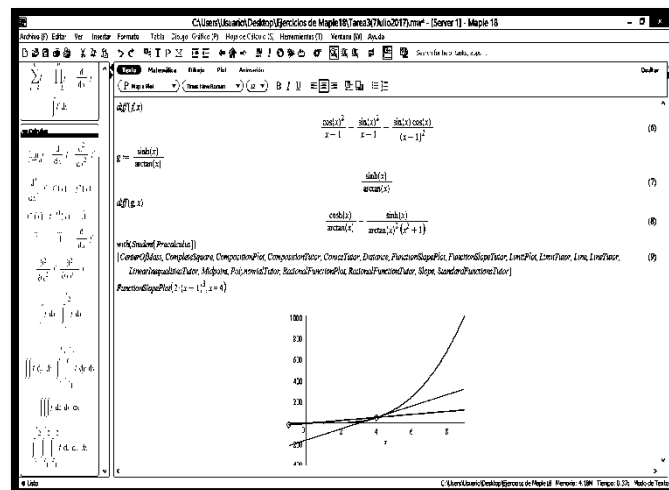


Figura 5. Ventana principal de trabajo de Maple. Fuente: software Maple.

También se lo considera como un paquete de Álgebra Computacional que permite usar sofisticados métodos matemáticos (simbólicos, numéricos, gráficos, etc.) para resolver problemas triviales y no triviales, los procedimientos de cálculo simbólico o científico” (Cujó, 2003), es decir, que permite al usuario desarrollar expresiones matemáticas que utilizan funciones, variables y operadores sencillos pero de precisión y exactitud en la obtención de resultados.

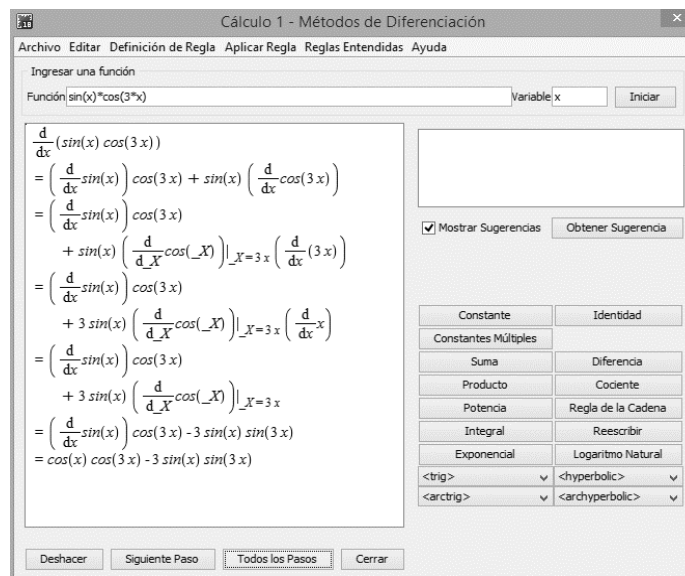


Figura 6. Ventana Tutor de Maple. Fuente: software Maple.

Cuenta con herramientas llamadas tutores que dan soporte al usuario en el procedimiento algebraico al calcular un límite, una derivada o una integral, siendo esta una característica sobresaliente para comparar algoritmos y resultados en la solución de ejercicios concretos, concordando con lo expuesto por (Addlink Software Científicos, 2014) “Maple incluye tutores paso a paso que permiten a los estudiantes practicar la integración, diferenciación,

encontrar límites y otros” de esta manera la (**Figura 6**), muestra el tutor de diferenciación para calcular una derivada, seleccionando la regla de diferenciación a emplear, visualizar paso a paso con la regla aplicada o todos los pasos a la vez con el resultado obtenido.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí son analizadas y agrupadas por los indicadores que se muestran:

#### 3.1. Acceso al software matemático

La **tabla 1** demuestra que el 56 % de los estudiantes prefiere GeoGebra y lo denomina como el software de mayor facilidad de acceso, ya que es un utilitario libre, que se puede descargar desde la página web sin costo alguno y en diferentes dispositivos como laptop y smartphone; en los actuales momentos de fácil acceso para estudiantes y docentes de diferentes condiciones socio económicas.

