

# 04

---

## EL PROCESO

DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR EN LAS  
CARRERAS DE INGENIERÍA

**THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF HIGHER MATHEMATICS CONCEPTS IN ENGINEERING CAREERS**

Reol Zayas-Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rzayasb@uho.edu.cu](mailto:rzayasb@uho.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8949-6203>

Miguel Escalona-Reyes<sup>1</sup>

E-mail: [mescalonar@uho.edu.cu](mailto:mescalonar@uho.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4120-7310>

Rubidel Estupiñán-González<sup>1</sup>

E-mail: [rubidel@uho.edu.cu](mailto:rubidel@uho.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0358-2037>

Raúl Cedeño-Intriago<sup>2</sup>

E-mail: [raulcedeno69@hotmail.com](mailto:raulcedeno69@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1693-9111>

<sup>1</sup> Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya" Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Zayas-Batista, R., Escalona-Reyes, M., Estupiñán-González, R., & Cedeño-Intriago, R. (2023). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la matemática superior en las carreras de Ingeniería. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 37-46.

**Fecha de presentación:** septiembre, 2022

**Fecha de aceptación:** diciembre, 2022

**Fecha de publicación:** enero, 2023

---

## RESUMEN

La formación de conceptos de la Matemática Superior, en las carreras de ingenierías, es importante para la interpretación y predicción de los procesos que acomete el ingeniero en su profesión. En su aprendizaje, en la actualidad, subsisten dificultades que limitan su comprensión. En la ejecución de la investigación se determinaron: el nivel de comprensión de los conceptos por los estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial, las potencialidades de los asistentes matemáticos para la enseñanza de conceptos matemáticos, el estado de utilización de software en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática en la Universidad de Holguín y las aportaciones de las investigaciones sobre el tema. Para ello se aplicaron los métodos histórico-lógicos, análisis y síntesis, inducción y deducción, y del nivel empíricos, la observación, encuestas, entrevistas, revisión documental y pruebas pedagógicas. La principal contribución de la investigación radica en la propuesta de estrategia didáctica para la integración de los asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conceptos. Su implementación permitió a los estudiantes mejorar la comprensión de los conceptos básicos de la Matemática Superior, así como la solución de problemas prácticos que pueden ser modelados matemáticamente.

### Palabras clave:

Conceptos, proceso de enseñanza-aprendizaje, asistente matemático, Matemática Superior.

## ABSTRACT

The formation of concepts of Higher Mathematics, in engineering careers, is important for the interpretation and prediction of the processes that the engineer undertakes in his profession. In its learning, at present, there are still difficulties that limit its understanding. In the execution of the research, the following were determined: the level of understanding of the concepts by the students of the Industrial Engineering career, the potentialities of the mathematical assistants for the teaching of mathematical concepts, the state of use of software in the teaching and learning process of Mathematics in the University of Holguin and the contributions of the researches on the subject. For this purpose, the historical-logical, analysis and synthesis, induction and deduction methods were applied, and at the empirical level, observation, surveys, interviews, documentary review and pedagogical tests. The main contribution of the research lies in the proposal of a didactic strategy for the integration of mathematical assistants in the process of teaching and learning concepts. Its implementation allowed students to improve their understanding of the basic concepts of higher mathematics, as well as the solution of practical problems that can be modeled mathematically.

### Keywords:

concepts, teaching-learning process, mathematical assistant, Higher Mathematics.

## INTRODUCCIÓN

En la Agenda 2030 en el objetivo 4 se plantea, entre otras metas, *“asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria”* y *“aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento”*. (Organización de las Naciones Unidas, 2015)

Por otra parte, en la Declaración de Incheon para la Educación 2030, los firmantes se comprometen a promover oportunidades de aprendizaje de calidad a lo largo de la vida para todos, en todos los contextos y en todos los niveles educativos. Para ello, consideran que es preciso aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para reforzar los sistemas educativos, la difusión de conocimientos, el acceso a la información, el aprendizaje efectivo y de calidad, y una prestación más eficaz de servicios.

Asimismo, connotan que en un mundo en el que el desarrollo tecno-científico está presente en todos los ámbitos de la vida humana, la educación en ciencias no es menos necesaria de lo fue la alfabetización de los individuos con la aparición de las sociedades industriales. Los países necesitan profesionales que participen en los procesos de investigación, innovación y desarrollo al más alto nivel y para ello será necesario también fortalecer la educación en materia de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015).

