

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
FACULTAD DE INFORMÁTICA MATEMÁTICA
CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS Y SUS DEFINICIONES
DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación

REOL ZAYAS BATISTA

HOLGUÍN

2022

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
FACULTAD INFORMÁTICA MATEMÁTICA
CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS Y SUS DEFINICIONES
DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación

Autor: Lic. Reol Zayas Batista. M. Sc. Profesor Auxiliar

Tutores: Lic. Miguel Escalona Reyes. Dr. C. Profesor Titular

Lic. Orestes Coloma Rodríguez. Dr. C. Profesor Titular

HOLGUÍN

2022

PENSAMIENTO

“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo”.

Benjamín Franklin (1752, p. 2)

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Justo Reol y Faustina Migdalia que sacaron de donde no había para que pudiese hacer la carrera de Licenciado en Educación Matemática.

A mis compañeros de la Universidad de Holguín que junto a ellos intento enseñar Matemáticas hace más de 28 años.

A mi profesor y amigo Mario Estrada Doallo que me mostró la importancia de las TIC para enseñar y aprender Matemáticas.

A Matilde, Irma, Fabio, Wilberth amigos que me han demostrado que los obstáculos son oportunidades de crecimiento.

A mi tutor Miguel Escalona Reyes que creció ante mis ojos y hoy es uno de mis referentes.

Al excelente colectivo de doctores del claustro del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Holguín.

Al proyecto social de todos los cubanos que posibilitó que un campesino que a los once años conoció la electricidad fuese un profesor universitario.

DEDICATORIA

A mi padre que ya no está entre nosotros, pero está.

A mi esposa, impulsora de esta obra.

A mi madre y a mis hijas María Claudia y Sarisbel, sostén y futuro.

SÍNTESIS

El perfeccionamiento de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones matemáticas que respondan al perfil de las carreras de ingeniería, en la formación de pregrado, es la problemática que genera esta investigación. La necesidad de emplear recursos didácticos en particular desde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para mediar este proceso, es un reto y una exigencia actual. Asimismo, favorecer la apropiación de los conceptos con significatividad en la formación de pregrado de ingenieros en los que el estudiante visualice, explore, experimente y colabore en su construcción es el desafío de esta investigación.

La solución de la problemática se prevé desde la propuesta de un modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería, que revelan las relaciones funcionales en la interacción dialéctica de sus componentes y sirven de sustento a una estrategia didáctica para dicho proceso en la dinámica interactiva con otros métodos de enseñanza-aprendizaje y formas organizativas del proceso de enseñanza-aprendizaje y contribuyan a un aprendizaje significativo, vivencial y desarrollador.

La pertinencia, confiabilidad y aplicabilidad del resultado obtenido se comprueba mediante la aplicación de los métodos empíricos, criterio de expertos, talleres con especialistas y cuasi experimento en la carrera Ingeniería Industrial de la sede Oscar Lucero Moya de la Universidad de Holguín. Los que ofrecen resultados positivos que avalan su pertinencia, factibilidad y aplicabilidad; lo que confirma la validez científica de los resultados.

ÍNDICE

Tabla de contenido	Págs.
Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentos teóricos y metodológicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y la mediación de las TIC en las carreras de ingeniería.....	12
1.1 Fundamentos teóricos de la Matemática Superior, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en las carreras de ingeniería.....	12
1.2 Fundamentos psicopedagógicos y didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.....	22
1.3 Análisis epistémico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.....	32
1.4 Estado inicial de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín.....	43
Capítulo 2. La mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la matemática superior en las carreras de ingeniería.....	56
2.1 Posicionamientos teóricos de partida para la elaboración del modelo didáctico como contribución a la teoría pedagógica.....	56
2.2 Modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.....	61

2.3 Estrategia didáctica para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.....	91
Capítulo 3. Corroboración y valoración científica de los principales resultados investigativos.....	101
3.1. Estrategia metodológica empleada para la valoración científica de los principales resultados de la investigación.....	101
3.2. Valoración de la factibilidad y pertinencia científico-metodológica de los principales resultados de la investigación, a partir de un taller de socialización con especialistas y el criterio de expertos.....	104
3.3. Valoración de la factibilidad de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.....	110
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Las prioridades de la Universidad cubana están en función de cumplimentar la Resolución 70/1 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) titulada “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” aprobada en septiembre de 2015. Entre sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) el cuatro (4) reconoce y exige una educación de calidad, y en consecuencia la universidad junto con el Estado, deben cumplir con las 169 metas planteadas.

Por consiguiente, esta perspectiva se enuncia en la Declaración de Incheon Educación 2030 (UNESCO, 2015) donde los firmantes se comprometen a promover oportunidades de aprendizaje de calidad a lo largo de la vida para todos, en todos los contextos y niveles educativos. Exigencia que implica reconocer el papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (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.

En este sentido, los países miembros de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC, 2021), reconocen en la educación un elemento vertebral para el desarrollo sostenible de los países la cual debe ser inclusiva, equitativa y de calidad. Para su concreción, los estados se comprometen a impulsar políticas públicas y programas regionales que la garanticen desde las potencialidades de la llamada “era tecnológica” como se le reconoce al siglo XXI.

De modo que, dar respuesta a tales requerimientos implica al Ministerio de Educación Superior (MES) de la República de Cuba concebir la Estrategia Maestra de Informatización de la Educación Superior MES (2016) cuyo objetivo fundamental es la necesidad de multiplicar el uso de las TIC para la gestión de la información y el conocimiento, particularmente en cuanto al trabajo colaborativo en red, la gestión de los recursos digitales, la generación y exposición de contenidos propios. Todo en función del modelo del profesional en formación y la concepción curricular que lo sustenta. De ahí la necesidad del perfeccionamiento continuo de los programas de las disciplinas y asignaturas que lo conforman, no solo desde el contenido propiamente dicho sino también

en los métodos de enseñanza-aprendizaje, y las formas de organización de la Educación Superior cubana.

Asimismo, las exigencias sociales reclaman constantemente a las universidades, profesionales atemperados a su tiempo; los que hoy se necesitan requieren de la ciencia y la innovación para el desarrollo de todos los ámbitos de la vida humana. Los países necesitan profesionales que participen en los procesos de investigación, innovación y desarrollo al más alto nivel y para ello es necesario también fortalecer la educación en materia de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (UNESCO, 2015).

La formación de pregrado del profesional de las carreras de ingeniería, ha transitado por diferentes concepciones históricamente. Sin embargo, una invariante lo es su pertinencia académica en función del desarrollo de habilidades para el desempeño profesional. Perfeccionamiento que como se considera por investigadores, nacionales e internacionales, pues al decir de Serna y Serna (2013), debe responder al reto social de que "...existe una crisis en la formación de ingenieros a nivel mundial" (p. 208).

Por lo que, desde esta intención expedita existe consenso en reconocer que para analizar, interpretar y predecir los problemas profesionales a los que se deben enfrentar, los ingenieros en formación, en su práctica laboral, un importante recurso son los modelos matemáticos que se describen a través de funciones. Estos modelos que tienen su base en reconocidos y trascendentes conceptos de la Matemática Superior como son: el límite, la continuidad, la derivación, la integración de funciones, entre otros; y, que conforman el cuerpo teórico, entre otros, de la Matemática Superior para la formación de ingenieros.

Esta disciplina, afin a todas las carreras de ingeniería a nivel internacional, según el MES (2018) tiene entre sus objetivos lograr que el ingeniero domine el sistema conceptual de la matemática que le permita identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados al ejercicio de la profesión. Asimismo, ampliar la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción, desarrollar habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal.

Sin embargo, la práctica docente del autor con 18 años de ejercicio de profesor universitario de Matemática; de ellos, ocho (8) de jefe de disciplina Matemática Superior, siete (7) de jefe de Departamento de Matemática; profesor de las carreras de Ingeniería: Mecánica, Industrial, Civil, Informática y Eléctrica. Investigador del proyecto “La actividad científica educacional y su impacto en las transformaciones educativas”, y el empleo de métodos empíricos en los cursos 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020, permiten aseverar que la formación matemática de los ingenieros en la Universidad de Holguín en los conceptos y sus definiciones como núcleo generador de los modelos matemáticos de análisis de problemas profesionales presenta las siguientes insuficiencias fácticas:

- Bajos resultados académicos de los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería, en la disciplina Matemática Superior, reprobaban en los cursos que se analizan una media del 30 %.
- Se prioriza la enseñanza y el aprendizaje de procedimientos de solución con énfasis en los algorítmicos lo que impide, a los estudiantes, proyectar soluciones a otros contextos.
- La prevalencia de la utilización de los métodos reproductivo e informativo-receptivo y de medios tradicionales (pizarra y libros de consulta) en el proceso de enseñanza-aprendizaje en general y de los conceptos en particular, incide en el bajo nivel de aprendizaje y la poca significatividad del sistema conceptual de la disciplina.
- Limitado uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior, y cuando se utilizan se mantienen las formas organizativas tradicionales, lo que desmotiva al estudiante y le resta protagonismo en la autogestión de su conocimiento.