De acuerdo con lo observado por el docente en relación a este aspecto, los estudiantes, a pesar de la dificultad para obtener acceso al uso de los programas MatLab y Maple, ya que se requiere licencia o el uso de un demo que caduca en un tiempo limitado, pudieron instalarlos en sus dispositivos, lo que generó cambios en el cronograma de actividades programadas; así como cierta desmotivación en los estudiantes al utilizar mecanismos poco apropiados para conseguirlos.

**Tabla 1.** Acceso al Software matemático.

ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		MATLAB 2010	GEOGEBRA	MAPLE18
		%	%	%
a)	Muy fácil	8	56	12
b)	Fácil	20	20	16
c)	Ni fácil ni difícil	36	16	48
d)	Difícil	24	4	20
e)	Muy difícil	12	4	4
	Total	100	100	100

Elaborado por: Investigadores.

Aspecto que concuerda con lo indicado por (Zakaria & Lo, 2012), cuyos resultados de su investigación determinaron que no solo los estudiantes encontraron aspectos motivacionales de aprendizaje a través de GeoGebra, los docentes también tienen percepciones positivas del uso de la herramienta sugiriendo que debe usarse como una alternativa válida en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Estos resultados, basados en la experiencia de los estudiantes; después de haber utilizado las tres herramientas, afirman que GeoGebra no sólo es una herramienta de fácil acceso sino amigable por su interfaz, por su capacidad de almacenamiento y exactitud de resultados.

### 3.2. Apoyo del software en el procedimiento de ejercicios

La **tabla 2** evidencia que en relación al apoyo que brinda el software al estudiante con el procedimiento algebraico del ejercicio, el de mayor aceptación corresponde a Maple con la calificación de excelente (32%) a muy bueno (44%); mientras que MatLab, va de muy bueno (20%) a bueno (36%), y GeoGebra va de bueno (40%) a regular (44%), confirmando que visualizar los procesos, permitir la posibilidad de comparar, deducir, verificar, rectificar, se constituye en un elemento importante de apoyo y motivación para el aprendizaje; así Maple, para fines didácticos, permite observar los pasos de derivación, lo que se logra cargando el paquete *Student [Calculus1]* seguido de la orden *DiffTutor*, acción que permite ver, en una ventana secundaria, los pasos de derivación de uno a la vez, o todos juntos hasta obtener el resultado final. También se puede indicar qué forma de derivación utilizar, de no hacerlo el programa derivará por defecto. (A.Co & Panella, 2014)

Este aspecto concuerda con la apreciación del docente observador, cuando al indicar una tarea, estos lo podían desarrollar con mayor eficiencia utilizando Maple, ya que este programa cuenta con el apoyo paso a paso en la resolución de ejercicios matemáticos, como el cálculo de un límite o derivada de una función.

**Tabla 2.** Apoyo del software matemático en el procedimiento del ejercicio.

ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		MATLAB 2010	GEOGEBRA	MAPLE18
		%	%	%
a)	Excelente	28	00	32
b)	Muy Bueno	20	12	44
c)	Bueno	36	40	20
d)	Regular	16	44	4
e)	Insuficiente	0	4	0
Total		100	100	100

Elaborado por: Investigadores.

### 3.3. Confiabilidad en los resultados

Según la **tabla 3**, el 56 % de los estudiantes de ingeniería manifiesta que MAPLE 18 es el software de mayor confiabilidad en los resultados de los ejercicios matemáticos. Es necesario recalcar que los encuestados han utilizado los tres software en el desarrollo de los mismos ejercicios que involucran procesamiento de funciones reales de una sola variable, límites y derivadas, aspectos que les ha permitido comparar procesos y resultados en los mismos; ya que Maple 18, cuenta con una interfaz gráfica que apoya introducir expresiones matemáticas (análisis y notificación de errores), mostrar las expresiones, gráficas de funciones, y la ayuda de otros usuarios que están conectados con el sistema. (Shingareva, Lizárraga, & Ochoa, 2014)

Estos resultados ratifican que a pesar que las herramientas analizadas son muy potentes y al alcance de los estudiantes; al momento de discriminar resultados precisos Maple 18 se ubica como el mejor por realizar el procesamiento de la información de manera similar a lo realizado manualmente, cuando se ejecutan cálculos matemáticos analíticos, mientras que los programas matemáticos tradicionales requieren valores numéricos para todas las variables, Maple mantiene y manipula los símbolos y las expresiones que permiten obtener soluciones analíticas exactas de los problemas matemáticos, por ejemplo: se puede calcular límites, derivadas e integrales de funciones, entre otros.