El perfeccionamiento de la formación inicial de los ingenieros en Cuba ha transitado por diferentes concepciones, reflejados en los planes de estudios, en aras del perfeccionamiento y la pertinencia académica y social de las carreras.

En la formación de los ingenieros la disciplina Matemática Superior debe propiciar que los estudiantes logren la formación de conceptos para que sea capaz de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, utilizando en ello, tanto métodos analíticos como aproximados y haciendo uso eficiente de las técnicas de cómputo (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2018).

No obstante a estas aspiraciones, en la formación de conceptos de la Matemática Superior susciten dificultades como: es insuficiente la asimilación por los ingenieros en formación de los conceptos de la disciplina, se constató una excesiva formalización del tratamiento didáctico, por parte de los docentes de Matemática Superior, de los conceptos y sus definiciones que conlleva a la insuficiente comprensión de los mismos por los estudiantes y un

limitado el uso de asistentes matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior.

La síntesis de los argumentos anteriores indica que, pese a lo avanzado, aún subsisten dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en la formación inicial de ingenieros en la Universidad de Holguín y en particular la carrera de Ingeniería Industrial por tales razones es necesario la búsqueda de alternativas para perfeccionar dicho proceso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se aplicaron los métodos histórico-lógicos, análisis y síntesis, inducción y deducción, y del nivel empíricos, la observación, encuestas, entrevistas, revisión documental y pruebas pedagógicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de conocimientos de la Matemática está conformado por conceptos, teoremas y procedimientos de solución asociados a cada uno de ellos, entre otros. De estos componentes, los conceptos garantizan la base teórica imprescindible para la asimilación y comprensión de teoremas, procedimientos de solución y la interpretación de problemáticas ingenieriles.

Esta última idea, la comparten autores como Ballester et al. (2002), entre otros. También, reconocen que la correcta formación de un concepto presupone que los estudiantes puedan comprender las diferentes relaciones matemáticas, así como que este proceso es una premisa indispensable para el desarrollo de la capacidad de aplicar lo aprendido de forma segura, activa y creadora, que representa un punto esencial para el adiestramiento lógico-verbal y que se pueden transmitir importantes nociones ideológicas y referentes a la teoría del conocimiento.

Para estos autores, un concepto es la reflexión ideal de una clase de individuos, de una clase de clases, o de relaciones entre individuos o clases sobre la base de características esenciales.

Por otra parte, desde el punto de vista de la lógica, Guétmannova et al. (1991), consideran al concepto como forma de pensamiento abstracto que refleja los indicios sustanciales de una clase de objetos homogéneos o de un objeto. Y precisa como modos lógicos básicos de formación de conceptos: el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción y la generalización.

También acota que el contenido y el volumen son importantes características del concepto y ambas guardan una relación: cuando más amplio sea el contenido, más estrecho será el volumen, y viceversa.

Es disímiles trabajos investigativos, los investigadores en didáctica de las matemáticas afirman que la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos fundamentales del cálculo son fuentes frecuentes de dificultades en la comprensión y aprendizaje por parte de los estudiantes de la Educación Universitaria (Báez de Ramos, 2018; Báez Ureña, 2018; Martín, 2018; Iglesias, 2018; Esparza, 2018; González et al., 2018; Pérez & Blanco, 2019; Das, 2019; Villarraga et al., 2020; y Zayas et al. 2022).

Por otro lado, Talízina (1989), demostró en sus investigaciones que la asimilación de los conocimientos, entre ellos los conceptos, es un proceso de producción de la actividad y se desarrolla del plano material al mental.

En consonancia con esta idea, Duval (2006), señala que: *“estamos entonces en presencia de lo que se podría llamar la paradoja cognitiva del pensamiento matemático: por un lado, la aprehensión de los objetos matemáticos no puede ser otra cosa que una aprehensión conceptual y, por otro lado, solamente por medio de las representaciones semióticas es posible una actividad sobre los objetos matemáticos”* (p. 50)

Por otra parte, en la declaración de la Conferencia mundial de las TIC, Qingdao (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015), se acuerda que para integrar con éxito las TIC en la enseñanza y el aprendizaje es indispensable replantear el papel de los docentes y reformar su formación y perfeccionamiento profesional”