Al profundizar en la teoría en busca de causas probables, se revela que tales efectos en la práctica docente del claustro de la disciplina coincide con resultados de estudios realizado por otros autores o tiene algunos puntos de contactos, entre ellos se reconocen a Martín (2018), Iglesias (2018), Báez (2018), Báez Ureña

(2018), Das (2019), Pérez y Bueno (2019), Rojas (2022), Bueno, Naveira y González (2020) y Villarraga, Rojas y Sigarreta (2020), los que afirman que la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos fundamentales del cálculo son fuente frecuente de dificultades para los estudiantes de las educaciones secundaria y universitaria.

Refieren además, y se corrobora en otras investigaciones nacionales e internacionales, que los contenidos de la Matemática Superior son los que presentan mayores dificultades didácticas al ser las primeras materias que recibe el ingeniero en formación y están permeadas por el enfoque aritmético de los conceptos, que predomina en la enseñanza precedente. Por lo que didácticamente ocurre una ruptura en el pensamiento del estudiante, adaptado a una comprensión algebraica a llegar a ser un pensamiento analítico, con un desarrollo variacional característico del pensamiento ingenieril. Lo precedente reafirma que aún subsisten dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior con énfasis en el tratamiento de los conceptos y sus definiciones y la forma de enseñar y aprender.

En la continuidad de profundización teórica, en particular las vinculadas con la Didáctica de la Matemática Superior y su posicionamiento con los conceptos y definiciones se reconoce que existe consenso y difusión en torno a la ingeniería didáctica Douady-Artigue (2020), la teoría de la transposición didáctica y del enfoque antropológico Chevallard et al. (2019), la teoría de las situaciones didácticas Brousseau (2018), y teoría de los campos conceptuales Vergnaud (2016); las que han revolucionado la enseñanza y el aprendizaje en Iberoamérica. Corrientes o enfoques que penetran y se habla con fuerza del “*problem solving*” y las “creencias” de Schoenfeld (1985), la ontosemiótica del conocimiento y la instrucción matemática de Díaz Godino (2000) y su extensión a la escuela mexicana de Cantoral et al. (2013) con su teoría socioepistemológica de la matemática educativa. Todas reconocen el importante lugar de la Matemática Superior y el tratamiento de los conceptos. Sin embargo, en Cuba son pocos los estudios acerca de ellas, se destaca la escuela de Camagüey con trabajos de semiótica y otras investigaciones referidas a contenidos más específicos.

La profundización en estos estudios revela la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior en general y en particular los conceptos y sus definiciones como células generadoras de la formación matemática del ingeniero y, aunque se reconocen los recursos informáticos y telemáticos en esta formación, no constituyen el centro del análisis. Asimismo, autores reconocidos abordan la problemática de las TIC, pero vistas como tecnologías, aun cuando una de las tendencias de la matemática del siglo XXI, según Gil y De Guzmán (2000), no se explicita en el tratamiento de los conceptos. Lo que permite al autor precisar inconsistencias teóricas que desde este estudio epistémico direccionan la mirada en la búsqueda de respuestas, ellas son:

- Pobre sistematización de los fundamentos psicopedagógicos y didáctico para que el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior se conciba desde una perspectiva de exploración, experimentación, descubrimiento y colaboración entre los sujetos participantes en la gestión del conocimiento.
- Insuficiente sistematización teórica acerca de la mediación TIC en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.

Precedentes estos, que revelan una contradicción externa que se manifiesta entre la apropiación del sistema conceptual de la Matemática Superior que se debe favorecer desde la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y definiciones de esta disciplina en las carreras de ingeniería y la insuficiente mediación de las TIC con métodos y formas organizativas que dinamicen dicho proceso.

Argumentos que permiten reconocer como problema científico que direcciona este estudio el siguiente: insuficiente sistematización teórica y metodológica del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior limita la apropiación del sistema conceptual de dicha disciplina por los estudiantes que se forman como ingenieros.

Desde esta perspectiva se determina como objeto de investigación: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior. Se prevé como objetivo:

Elaboración de una estrategia didáctica sustentada en un modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

En este sentido se precisa como campo de acción: la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

El planteamiento de la hipótesis de la investigación se precisa de la siguiente manera: la implementación de una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en la dinámica interactiva con otros métodos de enseñanza-aprendizaje y formas organizativas, fundamentada en un modelo didáctico de la mediación de las TIC que contribuya a la significatividad interactiva conceptual, favorecerá la aprehensión del sistema conceptual de la Matemática Superior.

La lógica que sigue el estudio se concreta en las siguientes tareas de investigación:

1. Sistematizar los fundamentos teóricos de la Matemática Superior, y del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en las carreras de Ingeniería.
2. Fundamentar la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de Ingeniería.
3. Caracterizar el estado inicial de la mediación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín.
4. Elaborar un modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.
5. Diseñar una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en la dinámica interactiva con otros métodos de enseñanza-aprendizaje y formas organizativas en las carreras de ingeniería.

6. Valoración de la pertinencia, factibilidad y aplicabilidad de las contribuciones fundamentales de la investigación.

La metodología investigativa se sustenta en la dialéctica materialista e histórica, a partir de la cual se interpretan las distintas fuentes consultadas. En la investigación se utiliza el enfoque de métodos mixtos de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) y se explicitan de la siguiente manera:

Métodos teóricos:

Los de análisis-síntesis e inducción-deducción resultaron de gran utilidad en el cumplimiento de todas las tareas de investigación, particularmente, para la sistematización de los fundamentos teóricos y metodológicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y de la utilización de las TIC en dicho proceso, que permitió construir el marco teórico-referencial. Su empleo fue también decisivo para establecer las consideraciones derivadas de las acciones realizadas para la valoración científica de las propuestas elaboradas.

La modelación con enfoque de sistema, para la abstracción de los conceptos y categorías que integran la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería, sus componentes y relaciones desde el constructo teórico y su salida a la práctica.

El hipotético deductivo, sobre la base de la información del cuasi experimento y mediante la aplicación de reglas lógicas de la deducción a partir de la triangulación de resultados de los métodos empíricos planificados llegar a conclusiones y predicciones en la comprobación de la hipótesis.

Métodos empíricos:

Observación participante: Contiene la experiencia y la actividad docente del autor, con un enfoque de investigación acción pues contempla la participación activa de los profesores del departamento y los estudiantes de las carreras de ingeniería en la instrumentación de la propuesta. Se aplican, además, en este método técnicas particulares, como: entrevistas informales, observación directa, análisis de grupo, análisis

de discusiones colectivas, y otros.

Entrevistas a profundidad: Para la indagación de opiniones de diferentes profesores y estudiantes tanto del departamento como otras asignaturas que intervienen en la formación para buscar consensos de formas y recursos a emplear en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior. Se combinan además con encuestas y análisis documental.

Talleres de socialización con especialistas y criterio de expertos, con la intencionalidad de buscar pertinencia y factibilidad de las propuestas de la investigación desde las miradas formativas del claustro de las carreras y otros especialistas, como los tutores de las empresas de otros organismos y ministerios que intervienen en esta formación.

Experimento pedagógico en la modalidad de cuasi experimento, que incluye una intervención en la práctica a partir de las condiciones de semipresencialidad por el aislamiento social por COVID donde se trabaja por plataforma Moodle en la etapa 2020 y 2021, con la muestra de 51 estudiantes en formación de pregrado de la carrera Ingeniería Industrial, y 5 profesores de Matemática Superior que trabajan en varias carreras de ingeniería a partir del año 2019 en la Sede Oscar Lucero Moya de la Universidad de Holguín; se incluyen además 2 tutores de empresas, categorizadas como unidades docentes, de los estudiantes involucrados en la muestra; con el objetivo de evaluar la aplicabilidad de la propuesta, en especial, la obtención de confirmaciones de la estrategia didáctica como aporte práctico de la investigación.