**Tabla 3.** Confiabilidad en los resultados.

ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		MATLAB 2010	GEOGEBRA	MAPLE18
		%	%	%
a)	Muy confiable	48	52	56
b)	Confiable	44	44	36
c)	Poco confiable	8	4	8
d)	Nada confiable	0	0	0
	Total	100	100	100

Elaborado por: Investigadores.

### 3.4. Comprensión del ejercicio matemático

La **tabla 4** demuestra la comprensión que logran los estudiantes al momento de utilizar una herramienta tecnológica en el desarrollo de un ejercicio de cálculo matemático, como es la derivada, ubicándose con el 56% el software GeoGebra y con el 52 % Maple. Se asume que los factores que intervienen en el desarrollo de la comprensión está dada según

(Cuicas, Debel, Casadei, & Alvarez, 2007) por el empleo de una metodología que incorpora situaciones de aprendizaje creadas de manera intencional, donde se usa el software Maple como herramienta cognitiva; las asignaciones deben contener como objetivo comprometer al alumno en el aprendizaje de procedimientos (habilidades, cognoscitivas y metacognitivas) mientras construyen el conocimiento.

Lo descrito corrobora la importancia de contar con una herramienta de apoyo que lleve al aprendiz a analizar paso a paso e inferir el porqué de los resultados, constatar, comprobar y corregir de ser necesario mediante un proceso permanente de retroalimentación; es decir que le permite contar con un tutor adicional al docente; indicador confirmado en diversas trabajos individuales y grupales realizados tanto asistidos por el docente observador como en trabajos autónomos.

**Tabla 4.** Comprensión del ejercicio matemático.

ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		MATLAB 2010	GEOGEBRA	MAPLE18
		%	%	%
a)	Excelente	32	56	52
b)	Muy Bueno	36	20	36
c)	Bueno	12	20	4
d)	Regular	20	4	8
e)	Insuficiente	0	0	0
	Total	100	100	100

Elaborado por: Investigadores.

### 3.5. Preferencia en la utilización

La **tabla 5** evidencia que en relación a la preferencia que poseen los estudiantes para utilizar un determinado software al momento de resolver un ejercicio de derivadas está el GeoGebra con la alternativa de mucho con el 52%; seguido de Maple con el 44%, y por último MatLab con el 40%. De estos resultados, es necesario destacar que un considerable número de estudiantes manifiestan nada de preferencia tanto por Matlab como por Maple.

De acuerdo con la experiencia de los autores, los estudiantes prefieren lo que les resulte un verdadero apoyo didáctico para despejar dudas al momento de resolver los ejercicios matemáticos; aspecto que es confirmado por estudiosos sobre el tema cuando indican que entre las posibilidades que debe ofrecer un software están: favorecer los procesos

inductivos y visualización de conceptos, permitir comparar, verificar, conjeturar y refutar hipótesis; tener un laboratorio de cálculo; individualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje; servir como elemento de motivación y como instrumento generador de problemas matemáticos y facilitar la comprensión y aprendizaje de los contenidos programáticos (Balderas, 2005), (Queralt, 2000), (Galdo & Cociña, 1998), (Orellana, 1999)

**Tabla 5.** Preferencia en la utilización.

ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS		MATLAB 2010	GEOGEBRA	MAPLE18
		%	%	%
a)	Mucho	40	52	44
b)	Poco	48	48	40
c)	Nada	12	0	16
	Total	100	100	100

Elaborado por: Investigadores.

#### 4. CONCLUSIONES

Una vez realizada la investigación, tomando como referencia la experiencia de los estudiantes al utilizar los tres softwares matemáticos aplicados en actividades de Cálculo Diferencial; se puede arribar a las siguientes conclusiones:

Cada una de las herramientas tiene sus características que permiten a los estudiantes mostrar sus preferencias; así: GeoGebra es el de mayor facilidad de acceso que permite establecer relaciones geométricas con modelos algebraicos. De la misma manera, se ubica en primer lugar cuando se requiere obtener mayor comprensión de lo que se está haciendo, dado a la metodología intencional para el aprendizaje con la que cuenta.