También el uso de asistentes matemáticos en la Educación Matemática, tanto nacional como internacionalmente, ha provocado un cambio en los roles del profesor y el alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas de esta ciencia. En la Universidad de Holguín, *“a pesar que estos recursos están disponibles no existe una planificación adecuada para su utilización por parte de los profesores de Matemáticas”*. (Escalona, 2011, p. 10)

Finalmente, Bermeo (2017), reconoce que *“a pesar de los reconocidos beneficios del uso de los ordenadores en las clases de matemáticas de todos los niveles educativos, y de su creciente disponibilidad... no se ha producido una modificación sustancial de los hábitos de enseñanza que favorezca su uso generalizado, sino que una mayoría de las clases matemáticas de hoy siguen ancladas en las metodologías de pizarra y libro de texto, y se diferencian poco de las de hace algunas décadas”*. (p.44)

Las evidencias enunciadas anteriormente revelan la necesidad de un perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en la formación de ingenieros en la Universidad de Holguín, dada las potencialidades que ofrecen los asistentes matemáticos para la utilización de métodos activos, medios interactivos que motiven y le permitan a los estudiantes un aprendizaje significativo y colaborativos para el estudio de la disciplina.

En una situación de aprendizaje tan compleja, como la que tiene lugar para los estudiantes de Matemática Superior, disciplina que incluye temas tan complejos como los de límite, continuidad, derivadas, integrales, ecuaciones diferenciales ordinarias, entre otros, en los que las dificultades conceptuales son muy grandes, resulta conveniente partir para dicha elaboración de las “representaciones concretas” de aquellos “objetos” sobre los que se definirán las nuevas relaciones y operaciones.

La integración de los asistentes matemáticos para su utilización en el diseño de tareas docentes definidas, por el autor de esta investigación, como actividades orientadas durante el desarrollo de la clase, que provoca el profesor, utilizando un software para motivar la actividad cognoscitiva del estudiante mediante la experimentación, la visualización y la exploración, en función del logro del objetivo, es una alternativa para la perfeccionar el formación de los conceptos de la Matemática Superior.

Para lograr la integración de los asistentes matemáticos se propone una estrategia didáctica que posibilite la planeación, ejecución y control del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos.

En la investigación se asume como estrategia didáctica la definición enunciada por Navaridas (2004), *“cómo un conjunto de decisiones sobre los procedimientos a emprender y sobre los recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción que, organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos pretendidos en cada uno de los momentos del proceso, nos permiten dar respuesta a la finalidad última de la tarea educativa”*. (p. 18).

Para la integración de los asistentes matemáticos en la formación de conceptos de la Matemática Superior el autor de esta investigación (Tabla 1) propone la siguiente:

### **Tabla 1. Etapas y acciones de la estrategia didáctica.**

Etapas	Acciones
I. Selección de los conceptos a formar y el asistente matemático a utilizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el programa de la asignatura.</li> <li>• Precisar el concepto a definir según plan calendario.</li> <li>• Seleccionar el software.</li> </ul>
II. Determinación del nivel de conocimientos previos para el nuevo aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar los conocimientos previos con una prueba pedagógica.</li> <li>• Constatar habilidades informáticas básicas en una clase en el laboratorio.</li> </ul>
III. Diseño de las tareas docentes asistidas por el software.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar las tareas docentes que tienen como componentes: título, introducción, objetivo, situación de aprendizaje y precisiones generales.</li> </ul>
IV. Orientación de las tareas docentes a los estudiantes para su realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer las tareas docentes a los estudiantes en la clase que le corresponda</li> <li>• Solucionar las tareas por los estudiantes bajo el control de los docentes.</li> <li>• Realizarles precisiones a los estudiantes y ofrecerle niveles de ayuda</li> </ul>
V. Control y evaluación de la comprensión de los conceptos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debatir mediante preguntas las características necesarias y suficientes para definir el concepto estudiado.</li> <li>• Proponer tareas docentes donde el estudiante deba identificar el concepto.</li> <li>• Plantearles a los estudiantes una problemática de su futura profesión que se modele mediante el concepto estudiado</li> </ul>

### Un ejemplo con el GeoGebra

El programa de matemática dinámica GeoGebra mezcla la funcionalidad de un procesador geométrico y algebraico (Geometría-Álgebra), es un software que resulta ser una poderosa herramienta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Es un software de matemáticas que reúne geometría, álgebra y cálculo, desarrollado por Markus Llohenwarte (2004), en la Universidad de Salzburgo para la enseñanza de matemática escolar y puede contribuir a transformar el aula de matemáticas.