Del nivel matemático-estadístico.

Método Delphi para el procesamiento estadístico de los resultados derivados de la aplicación metodológica del método criterio de expertos, lo que permite interpretar estadísticamente los parámetros derivados de estas informaciones. Prueba de los rangos con signos de Wilcoxon para comparar pares de indicadores antes y después.

El empleo de técnicas de la estadística descriptiva para la recogida de los datos y la obtención de información derivado de ellas en las tareas relativas al estudio diagnóstico y durante el proceso que se sigue para la

valoración científica del modelo y en especial los procedimientos. La tabulación, la confección de tablas, en el procesamiento de los datos cualitativos y en la obtención de inferencias relacionadas con el proceso de aplicación de los procedimientos del método propuesto, todo sustentado en la aplicación del software SPSS v28.0.1. Las inferencias conclusivas se realizan a partir del análisis derivado de los resultados de la implementación de los métodos mediante la triangulación como procedimiento metodológico.

La población abarca 17 profesores de Matemática Superior de las carreras de ingeniería de la Sede Oscar Lucero Moya de la Universidad de Holguín y 1 100 estudiantes en formación de las carreras de ingeniería: Mecánica, Industrial, Civil e Informática de primer y segundo años. De los cuales se escoge una muestra intencional, según el criterio de grupo intacto para la aplicación de la propuesta por el propio investigador los 51 estudiantes y los 5 de profesores del colectivo de disciplina y, se agregan además 2 tutores de las empresas categorizadas como unidades docentes que interactúan con los estudiantes.

La contribución a la teoría pedagógica se concibe a través del modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería; el que expresa en las relaciones entre sus componentes la interacción dialéctica entre la exploración, la experimentación, el descubrimiento y la colaboración, para favorecer el aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior.

El cual sirve de sustento a una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en la dinámica interactiva con otros métodos de enseñanza-aprendizaje y formas organizativas en las carreras de ingeniería, desde una visión de las carreras de ingeniería para favorecer la cultura de la profesión.

La novedad científica de la investigación radica en la contribución que se realiza a la Didáctica de la Matemática Superior, al ofrecer fundamentos teóricos y metodológicos que favorezcan la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones inherentes a la formación matemática del ingeniero. Permite revelar

como novedoso además, las relaciones interactivas que se logran a través de la mediación TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones matemáticas en la carreras de ingeniería.

La tesis está estructurada en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el Capítulo 1, se presenta un análisis sobre los presupuestos teóricos de la Matemática Superior y el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones en las carreras de ingeniería. Así como la situación inicial del objeto y campo que se estudia.

En el Capítulo 2, se precisan los fundamentos, premisas y bases teóricas sobre la que se ofrece la solución teórica del problema que se investiga. Describe la estructura, funciones y relaciones del modelo didáctico que se elabora, y la justificación para su aplicación práctica a través de una estrategia didáctica. En el Capítulo 3 se precisa la estrategia de validación de los resultados que parte de la aplicación de criterio de expertos a profesores, investigadores y especialistas de la Universidad de; así como de talleres de socialización con especialistas y la implementación de un cuasi experimento desde una mirada de investigación acción, cuyas evidencias ofrecen validez a los resultados.

Las conclusiones ofrecen generalización derivadas del estudio y las recomendaciones aristas de perfeccionamiento y continuidad del trabajo. Las referencias bibliográficas brindan una panorámica del acercamiento tanto al objeto como al campo de estudio durante el proceso de investigación. En los anexos se reflejan los instrumentos aplicados, algunos procesamientos estadísticos y ejemplos de soluciones que argumentan, justifican y demuestran la contribución teórica y práctica que se presenta.

**CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS Y SUS DEFINICIONES DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR Y LA
MEDIACIÓN DE LAS TIC EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

Capítulo 1. Fundamentos teóricos y metodológicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y la mediación de las TIC en las carreras de ingeniería

En este capítulo se realiza una aproximación teórica al objeto de estudio y campo de acción, para conformar el marco teórico referencial. Se analizan las categorías esenciales para fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería; así como la mediación TIC para este proceso. Se analizan los principales aspectos acerca de los conceptos y definiciones matemáticas para la formación de estos profesionales y se particulariza en los métodos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente se muestra el análisis de las manifestaciones esenciales iniciales que en la práctica docente presenta la preparación de estos ingenieros.

1.1 Fundamentos teóricos de la Matemática Superior, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en las carreras de Ingeniería

La disciplina Matemática Superior, en las carreras de ingeniería, aporta al estudiante conocimientos necesarios para su formación académica y herramientas de trabajo que le permiten identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados al ejercicio de la profesión. Contribuye, además, al desarrollo de la capacidad de abstracción, de habilidades para la comprensión y comunicación de propiedades y características matemáticas de magnitudes y formas en las variantes formal, gráfica, numérica y verbal.

Promueve, el trabajo colectivo, la evaluación crítica de los resultados, propicia el control y el autocontrol, y desarrolla el carácter consciente, autotransformador y adiestra al estudiante en el logro de la independencia en las acciones que ejecuta, exigencias que se reconocen desde los modelos del profesional (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d).

La Matemática Superior es una disciplina del currículo base de la formación de pregrado de las carreras de ingeniería, en los actuales Planes de Estudio E, y ocupa el 16,23 % del total del tiempo dedicado a la docencia. Está conformada por cuatro asignaturas que abordan un sistema de conocimientos que contempla: Álgebra lineal, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Series, Ecuaciones Diferenciales y Matemática Numérica, las que se imparten en los dos primeros años de las carreras.

En los objetivos generales de la Matemática Superior, se connota la prioridad de desarrollar la avidez por aprender a partir de un aprendizaje basado en la búsqueda consciente, significativa y con sentido personal de los conceptos y procedimientos fundamentales de la disciplina, para lo cual deben ser diseñadas actividades docentes e investigativas, que conlleven a la constante búsqueda de nuevas fuentes de información y de conocimientos. Asimismo, se pondera la necesidad de que los estudiantes caractericen, interpreten, comuniquen y apliquen los conceptos mediante una correcta utilización del lenguaje matemático en sus formas: analítica, gráfica, numérica y verbal, centrando la atención en los modelos matemáticos.

Una mirada a su historia, permite al autor reconocer que esta disciplina paulatinamente se le disminuye el tiempo de docencia directa mientras que aumenta las exigencias del autogestión del conocimiento sobre la formación matemática; aspecto que en sí mismo constituye una paradoja difícil de resolver en tanto aparecen factores objetivos y subjetivos que influyen en el estudiante y en el profesor para lograr tal fin. Es en este sentido que múltiples miradas de investigadores y profesores están enfocadas a darle un tratamiento más dinámico, atractivo, motivante y exploratorio a la disciplina para favorecer esa autogestión del saber cómo uno de los grandes retos y exigencias actuales a la universidad.

La evolución de los planes de estudio demuestra el posicionamiento anterior. En el año 1978 con el Plan de Estudio A, la formación matemática de los ingenieros lo conformaban dos disciplinas: Análisis Matemático y Matemática Aplicada; con un total de 704 horas clases lo que representaba el 19,63 % del total de docencia directa, según (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 1989). En el año 1982 se inicia la implementación del Plan de Estudio B, paso importante en la consolidación de las ingenierías que entre sus rasgos distintivos está la formación integral de un especialista, el desarrollo en el campo de la informática y la optimización de decisiones en un sistema de conocimiento.

Se concibe el desarrollo conceptual de objetivos por año y la definición de las prácticas de producción y el impulso al uso de la computación en las asignaturas de la especialidad. A la formación matemática del ingeniero, en este plan, a través de dos disciplinas: Análisis Matemático y Matemática Aplicada, con 776 horas clases lo que representaba el 18,67 % del total de docencia. (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 1989).