Maple se ubica como el software de mayor aceptación cuando el estudiante requiere de apoyo para el procedimiento del ejercicio, así como en la confiabilidad de los resultados obtenidos.

De manera general GeoGebra se ubica por encima de Maple y MatLab al momento de determinar la preferencia general de los estudiantes, lo que permite inferir que ellos optan por lo que les resulte un verdadero apoyo didáctico para despejar dudas al momento de resolver los ejercicios de Cálculo Diferencial.



Para el logro de las metas educativas, los docentes deben considerar las apreciaciones de los estudiantes, aspecto que evidencia sus estilos de aprendizaje y que se convierte, desde el punto de vista de los autores, en apoyo fundamental, al momento de escoger los recursos didácticos para desarrollar las clases; sin embargo, se abre la posibilidad de investigar la opinión de los docentes, para entre ambas preferencias, encontrar un punto de relación y con seguridad mejores resultados en la formación integral de los estudiantes.

## 5. REFERENCIAS

- A.Co, P., & Panella, E. (02 de 02 de 2014). <http://web.fceia.unr.edu.ar/es/>. Obtenido de Unniversidad Nacional Rosario Argentina: [http://www.fceia.unr.edu.ar/~semitiel/AyG2-2-2014/Manual de Maple \\_ C3-B3-Panella\\_2013.pdf](http://www.fceia.unr.edu.ar/~semitiel/AyG2-2-2014/Manual%20de%20Maple%20C%C3%B3-Panella_2013.pdf)
- Addlink Software Científicos. (17 de Marzo de 2014). Obtenido de <https://www.addlink.es/noticias-maple/2167-como-se-compara-maple-con-mathematica>
- Balderas, A. (21 de enero de 2005). *Informática Educativa*. Obtenido de <http://informaticaeducativa.com/coloquios/mesas/tres/angel/didactica.html>
- Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L., & Alvarez, Z. (2007). El Software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 7(2), 1-34.
- Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L., & Alvarez, Z. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Actualidades Investigativas en Educación*, 7(2), 1-34.
- Cujó, J. (2003). *Un modelo de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de límites de sucesiones, límites de funciones y derivadas*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/edu/ucm-t26872.pdf>
- Galdo, C., & Cociña, A. (1998). Matemática III con Matemática en la UCA. *III Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (págs. 667-669). Caracas \_Venezuela: FAPUVA-UCV.
- Gros, B. (s/f). *Del software educativo a educar con software*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Hohenwarter, M., & Hohenwarter, J. (18 de 09 de 2009). [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org). Obtenido de Manual Oficial de la Versión 3.2 : <https://app.geogebra.org/help/docues.pdf>
- Laz, R., & Laz, G. (2015). El aula virtual como herramienta de enseñanza - aprendizaje en bachillerato. *Sinapsis*, 6(1).
- Marqués, P. (s/f). *El software educativa*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Orellana, M. (1999). *La enseñanza del cálculo*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Pazos, A., Tenorio, G., & Ramírez, M. (2015). Atributos de la innovación en el marco del movimiento educativo abierto para desarrollar competencias Matemáticas,. *Actualidades investigativas en educación*, 15(3), 1-24.
- Queralt, T. (12 de enero de 2000). *Un enfoque constructivista en el aprendizaje de las matemáticas con calculadoras gráficas*. Obtenido de <http://www.ti.com/calc/latinoamerica/pdf/Enfoque.pdf>
- Queralt, T. (12 de enero de 2000). *Un enfoque constructivista en el aprendizaje de las matemáticas con calculadoras gráficas*. Obtenido de <http://www.ti.com/calc/latinoamerica/pdf/Enfoque.pdf>

- Shingareva, I., Lizárraga, C., & Ochoa, A. (2014). *Maple y ondas estacionarias. Problemas y soluciones*. México: Universidad de Sonora.
- Squires, D., & Mcdougall, A. (2001). *Cómo elegir y utilizar un software educativo*. Madrid: Ediciones Morta,S.L.
- Toro, L. (2007). Matemáticas, Ingeniería y computadora. *Educación en ingeniería*, 55-65.
- Zakaria, E., & Lo, S. (2012). Teachers' Perceptions toward the use of GeoGebra in the Teaching and Learning of Mathematics. *Journal of Mathematics and Statistics*, 253-257.