Este asistente matemático vincula dos categorías, la relativa a Sistemas de Álgebra Computacional (CAS) y la relativa a los Sistemas de Geometría Dinámica (DGS), y esto es lo más interesante. Combina las representaciones gráficas y simbólicas ofreciendo ambas al mismo tiempo.

En resumen, es un programa pensado para el aprendizaje y la enseñanza de las Matemáticas, intuitiva, fácil de usar, de estética cuidada, con grandes posibilidades pedagógicas y en continuo desarrollo. Puede servir para los profesores y alumnos de cualquier educación para aprender Matemática.

Para el trabajo desarrollado se utilizó la siguiente estrategia didáctica:

- Selección de los conceptos a formar y el asistente matemático a utilizar.

Lo primero que se hizo fue estudiar el programa de Matemática I para la carrera de Ingeniería Industrial, donde se analizaron los objetivos propuestos tanto para el programa, como para las actividades docentes y los conceptos objeto de estudio. A partir de este análisis se escogió el concepto límite de una función.

- Determinación del nivel de conocimientos previos de los estudiantes necesarios para el nuevo aprendizaje.

Se tuvo en cuenta el diagnóstico de los estudiantes que participaron en la experiencia, para la elaboración de las actividades a desarrollar. Pues como se conoce es importante conocer la situación cognitiva de cada alumno para poder planificar las tareas docentes a desarrollar.

- Diseño de las tareas docentes que resolverá el estudiante ante el computador, con el objetivo de que estas sean lo más eficientes y efectivas posible.

Se planificaron las tareas docentes siguiendo los objetivos del programa y las características de cada alumno, las cuales fueron orientadas con anterioridad a cada práctica de laboratorio, lo que permitió un trabajo más eficiente.

- Orientación de las tareas docentes a los estudiantes para su realización.

En esta etapa se les propuso las tareas docentes a los estudiantes en la clase que le correspondía y durante su ejecución se controló el proceso y los resultados de su trabajo, existió una comunicación constante con los alumnos, de forma personal y se les realizaron precisiones a los estudiantes y se les brindó niveles de ayuda.

- Control y evaluación de la comprensión del concepto límite de una función.

A modo de ejemplo se muestra una tarea docente diseñada con el GeoGebra para explorar a partir de indicaciones dadas por el docente los posibles casos del concepto de límite de una función en un punto.

**Título:** una aproximación intuitiva al concepto límite de una función.

### Introducción

En la naturaleza y la sociedad existen procesos que para su modelación se utilizan funciones. En ocasiones es necesario analizar a partir de la variación de la variable independiente, cuál es el comportamiento de los valores funcionales. Es decir, investigar si estos valores se aproximan a un valor, varios valores o a ningún valor.

Ustedes, en enseñanzas anteriores, han realizado aproximaciones numéricas por ejemplo; las reglas de redondeo, el truncamiento, la deducción de la fórmula del área del círculo (ver tarea docente 1), la definición de la velocidad instantánea a través de la velocidad media, entre otros.

Algunas de estas aproximaciones son finitas y otras infinitas. En estas últimas subyace un concepto matemático importante que es necesario que ustedes comprendan.

**Objetivo:** Comprender intuitivamente el concepto de límite de una función real de una variable real en un punto como un proceso de aproximación infinita de los valores funcionales cuando la variable dependiente se acerca a un valor dado.

Se les orienta a los estudiantes abrir el fichero donde se le presenta el siguiente medio:

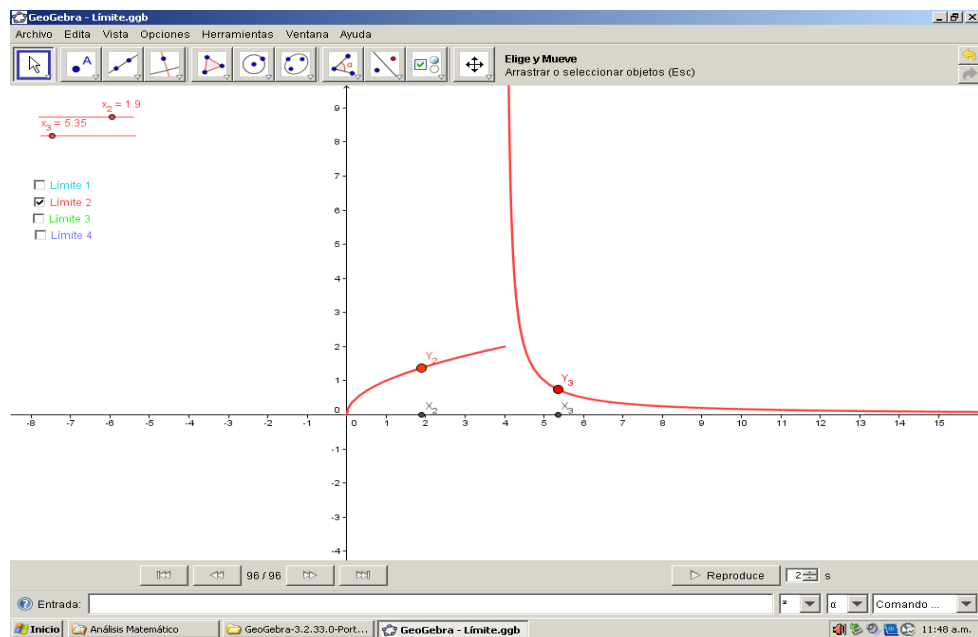


Figura 1. Captura de pantalla del fichero de la tarea docente 1.

Luego de que los estudiantes abran el medio en la computadora se les orienta:

1. Active el botón Límite 1.
2. Observe el gráfico de la función dibujada en el tapiz y diga: dominio, imagen, la existencia de ceros, monotonía, paridad e inyectividad.
3. Explore de la siguiente forma: aproxime los valores de la variable independiente a tres (se puede ilustrar para otros valores), mediante los deslizadores  $x_0$  y  $x_1$ .

- Luego de realizar la variación, observe con atención los cambios que se producen e intente responder la siguiente pregunta: ¿Qué sucede con los valores funcionales cuando la variable independiente se aproxima a ese valor, tanto por la derecha como por la izquierda?
4. Repetir las acciones anteriores activando sucesivamente los tres botones restantes.

### Precisiones necesarias

Como se puede observar el medio les da la posibilidad de analizar cuatro casos posibles de la aproximación infinita de los valores funcionales, a medida que el valor de la variable independiente tiende a un número dado. El estudiante puede observar el comportamiento geométrico y numérico de las funciones presentadas para cada caso, así como su relación.

Este medio permite al docente y al estudiante valorar al mismo tiempo lo geométrico y lo numérico logrando una mejor integración respecto a lo tradicional, es decir, el programa de matemática dinámica da la posibilidad de optimizar el tiempo del tratamiento didáctico de este concepto.

Con esta tarea docente el profesor puede hacer énfasis a los estudiantes en los dos casos donde se evidencia que los valores funcionales tienden a un mismo valor cuando la variable independiente se aproxima a un valor dado tanto por exceso como por defecto. Este hecho revela la existencia de una nueva cualidad en el comportamiento funcional.

No obstante, no se pretende que en este momento el docente formalice la definición sino que enuncie una similar a la dada por Stewart (2018): escribimos y decimos “*el límite de  $f(x)$ , cuando tiende a  $a$ , es igual a  $L$  ” si podemos acercar arbitrariamente los valores de  $f(x)$  a  $L$  (tanto como deseemos) tomando lo bastante próximo de  $a$ , pero no igual a  $a$  ”. (p. 91)*

Todo esto nos permitió realizar un trabajo individualizado y continuar perfeccionando el diagnóstico del grupo.

Luego de concluido la experiencia se aplicó una encuesta, para constatar el grado de satisfacción de los alumnos sobre su experiencia de trabajo con el GeoGebra y sus resultados se resumen a continuación:

- Solo cuatro estudiantes tenían experiencia de trabajo con GeoGebra.
- Todos consideran que el curso permitió aprender el manejo de diferentes opciones que tiene el software,

sobre todo las aplicadas en las actividades desarrolladas, aunque algunos plantearon la necesidad de prolongar con más horas el trabajo con el programa GeoGebra.

- Todos consideran que el GeoGebra es un medio de enseñanza que contribuyó a elevar su motivación y la asimilación de los conceptos abordados.
- Consideran que de ser posible vincular el curso con GeoGebra a otras asignaturas de la Carrera.
- Todos coinciden en que les gusta continuar aprendiendo matemática y el trabajo con el programa y complementar su formación con un curso de profundización.
- En su gran mayoría, plantean que la experiencia del trabajo en el laboratorio de computación con el programa ha sido muy interesante.