Sin embargo, en los programas de la disciplina Análisis Matemático y sus asignaturas, no se explicitan los objetivos y solo se precisan los conocimientos de cada tema, de los cuales se puede inferir un tratamiento centrado en una rigurosa formación matemática, con especial énfasis en el aprendizaje de definiciones, teoremas, cálculo y demostraciones, como reconoce Iglesias (2018). El análisis curricular del programa de esta disciplina concibe el tratamiento de conceptos como: función, límite, continuidad, derivada, integral, ecuación diferencial, entre otros. Sin embargo, en la validación de la ejecución de los programas de las asignaturas que la conforman para el desarrollo de su proceso de enseñanza-aprendizaje, se detectan en dificultades:

- Insuficiente motivación por el aprendizaje, manifiesto en la poca interrelación con otros contenidos de otras disciplinas y el perfil del profesional; predominio de la clase de Matemática como una actividad encaminada a la transmisión de conocimientos, por parte de un sujeto activo (el docente) y la recepción de los mismos por un sujeto pasivo (el alumno); la dinámica expositiva de las clases

está determinado por la elaboración de los fundamentos lógicos de esta ciencia, por tanto la vía didáctica por excelencia era la deductiva. (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 1989).

- En el tratamiento didáctico de los conceptos y sus definiciones se prioriza la deducción como vía metodológica cuestión que limita el papel del estudiante en la autogestión de su conocimiento.
- Predominio de métodos reproductivo y receptivo de la información, dirigidos fundamentalmente a la modificación externa del comportamiento. El desarrollo de ideas variacionales depende en lo fundamental de la explicación dada por el profesor y de la ilustración a través de la ejemplificación con ejercicios y problemas matemáticos. La ejercitación se basa en la repetición en detrimento de la experimentación, la observación y la reflexión.
- Los medios predominantes son las retro transparencias, la pizarra y los libros de textos; estos últimos eran los mismos para todas las carreras de ingeniería, caracterizados por su alto contenido de fórmulas literales, expresiones en lenguaje formal, pocas situaciones de aplicación e ilustraciones geométricas.

En un proceso continuo e intenso de perfeccionamiento de los planes de estudios se aprueba el inicio del Plan de Estudio C, así como su perfeccionamiento con el denominado Plan C' (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 1991). El que marca un cambio radical en la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las carreras de ingeniería al introducir el concepto de disciplinas curriculares. Se agrupan asignaturas afines y da lugar a la creación de los colectivos de disciplina. Impacto favorable en el trabajo metodológico enfocado al perfeccionamiento de las disciplinas y de la formación del profesional en general.

En este plan la formación matemática del ingeniero, incluye dos disciplinas: Matemática General y Matemática Aplicada, con cuatro y seis asignaturas respectivamente y un total de 762 horas clases lo que representaba el 18,33 % del total de docencia. En el diseño curricular de la disciplina Matemática General, aparece un cambio de nombre a la disciplina se introducen contenidos esenciales como los métodos numéricos y se disminuye en horas respecto al plan anterior, regularidad que se mantiene respecto a la

docencia presencial.

En este plan se propone como propósito según el MES "consistía en adiestrar a los estudiantes en la utilización de los distintos métodos analíticos y aproximados, en el uso de asistentes matemáticos y en la implementación de esquemas de cálculo en máquinas computadoras, desarrollando así su pensamiento lógico y algorítmico"(Cuba. Ministerio de Educación Superior, 1997, p.1). A la vez que, reconoce la importancia esencial de la Matemática en la formación del ingeniero y resalta que debe potenciar el lenguaje de la modelación, el soporte simbólico con la ayuda del cual se expresan las leyes que gobiernan el objeto de trabajo del ingeniero.

En este sentido, la prioridad es el desarrollo de la capacidad de modelar a partir de los conceptos y el lenguaje de la Matemática, así como la habilidad de interpretar modelos ya creados sobre la base de los conceptos de la disciplina. Lo que ressignifica la formación conceptual y desde este plan es intencional. Un equipo de investigadores, entre los que se encuentra el autor de este trabajo, liderados por el Dr. C. Manuel Mariño Betancourt, Mariño (1997) introduce transformaciones que constituyen referentes en este trabajo tales como:

Agrupación de las matemáticas y el Algebra Lineal en cuatro asignaturas- semestre con denominaciones Matemática I, II, III y IV, la búsqueda de nexos internos entre los diferentes contenidos para disminuir los tiempos dobles de explicación de los mismos, la disminución de los tiempos en la explicación mediante conferencias de tópicos que pueden ser auto aprendidos, la búsqueda de asignaturas con unidad conceptual para eliminar las deficiencias estructurales de las anteriores, elevación paulatina del grado de exigencia por semestres y la realización de nuevas formas de enseñanza para activar el conocimiento (seminarios y prácticas de laboratorio) (p.44).

La profundización en este plan de estudio, el más perdurable en tiempo, se considera que reconoce el aumento creciente y progresivo del papel del estudio individual y de la apropiación activa del conocimiento; promueve el uso de la bibliografía, concede más importancia los seminarios y clases prácticas y de laboratorios, y menos a las conferencias; introduce el enfoque problémico, el uso de procedimientos

heurísticos y técnicas de resolución de problemas. Sin embargo, las dificultades del aprendizaje de los estudiantes con predominio reproductivo, falta de dominio de los conceptos básicos y su acumulación formal, pocas habilidades para el análisis y resolución de problemas, deficiente capacidad de aplicación de los contenidos puramente matemáticos para la resolución de problemas vinculados con su especialidad e insuficiente uso de los medios de cómputos tanto en la solución de problemas como en su utilización como medios de enseñanza-aprendizaje, limitan mucho esta potencialidad.

La pobre significación que en la práctica docente se le da en este plan a las TIC se precisa al reconocer según el MES (1997) que:

La Matemática simbólica tradicional ha sido siempre, y lo es también hoy, un instrumento para la solución de modelos, sin embargo, pierde terreno continuamente ante el desarrollo de la computación y de los métodos numéricos. La importancia de los procedimientos de cálculo simbólico se reduce y aumenta el significado del conjunto Matemática Numérica - Computación - Inteligencia Artificial. Esta tendencia moderna debe reflejarse en el diseño de las asignaturas con carácter inmediato; ese reflejo se acentuará con el desarrollo computacional del país. (p.5)

Se declara la contribución en la formación computacional de los estudiantes mediante la utilización de asistentes matemáticos, la creación de algunos programas y el desarrollo de la capacidad de elaborar algoritmos; y en sus orientaciones metodológicas se expresa que los medios informáticos deben estar presentes en el desarrollo de la disciplina, en al menos dos o tres actividades, con el asistente matemático *Derive*. En la práctica, la intención del uso de recursos informáticos, se redujo a los asistentes matemáticos como herramienta para cálculos complejos y la representación gráfica de funciones y sólidos.

En síntesis, de este plan, en este momento histórico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática General en las universidades, tanto a nivel internacional como nacional se manifestó un enfoque algebraico y reduccionista como afirma Contreras (2000) y, aspecto que se asume y es punto de partida de este trabajo.

Las problemáticas asociadas a la formación matemática de conceptos y sus definiciones y el uso de las TIC a pesar de los empeños por su perfeccionamiento, se le atribuyen insuficiencias referentes a:

- El estímulo a la motivación del estudiante por parte del profesor es exigua, las asignaturas que conforman la disciplina son percibidas como obstáculos para llegar a ser un profesional, en lugar de considerar dichas materias como herramientas para construir las bases del sistema de conocimientos para desempeñarse en la profesión,
- Predominio de clases descontextualizadas de los contenidos propios del ejercicio de la profesión en la que se estaban formando los estudiantes, lo que refuerza la desmotivación y dificulta la comprensión de conceptos y procesos de gran utilidad para el ingeniero,
- La enseñanza de los conceptos y sus definiciones por tanto es conservadora, con metodologías eminentemente presenciales en sesiones magistrales donde se minimiza el papel del ingeniero en formación como sujeto activo de su aprendizaje,
- El aprendizaje ocurre esencialmente por repetición, no por descubrimiento, lo cual conduce a un aprendizaje mecánico, aunque se reconoce que en algunos momentos este sea necesario.

Las potencialidades y limitaciones analizadas del Plan C' y a partir de las exigencias sociales y la identificación de escenarios nacionales e internacionales del perfil del ingeniero en Cuba; así como del estudio de demandas de empleadores y las tendencias a nivel internacional, se proyecta y modela el Plan de estudio D, cuya premisa es preparar profesionales integrales comprometidos con la Revolución. Le otorga (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), una mayor flexibilidad al currículo, incorporándose las asignaturas electivas/optativas, que permitían abordar problemas de acuerdo a las necesidades de los territorios, de las investigaciones y de los adelantos de la ciencia y la tecnología en las diferentes áreas de conocimiento. Propicia, mayor participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la base de un incremento del trabajo independiente.

Acerca de la formación matemática del ingeniero en este Plan D, se prevén dos disciplinas: Matemática General y Matemática Aplicada. En el diseño curricular de la disciplina Matemática General MES (2007) se plantea que el objetivo de esta disciplina es “lograr que el ingeniero domine el aparato matemático que lo haga 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” (p. 104).

En las indicaciones metodológicas de la disciplina según el MES (2007), se precisa:

La importancia esencial de la Matemática en la formación del ingeniero radica en ser el lenguaje de la modelación, el soporte simbólico con la ayuda del cual se expresan las leyes que gobiernan el objeto de trabajo del ingeniero. Por tanto, hay que otorgar prioridad al desarrollo de la capacidad de modelar utilizando los conceptos y el lenguaje de la Matemática, así como a la habilidad de interpretar modelos ya creados sobre la base de los conceptos de la disciplina (p.112).

Aparecen en el programa de la disciplina objetivos instructivos y educativos por separados, no integran las habilidades, los conocimientos y la intencionalidad. El trabajo investigativo del autor y un colectivo de profesores revela que a pesar de las aspiraciones, declaradas en el Modelo del Profesional, ocurre un retroceso en el desarrollo interdisciplinario de la Matemática Superior y descontextualización de los contenidos de la disciplina con el objeto social y esferas de actuación de cada profesión, en la formación matemática de los ingenieros como expresa Escalona (2011) y son compartidas en este trabajo.

Como concepción teórica el modelo en el diseño de las asignaturas retoma la necesidad de aumentar progresivamente el papel del estudio individual y de la apropiación activa del conocimiento; sin embargo, estas mejoras curriculares que se introducen no son suficientes para resolver las dificultades que ocurren en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior.

Una ejemplificación derivada del estudio epistémico permite al autor reconocer de Escalona (2011) que en este plan predomina la “tendencia a la enseñanza por transmisión-recepción de contenidos, pues la clase de

Matemática está concebida como una actividad encaminada a la transmisión de conocimientos, por parte de un sujeto activo (el docente) y la recepción de los mismos por un sujeto pasivo (el alumno)". (p.7) El estudiante en formación aprende básicamente con la solución de ejercicios, es pobre el trabajo con los significados de los conceptos, lo que influye en la motivación hacia el estudio de la disciplina Matemática General. Asimismo, es insuficiente la variedad en la ejercitación y el entrenamiento para resolver situaciones nuevas, además con carencias en la orientación de las actividades de preparación para los seminarios y las clases prácticas. En un contexto social en el que ocurren estas transformaciones aparece el acceso a internet, la telefonía celular y la implementación del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, la utilización de los recursos informáticos y telemáticos, no impactaron como se esperaba en la docencia.

A pesar de ello se evidencia un desconocimiento de las potencialidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como de las mejores formas de utilizarlas para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Matemática General. Aspecto que contradice la propia naturaleza formativa de los profesionales universitarios, responder a su encargo social, máxime un profesional en ingeniería donde el vertiginoso desarrollo tecnológico demanda cada vez más profesionales altamente capacitados para su empleo en la solución de problemas de su profesión.

Considerar estos retos, superar las limitaciones de los planes de estudios anteriores y las necesidades en la formación de los ingenieros emanadas de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, el Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo socialista y el Plan Nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030, aparece el nuevo Plan de Estudio E en el curso 2018-2019.

El mismo considera la disciplina Matemática Superior, ahora con 328 horas de docencia directa; 64 horas menos que en el plan anterior, por lo que se manifiesta la misma regularidad de disminución paulatina del tiempo docente, para tratar el mismo sistema de conocimientos que se desarrollaba en el Plan de Estudio D. Elimina la asignatura Álgebra Lineal y sus contenidos se les incorporaron a las cuatro asignaturas que conforman la disciplina: Matemática I, Matemática II, Matemática III y Matemática IV. Se prevé que la

disciplina se desarrolle a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante, que lo convierta en sujeto activo en la construcción y reconstrucción del conocimiento, mediante el uso de nuevas formas y métodos de enseñanza. (Cuba, Ministerio de Educación Superior, 2018a, 2018b, 2018c y 2018d) y actualmente es el que se aplica.

En síntesis la misión fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la matemática superior para carreras de ingeniería, es la de formar profesionales que se apropien de los conceptos y procedimientos matemáticos, y logren aplicarlos en contextos diferentes (De Las Fuentes, Arcos y Navarro, 2010), de forma tal que sean capaces de enfrentar y resolver, con independencia y creatividad, los problemas que se les presenten en la sociedad, mediante la interpretación y aplicación de conceptos y métodos matemáticos, y adaptarse con relativa facilidad a un mundo cambiante (Báez, Martínez-López, Pérez y Pérez, 2017).

Son variadas las investigaciones realizadas para hacer real esta misión, destacándose entre ellas la concepción didáctica de la enseñanza de la matemática desde una óptica vigotskiana con su propuesta de estructuración sistémica de los conceptos y definiciones, para propiciar el desarrollo de una formación matemática con enfoque profesional (Rodríguez, 1991; Martínez, 1993; Delgado, 1999, 2003). También se debe promover el uso didáctico de la modelación, comunicación, reflexión matemática y del lenguaje matemático para la solución de problemas (Argote, Parra, Montoya y Martínez, 2019), contextualizados en tareas propias de la ingeniería, de forma tal que se reconozca en ellas la existencia de relaciones variacionales y los objetos matemáticos que subyacen desde lo conceptual y lo procedimental (Arrieta y Díaz, 2015).

En el marco de estas exigencias, el autor identifica diferentes perspectivas teóricas que en la actualidad tratan de explicar, cada una por separado, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la matemática, y de forma particular el desarrollo del pensamiento variacional para las carreras de ingeniería. Algunas de ellas hacen mayor énfasis en el desarrollo conceptual y otras en el procedimental, y se identifica la

teoría de las representaciones semióticas de Duval (2012), la teoría acción, proceso, objeto, esquema de Dubinsky (1991) y el enfoque socioepistemológico de la matemática de Cantoral (2013).

Posicionamientos que en resumen, permiten desde la visión dialéctica materialista que trasciende en la investigación que se presenta y que integradas desde las visiones de las didácticas particulares para cada situación típica de la Matemática Superior, sin dudas perfeccionarán el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones y por consiguiente la formación integral de los futuros ingenieros. De ahí que sea necesario fundamentar a continuación el proceso que ocupa el centro de la investigación.

1.2 Fundamentos psicopedagógicos y didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

En la disciplina, Matemática Superior para las carreras de ingeniería, el sistema de conocimientos está formado por conceptos, proposiciones y procedimientos de solución asociados a cada uno de ellos. De estos componentes, los conceptos garantizan la base teórica imprescindible para la asimilación y comprensión de teoremas y procedimientos de solución, así como en la interpretación y confección de modelos. Esta última idea, la comparten autores como Ballester et al. (2002), Junk (1982) y Zilmer (1981), desde la denominada Didáctica o Metodología de la Matemática.

Asimismo, estos autores, reconocen que el aprendizaje de un concepto presupone que los estudiantes puedan comprender las diferentes relaciones matemáticas, así como que es, una premisa indispensable para el desarrollo de la capacidad de aplicar lo aprendido de forma segura, activa y creadora. Asimismo, representa un punto esencial para el adiestramiento lógico-verbal, la transmisión de importantes nociones ideológicas referentes a la teoría del conocimiento.

También, Stewart (2018), afirma:

El énfasis está en la comprensión de los conceptos. Creo que casi todo el mundo está de acuerdo con que esta comprensión debe ser el objetivo principal de la enseñanza del Cálculo. De hecho, el impulso para la actual reforma en la enseñanza del Cálculo vino desde la Conferencia de Tulane en

1986, donde se formuló su primera recomendación: concentrarse en la comprensión de los conceptos. (p. 9).

Desde esta perspectiva, para el análisis y síntesis de los fundamentos teóricos y metodológicos esenciales de la categoría proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones, resulta necesario analizar las relaciones dialécticas entre sus componentes conceptuales. En tal sentido, es importante sistematizar las definiciones de los conceptos proceso de enseñanza-aprendizaje y concepto y sus definiciones. Este análisis le permite al autor asumir referentes teóricos y metodológicos que sustentan las propuestas fundamentales de esta investigación.

En cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior lo caracterizan determinados investigadores (Báez, 2018; Báez y Ureña, 2018; Martín, 2018; Iglesias, 2018; Das, 2019; Pérez y Blanco, 2019; Villarraga, Rojas y Sigarreta, 2020; Planas, 2021) los que precisan que debe ser:

- Un proceso intencionado, innovador y contextualizado,
- influenciado por múltiples factores (cognitivos y afectivos) en la consecución de sus resultados,
- proyecta la aplicación de recursos didácticos,
- establece la relación dialéctica enseñanza-aprendizaje,
- se desarrolla en la dinámica (profesor, estudiantes, métodos, medios, formas, evaluación), y
- persigue educar a través de la instrucción de los contenidos de la Matemática Superior.

Por su parte, la categoría concepto y sus definiciones ha sido abordada desde disímiles perspectivas, entre ellas la filosófica Rosental e Iudin (1981) y Kopnin (1978), la psicológica Talízina (2000); Resnick y Ford (1996), Vigotsky (1996) y Davidov (1989); la lógica Guétmannova, Panov y Petro (1991) y Campistrous y Rizo (1992) y la didáctica Burgos et al. (2021), Bueno y González (2021) y Bueno, Naveira, y González (2020), Godino, Batanero y Font (2007), Ballester et al. (2002), Jungk (1982) y Zilmer (1981) quienes consideran y se asumen en este trabajo las siguientes características:

- Forma de reflejo del mundo en el pensar.
- Entidad mental que se forma a través de un proceso de abstracción sobre experiencias con objetos (reales o ideales).
- Reflejo de los indicios sustanciales de una clase de objetos, procesos o fenómenos.
- La necesidad en su formación de las sensaciones, percepciones y representaciones, así como del análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción y la generalización como modos lógicos básicos para el tránsito de lo concreto a lo abstracto y viceversa.

La sistematización de estos referentes le conduce al autor, en el contexto de esta investigación, asumir la definición dada por Ballester et al. (2002), donde refieren que “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”. Asimismo, acotan 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” (p. 102).

Por otra parte, se debe connotar que esta definición precisa que el concepto es una abstracción de una clase de objetos o de sus relaciones, en este caso matemáticos, que se obtiene como un sistema de características esenciales inherente a él, resultado de la interacción entre lo sensorial y lo racional. Esto le permite al estudiante elaborar un conjunto proposicional el cual puede utilizarse para la interpretación y elaboración de modelos de problemas ingenieriles.

Delimitado lo que en el marco de esta investigación se asume como concepto, así como algunas de sus características es pertinente abordar los fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de un concepto matemático. Por lo que es necesario se precise la diferencia entre definir e introducir un concepto. Según Guétmannova, Panov y Petrov (1991) se entiende por definir un concepto a la operación

lógica que revela el contenido (entiéndase, como las características necesarias y suficientes o esenciales) de un concepto o la significación de un término.

En ocasiones, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se exige que los estudiantes elaboren una definición de un concepto, sino que dominen sus características esenciales. En este caso se introduce el concepto, que a decir de Ballester et al. (2002), significa que se trabaje en clases para que los estudiantes conozcan todas las características que definen al concepto, pero sin necesidad de que dominen una definición explícita de él. Este criterio de circunscribir la introducción de un concepto a las clases limita el proceso de enseñanza-aprendizaje a esta forma de organización de la actividad docente, cuestión que es una de las dificultades que afectan el desempeño profesional del docente en la obtención de un proceso eficiente (Addine et al., 2004).

Referente a la clasificación de los conceptos en la Educación Matemática se distinguen diversos criterios entre ellos, Gamboa (1996) citado por Curbeira, Bravo y Bravo (2013, p. 6) los distingue en conceptos de conjuntos, operaciones, relaciones y estructurales; por su parte Ballester et al. (2002), desde el punto de vista didáctico, los clasifica en conceptos de objeto, de relación y de operación. Otro criterio a tener en cuenta el aportado por Betancourt y Valdez (2006) los distinguen en conjuntivos, disyuntivos y relaciones.

Se evidencia en este análisis que las clasificaciones, solo convergen en considerar los conceptos de relación y coinciden dos a dos en considerar los conceptos de conjuntos y de operación. Para esta investigación se asumen la clasificación de Ballester et al. (2002), al considerarla más completa y que se ajusta a la función que para el ingeniero tiene el conocimiento de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior.

En consonancia con esta clasificación en la disciplina Matemática Superior los conceptos se pueden clasificar en:

- Conceptos de objeto son los que designan clases de objetos reales que se pueden caracterizar por medio de representantes, ejemplos: función, matriz y vector

- Conceptos de relación son los objetos que se obtienen a partir de las relaciones entre otros objetos conocidos, ejemplos: límite de una función, derivada e integral definida
- Conceptos de operación son los objetos que se obtienen a partir de las operaciones entre otros objetos conocidos, ejemplos: matriz inversa e integral indefinida

Esta clasificación de los conceptos, a consideración del autor, tiene implicaciones didácticas pues aporta una idea inicial de cuál debe ser la vía a utilizar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje al poder precisar el nivel de abstracción de los mismos.

Por otra parte, en cuanto a la estructuración metodológica de los conceptos matemáticos y sus definiciones, disímiles autores (Angulo, Arteaga y Carmenates, 2020; Villarraga, Rojas y Sigarreta, 2020; Pérez, 2020; Pérez y Blanco, 2019; Báez, 2018; Báez y Ureña, 2018; Martín, 2018 y Ballester et al., 2002) lo consideran un proceso de elaboración total y lo nombran formación y desarrollo de los conceptos; y lo asumen como formación de conceptos. Por su parte, el autor de esta investigación, lo considera un subproceso del proceso de enseñanza-aprendizaje y lo nombra proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones, al asumir los criterios de Bueno y González (2021).

Desde esta perspectiva, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones permite un acercamiento múltiple a los aspectos que estos poseen y a los escenarios socioculturales en los que los conocimientos matemáticos surgen, se desarrollan y se transmiten. Esto posibilita proponer nuevos enfoques acordes con los contextos en los que se realiza la construcción y transmisión y, permitir la reflexión permanentemente sobre su implementación en las formas de organización del trabajo docente.

Por otra parte, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior es abordado desde distintos enfoques de la Educación Matemática, entre estos: la Teoría de los Campos Conceptuales, el enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción Matemática y la Socioepistemología (conocimiento situado), los que constituyen referentes para esta investigación.

De la Teoría de los Campos Conceptuales Vergnaud (1990), se pondera que el aprendizaje de conceptos en matemáticas es complejo y para ello es necesario considerar el sentido de las situaciones (combinación de tareas cognitivas) y de los símbolos. Desde este enfoque, se permite organizar las situaciones planteadas para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de forma más coherente, teniendo en cuenta los invariantes operatorios. Asimismo, sus seguidores ponderan que un concepto no se desarrolla con un solo tipo de situaciones, una situación no se analiza con solo un concepto y la construcción y apropiación de un concepto es un proceso extenso y continuo a través del tiempo.

En cuanto al enfoque Ontosemiótico (Godino y Batanero, 1994; Godino, Batanero y Font, 2007 y Godino, 2022), se toma el papel central que se le connota al lenguaje, a los procesos de comunicación e interpretación y a la variedad de objetos y sus representaciones que se ponen en juego en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Asimismo, la aseveración de que el aprendizaje tiene como finalidad la apropiación por los estudiantes de los significados y objetos institucionales (está condicionada por los significados personales iniciales de los estudiantes) que le permitan afrontar la solución de determinados problemas y desarrollarse como persona.

Por su parte, de la Socioepistemología (Cantoral y Farfán, 2004) se asume, en el contexto de esta investigación, que la construcción del conocimiento (entre ellos los conceptos) es condicionada por circunstancias cognitivas (desarrollo del pensamiento), didácticas (propias de la conformación de los distintos sistemas didácticos), epistemológicas (naturaleza y significados del pensamiento matemático) y sociales.

A su vez, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones, en el contexto de la Educación Matemática, tiene tres fases: consideraciones y ejercicios preparatorios, la formación del concepto y la asimilación o la fijación del concepto, esta aseveración la plantean Riascos y Curbeira (2018), Ballester et al. (2002) y Jungk (1982). Por su parte Curbeira et al. (2013) y comparten este criterio y le añaden una cuarta fase consistente en la generalización de conceptos.