### Valoración de los resultados de la aplicación

Se aplicó la propuesta para constatar su efectividad en el primer año de la carrera Ingeniería Industrial durante el primer semestre del curso 2019-2020. Para ello se tomó como grupo de control el grupo 1.1 y como grupo experimental el 1.3 con una matrícula de 24 estudiantes.

Se definió como principal objetivo: determinar la influencia de la tarea docente asistida por el GeoGebra, en la formación del concepto límite de una función real de una variable real en un punto por parte de los estudiantes del primer año de la carrera Ingeniería Industrial.

Y como conjetura se formuló la siguiente:

Si los ingenieros en formación solucionan la tarea asistida por el GeoGebra, la visualización, la exploración y la experimentación que ejecutarán en su solución contribuirán a que asimilen el concepto límite de una función real de una variable real.

Para el control y análisis de los resultados se utilizaron distribuciones de frecuencias, para ello se llevó un registro de las experiencias de la actividad docente, control de los resultados individuales y grupales y la aplicación de la prueba de control que permitió valorar cómo se manifestó el proceso de asimilación del concepto límite de una función con el uso de las tareas docentes asistidas por el software matemático GeoGebra.

Para corroborar estadísticamente los resultados luego de aplicar las tareas se aplicó la Prueba de Hipótesis de Independencia Chi Cuadrado y para obtener los cálculos se utilizó el sistema de estadística *Statgraphics Plus*, cuyos resultados se muestran a continuación (Tablas 2 y 3):

**Tabla 2. Grupo control.**

Habilidades	2	3	4	5
Interpretación del concepto	11	6	5	2
Reconocimiento gráfico del límite	10	8	4	2
Cálculo de límites	9	12	2	1

**Tabla 3. Grupo experimental.**

Habilidades	2	6	7	5
Interpretación del concepto	5	6	5	4
Reconocimiento gráfico del límite	4	5	6	5
Cálculo de límites	6	6	5	3

**Las hipótesis estadísticas planteadas fueron:**

$H_0$ : Los resultados obtenidos en ambos cursos tienen relación.

$H_1$ : Los resultados obtenidos en ambos cursos no tienen relación.

El **nivel de significación** escogido fue de un 0. 05

El **estadígrafo** fue

La **regla de decisión** para esta prueba fue:

Se rechaza  $H_0$  si calculado es mayor que el tabulado.

Luego de aplicar dicha prueba los resultados dados por el Statgraphics Plus fueron los siguientes:

**Resumen del Statgraphics Plus****Tabla 4. Contraste de Chi-cuadrado.**

Chi-cuadrado	GL	P-Valor
27,99	6	0,0000094

El test Chi Cuadrado (Tabla 4) se utilizó para comparar los resultados del curso 2012-2013 donde no se aplicó el conjunto de tareas y con los del curso 2013-2014 donde fueron aplicadas dichas tareas. En este caso la prueba muestra que como el p-valor es menor que el nivel de significación se rechaza  $H_0$  y por tanto entre los resultados de ambos cursos no hay relación. Como los resultados del curso 2013-2014 son superiores y precisamente en este se aplica las tareas asistidas por el GeoGebra y el resto de las condiciones son similares podemos inferir que dichas tareas determinan estos resultados.

A partir de estos resultados se realizó una prueba de comparación de proporciones (donde se obtiene que la proporción de estudiantes desaprobados en el grupo de control es superior a la obtenida en el grupo experimental.

Los resultados de la aplicación en la práctica de la tarea docente fueron satisfactorios, pues se logra un avance la formación del concepto límite de una función por parte de los estudiantes que cursaron la Matemática I en la carrera de Ingeniería Industrial.

Identificaron el concepto límite de una función real de una variable real de forma satisfactoria, tanto de forma numérica como geométrica. Se logró que los estudiantes a partir de la visualización, la exploración y la experimentación pudieran realizar juicios, conjeturas y determinar rasgos esenciales de un concepto extremadamente abstracto.

Redescubrieron, con el uso del software matemático GeoGebra, los conceptos límite en un punto, límites laterales, límites al infinito y el valor de algunos límites.

**CONCLUSIONES**

La experiencia desarrollada con los estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial mostró cómo es posible usar la tecnología en la impartición de los contenidos matemáticos de una forma diferente a lo tradicional. Como resultado de la



labor investigativa se resumen algunos aspectos que se consideran de interés.

En el estudio diagnóstico realizado en la investigación se constató el bajo nivel de asimilación del concepto por los estudiantes que se forman ingenieros en la Universidad de Holguín y se caracterizó los obstáculos didácticos que dificultan dicho aprendizaje, entre ellos: la preponderancia del enfoque geométrico, la excesiva formalización del tratamiento didáctico del concepto de límite y el limitado uso de asistentes matemáticos para dinamizar el proceso enseñanza y aprendizaje.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior con la utilización de un asistente matemático, debe partirse de situaciones problemáticas que induzcan a los alumnos a resolverlas activamente. Además, se les debe proporcionar un contexto apropiado para que utilicen su pensamiento intuitivo en la formulación de conjeturas y su pensamiento inductivo para hacer abstracciones a partir de los datos.

Un asistente matemático constituye una poderosa herramienta que en manos de profesores y estudiantes puede contribuir a mejorar la motivación por la Matemática y de hecho mejorar la enseñanza y aprendizaje de esta asignatura en cualquier nivel de enseñanza, pues el estudiante tiene que tener pleno dominio de los conceptos, teoremas y procedimientos para resolver las tareas propuestas.

La aplicación de la estrategia didáctica para la integración de asistentes matemáticos en la formación de conceptos resultó beneficiosa porque se dinamizó las clases, al favorecer el protagonismo de las estudiantes en la formación del concepto mediante la visualización, la exploración y la experimentación y los resultados en el aprendizaje obtenidos evidencian avances significativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Báez de Ramos, A. (2018). *Estrategia didáctica para el desarrollo conceptual procedimental en el cálculo diferencial de una variable real, para las carreras de ingeniería*. (Tesis doctoral). Universidad de Camagüey.
- Báez Ureña, N. (2018). *Estrategia didáctica para la formación de conceptos en el proceso enseñanza-aprendizaje del Cálculo Diferencial de una variable real en las carreras de ingeniería*. (Tesis doctoral). Universidad de Camagüey.
- Ballester Pedroso, S., Santana de Armas, H., Hernández Montes de Oca, S., Cruz, I., Arango González, C., García García, M., Álvarez Gómez, A., Rodríguez, M., Batista, L., & Villegas Jiménez, E. (2002). *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. Tomo 1. Pueblo y Educación.
- Bermeo, O. (2017). *Influencia del Software GeoGebra en el aprendizaje de graficar funciones reales en estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional de Ingeniería*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018). Plan de Estudio E de la carrera Ingeniería Industrial. MES
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19-28.
- Escalona, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(4), 1-13.
- Esparza Puga, S. (2018). Uso autónomo de recursos de Internet entre estudiantes de ingeniería como fuente de ayuda matemática. *Educación Matemática*, 30 (1), 73-91.
- González Trujillo, C., Montes de Oca Recio, N., & Guerrero Lambert, S. (2018). El análisis didáctico-tecnológico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Revista Transformación*, 1 (2), 202-213.
- Guétmannova, A., Panov, M., & Petrov, V. (1991). *Lógica: en forma simple sobre lo complejo*. Progreso.
- Iglesias Domecq, N. (2018). La dinámica interdisciplinar del proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería Civil. *Revista Transformación*, 14(2), 214-225.
- Martín Sánchez, A. (2018). *Estrategia didáctica para el desarrollo de relaciones conceptuales en el Álgebra Lineal para las carreras de Ingeniería*. (Tesis de doctoral). Universidad de Camagüey.
- Navaridas, F. (2004). *Estrategias didácticas en el aula universitaria*. Logroño
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. UNESCO. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa).
- Pérez González, O., & Blanco Sánchez, R. (2019). Contribución teórica y práctica a la didáctica del Cálculo Diferencial y del Álgebra Lineal para carreras de ingeniería. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 9(3), 170-173.
- Stewart, J. (2018). *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas*. Cengage Learning Editores, S.A.
- Talízina, N. A. (1989). *Psicología del aprendizaje*. Editorial Mir.

Villarraga, B., Rojas, O., & Sigarreta, J. (2020). Metodología para la formación de conceptos asociados con las funciones de variable compleja. *Revista Espacios*, *41(6)*, 24-35.

Zayas Batista, R., Escalona Reyes, M., & Coloma Rodríguez, O. (2022). Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior para ingenieros. *Revista Universidad y Sociedad*, *14(S1)*, 192-201.