El autor de esta investigación no comparte esta última opinión pues en consonancia con Guétmanova et al. (1991) tanto la limitación como la generalización de conceptos son operaciones lógicas que posibilitan el paso de un concepto a otro (genérico o específico) y estas son acciones que deben ejecutarse como parte importante de la fase de asimilación o fijación del concepto. Por la trascendencia a continuación se argumenta en qué consiste cada una de las fases de la llamada situación típica de la Educación Matemática, al considerar que la correcta estructuración de estas situaciones típicas va más allá de la propia enseñanza de la Matemática Superior, es una necesidad en la formación y desarrollo del pensamiento lógico, abstracto, divergente, variacional, creativo que requiere el futuro egresado de las carreras de ingeniería. Ellas son:

Consideraciones y ejercicios preparatorios, como primera fase, se encarga de preparar y familiarizar a los estudiantes con fenómenos y formas de trabajo que serán utilizadas en la formación del concepto.

La segunda va desde el aseguramiento de las condiciones previas, la motivación y la orientación hacia el objetivo, e incluye además la determinación de las características comunes y no comunes, y finaliza con la definición o explicación del concepto. La formación del concepto tiene por modos lógicos básicos el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción y la generalización al asumir a Guétmanova (1989) Todas son indispensables, pero, al mismo tiempo, insuficientes sin el uso del signo o la palabra, como el medio a través del que se dirigen las operaciones mentales, se controla su curso y se canalizan hacia la solución de la tarea a realizar de ahí la asunción de la teoría sociocultural de Vygotsky y seguidores.

La tercera va dirigida a la asimilación o fijación a través de sus diversas formas: ejercitación, profundización, sistematización, aplicación y repaso que potenciarán un aprendizaje desarrollador a través de ejercicios de identificación, realización y aplicación.

Otro aspecto de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones que es importante abordar como fundamento didáctico de la investigación lo constituyen las vías para la formación de los conceptos. En la literatura se recogen dos vías: inductiva, en la que se parte de ejemplos, la definición se elabora paso a paso y va de lo particular a lo general; y la deductiva, en que se parte de la definición del concepto y su

contenido es descubierto mediante ejemplos sobre descripciones, explicaciones y aplicaciones, pues va de lo general a lo particular.

La vía inductiva, según Curbeira et al. (2013), es recomendable si al elaborar un concepto paso a paso se favorece la comprensión de la definición por parte de los estudiantes. El empleo de esta vía para el tratamiento didáctico de los conceptos de la disciplina Matemática Superior, según este autor, es muy poco empleada pues ello presupone la disposición de un tiempo que pudiera resultar largo.

Este criterio responde a la concepción de que la formación de un concepto transcurre en la clase como forma de organización de la actividad docente. Sin embargo en este trabajo, se tiene el criterio de que con las posibilidades tecnológicas existentes donde la interacción estudiante, conocimiento y profesor rompe las barreras espacio-temporal es posible su utilización de manera sistemática.

Una variante de la vía inductiva es necesaria cuando se hace imposible poner a disposición de los estudiantes como objeto de análisis representantes y no representantes del concepto. Esta situación obliga a que los objetos tengan que ser construidos. En tal caso se dice que el concepto se forma por vía constructiva. Esta es una modificación de la vía inductiva y su empleo en la formación de los conceptos que deben ser definidos o explicados posibilita, junto a la utilización de métodos productivos que el nuevo objeto sea correctamente asimilado y comprendido por los sujetos.

Sin jerarquizar o priorizar estas vías, porque al final hay dos elementos claves que lo determinan: las potencialidades didácticas del profesor y las particularidades del diagnóstico de los estudiantes, súmese a ello las condiciones tecnológicas, además; en la formación de los conceptos de la Matemática Superior, la vía utilizada por excelencia lo constituye la deductiva, máxime si se tiene en cuenta que en la formación de pregrado de ingenieros la capacidad del pensamiento de los estudiantes debe ser desarrollada de forma tal que sea posible un trabajo con un nivel de abstracción relativamente alto. No obstante, por las características psicológicas del estudiante en la actualidad, donde lo visual ocupa un papel central en su aprendizaje, esta vía no siempre aporta los resultados esperados.

En la formación de pregrado de los ingenieros, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones ofrece posibilidades para el adiestramiento lógico-verbal. Así frecuentemente, se debe motivar a los estudiantes al plantearles tareas docentes adecuadas a su desarrollo cognitivo afectivo para que se expresen correctamente con ayuda de la terminología matemática, sus observaciones, sus descripciones y sus conclusiones.

Asimismo, se debe enseñar sistemáticamente a los estudiantes a reconocer las propiedades esenciales de las definiciones. Los estudiantes deberán descomponer el *definiens* en cada una de las propiedades de modo que resulte evidente toda la información contenida en el mismo es decir el *definiendum*.

A su vez, al asumir a Ballester et al. (2002), en la asimilación de los conceptos y sus definiciones se deben lograr requisitos por parte de los estudiantes; ellos deben:

- Comprobar si un objeto o una situación representa o no un concepto, utilizando el sistema de características del concepto
- Considerar o construir ejemplos y contra ejemplos
- Señalar casos límites y casos especiales
- Buscar otras formulaciones o apreciar otras formulaciones para la definición de un concepto.
Formular la negación de la definición
- Subordinar el concepto en un sistema de conceptos conocidos, destacando relaciones entre ellos (concepto superior, subconcepto, concepto colateral)
- Derivar consecuencias de la definición

Los conceptos matemáticos son el reflejo de las relaciones cuantitativas y de las formas espaciales de los objetos del mundo material, vienen a ser copias unilaterales de los fenómenos de la realidad objetiva. Para obtener estos conceptos se precisa un gran poder de abstracción según la asunción de Kopnin (1978). Por tanto, es importante precisar que la conceptualización de los objetos, relaciones y operaciones matemáticas

no se pueden basar sobre significados que se apoyen en la realidad concreta pues son una abstracción de esta, por lo que es necesario servirse de sus representaciones. Es decir, la conceptualización debe necesariamente pasar a través de representaciones semióticas que, por varios motivos, sobre todo si son de carácter lingüístico, no pueden ser unívocos al decir de D'Amore (2009).

Otro elemento que se considera de mucha importancia al analizar los fundamentos acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, es la consabida y asumida relación con el pensamiento matemático. Al reconocer los trabajos de Campistrous (1999, 2003), Proenza (2002), García (1999, 2000), Acuña (1995), Góngora (1998) y Schoenfeld (1992). Pensar matemáticamente tiene diferentes significados; para los que estudian la Matemática como ciencia es un estilo que requiere de formas abstractas del pensamiento y para los que la reciben en su instrucción, es una herramienta para resolver problemas o situaciones de la vida. Todo ello en un entorno social donde la sociedad le da la connotación a la ciencia.

Según Schoenfeld (1992), "Las matemáticas son una inherente actividad social, en la cual una comunidad de practicantes entrenados (investigadores matemáticos) se ocupan de la ciencia de los patrones, intentando de manera sistemática basados en la observación, estudio y experimentación, determinar la naturaleza o principios de regularidades de sistemas definidos axiomática o teóricamente ("matemáticas puras") o modelos de sistemas abstraídos del mundo real ("matemáticas aplicadas") aprender a pensar matemáticamente significa: (a) desarrollar un punto de vista matemático, valorando el proceso de matematización y de abstracción, teniendo predilección por su aplicación y, (b) desarrollar las competencias para el uso de los instrumentos al servicio del propósito de la dualidad: estructura de entendimiento-el sentido de cómo hacer matemáticas" (p.178).

Por su parte, Hernández (1999) considera que la Matemática debe favorecer la formación de un pensamiento productivo, creador y científico. En otras palabras, el pensamiento matemático es aquel que se potencia a través de los conocimientos, habilidades y capacidades matemáticas que sirve para enfrentar y resolver

problemas de la vida y que, por tanto, debe ser lo más flexible, creativo, divergente, productivo y verdadero, como la propia realidad objetiva. Determinar entonces hasta qué nivel debe desarrollarse el pensamiento matemático expresado en los términos anteriores es un problema que debe ser resuelto por la propia sociedad y por sus sistemas educativos. E indudablemente en la base de ellos está la formación de sus conceptos y definiciones como células generadoras de otros procesos mentales como los juicios y los razonamientos.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos y sus definiciones, las mediaciones instrumentales (herramientas y signos) pueden tener una contribución significativa en el tránsito de lo sensorial a lo racional y viceversa, al favorecer una perspectiva de exploración, experimentación y reconocimiento de patrones a la fase de formación conceptual. Entre estas mediaciones instrumentales están las TIC.

A la profundización sobre la incidencia de las TIC vistas como herramientas de mediación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, se dedica el siguiente acápite, en el que se establecen definiciones conceptuales y se sistematizan experiencias investigativas precedentes, en el contexto nacional e internacional, que sirven también de referentes para la conformación del marco teórico y metodológico de la investigación.

1.3 Análisis epistémico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

La irrupción de las TIC en el ámbito educativo genera nuevas maneras de concebir y dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una de las áreas en que estas tecnologías se introducen con mayor fuerza es en la Educación Matemática, pues con la creación de diferentes software surge un interés creciente por diseñar e implementar objetos y ambientes de aprendizaje que promuevan una mejor comprensión de conceptos y que al mismo tiempo sirvan como mediadores a la actividad cognoscitiva y motiven a los estudiantes al estudio independiente. Tal como lo expresa Leung (2006):

La incorporación de las TIC en la enseñanza de las matemáticas constituye uno de los temas más importantes en la Educación Matemática actual, y por tanto, es necesario que la discusión siga abierta, distintos estudios demuestran que, a pesar del incremento de la disponibilidad de recursos tecnológicos en las escuelas, (...) la práctica pedagógica de los docentes en el aula no supone necesariamente una alteración sustantiva del modelo de enseñanza tradicional. (p.82).

En lo que se refiere a América Latina, Claro (2010) plantea que las políticas de incorporación de las TIC en la educación están acompañadas de tres promesas fundamentales: preparar a los estudiantes en las habilidades funcionales de manejo de las tecnologías para integrarse a la sociedad; permitir disminuir la brecha digital; y, mejorar el rendimiento escolar de los estudiantes al promover cambios en las estrategias de enseñanza y aprendizaje. También acota que esta última promesa es tal vez la más difícil de cumplir.

En el contexto de los planes de estudio E de las carreras de ingeniería, la presión que se les impone a los docentes para abordar los contenidos de los programas de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior y conseguir buenos resultados en los exámenes de los estudiantes a partir de que autogestionen su conocimiento, no es compatible con el tiempo que requiere una enseñanza centrada en la exploración, la cooperación y el desarrollo de la inteligencia mediante los métodos y medios de enseñanza-aprendizaje tradicionales.

En la disciplina Matemática Superior para las carreras de ingeniería en Cuba se estudian los conceptos: función, límite, continuidad, derivada, integral, serie y ecuaciones diferenciales, entre otros. Su proceso de enseñanza-aprendizaje, generalmente, no tiene en cuenta lo relacionado con el tipo de concepto, desde una perspectiva de exploración, experimentación, descubrimiento, el reconocimiento de regularidades y patrones y el tránsito por las distintas formas de representación de un concepto. En consonancia con esta idea, se asume de Hitt (2003) lo referente a considerar que:

El avance tecnológico ha influido notablemente en el desarrollo de nociones teóricas que antes se tomaban en cuenta pero que no eran consideradas como cruciales en términos de explicar el

aprendizaje de conceptos matemáticos. Estos aspectos teóricos son la base para entender el estudio de las diferentes representaciones de los objetos matemáticos y su papel en la construcción de conceptos.

La tecnología, desde este punto de vista, servirá como herramienta fructífera para la construcción de conceptos matemáticos más profundos que se reflejen en procesos exitosos por parte de los estudiantes en la resolución de problemas. (p.214).

Entre ese avance de la tecnología, las TIC, se desarrollan de forma acelerada e inciden en todos los componentes de la sociedad moderna. La Educación Superior en Cuba, las introduce en sus procesos sustantivos, con énfasis en el de formación de pregrado entre otras razones para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas de los currículos de las carreras. Al respecto, Castañeda (2009) considera que:

Las TIC brindan condiciones óptimas para transformar una enseñanza tradicional, pasiva, fundamentalmente centrada en la transmisión del contenido, el profesor y la clase, en otro tipo de educación más personalizada, participativa, centrada en alcanzar aprendizajes diversos y que posea una real significación para cada estudiante. (p.357).

En esta dirección, las TIC se convierten en un catalizador del cambio pedagógico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior, en la formación de pregrado de los ingenieros en Cuba y dentro de él la formación conceptual. Este cambio no significa su incorporación al servicio de los modelos pedagógicos tradicionales, sino diseñar y desarrollar modelos didácticos que reformulen el rol del docente y el estudiante en sus interacciones durante la actividad cognoscitiva. En el contexto de esta investigación se asume como TIC:

Al conjunto de tecnologías (técnicas y equipos informáticos) que permiten la gestión, adquisición, almacenamiento, tratamiento, registro, difusión y transferencia de la comunicación y la información (texto, imagen, sonido, entre otros) a través de dispositivos electrónicos (ordenadores, celulares,

tabletas electrónicas, etc.). Los programas y recursos que son utilizados están clasificados en dos categorías: recursos informáticos, son los que permiten la gestión y tratamiento de la información; y los recursos telemáticos, que son lo que permiten el almacenamiento, registro, difusión y comunicación a través de los servicios de Internet. (Orozco, 2017, p. 29).

A su vez, las TIC proporcionan múltiples formas de representar situaciones problemáticas que les permite a los estudiantes desarrollar estrategias de resolución de problemas y mejor la comprensión de los conceptos matemáticos. El Consejo Nacional de Profesores de Matemática (NCTM) expresa que “cuando las herramientas tecnológicas están disponibles, los estudiantes pueden concentrarse en la toma de decisiones, la reflexión, el razonamiento y la resolución de problemas”. (NCTM, 2008, p.25).

Por otra parte, en la Declaración de Qingdao, (UNESCO, 2015, p.24) se precisa 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”. En este particular, Area, Hernández y Sosa (2016) expresan:

El estudio de los procesos de integración escolar de las TIC es una de las líneas relevantes en la investigación educativa de los últimos años, por ser una de las metas prioritarias de las políticas educativas de la mayor parte de los países. (p.80).

Desde esta perspectiva, investigadores como Meneses (2022), Melo (2018), Orozco (2017), Steegmann (2011), Cabrera (2008), Merrill (2006) y Sánchez (2003) realizan aportaciones al estudio la integración de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje, en sus ideas esenciales refieren que:

- Ocurre cuando las TIC ensamblan confortablemente con los planes instruccionales del profesor y representa una extensión y no una alternativa o una adición a ellas.
- Es el proceso de hacerlas enteramente parte del currículo, permeándolas con los principios educativos y la didáctica que conforman el engranaje del aprender.
- Es la combinación de las TIC y procedimientos de enseñanza tradicional para producir aprendizaje.

- Debe ser intencionada para impactar en un cambio de la práctica pedagógica.

Por su parte, Coll, Mauri y Onrubia (2008), establecen que en función a la potencialidad educativa que se les atribuya a las TIC, es posible realizar la valoración de cómo se incorporan en la enseñanza, si como herramientas de búsqueda, acceso y procesamiento de información, si con el fin de hacer más eficientes y productivos los procesos de enseñanza-aprendizaje y/o como instrumentos mediadores de los procesos intra e interpsicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje, cuyo propósito es aprovechar las potencialidades de estas tecnologías para impulsar nuevas formas de aprender y enseñar.

Esta última función educativa de las TIC propuesta por estos autores es la que se asume en el contexto de esta investigación; es decir, considerar las TIC como instrumentos mediadores de la actividad cognoscitiva. En el proceso de enseñanza-aprendizaje en general y de los conceptos y sus definiciones en particular, las herramientas y los signos (entre ellos el lenguaje) en su unidad con el pensamiento juegan un papel determinante como mediadores y como instrumentos externos e internos (psicológicos) para conocer la realidad y actuar posteriormente sobre ella para transformarla.

Este proceso de mediación resulta decisivo y existen varias clasificaciones. Para el trabajo se asumen las siguientes: la mediación social, cuando otra persona sirve como instrumento para la formación de la conciencia individual; y, la mediación instrumental, la que agrupa a los instrumentos creados por la cultura, tales como los signos, sistemas con diferente nivel de complejidad que eslabonan la actividad psíquica del sujeto y que permiten transmitir significados (entre ellos las TIC), los que posibilitan la regulación de la vida social y la autorregulación de la propia actividad al asumir a Ginoris (2009).

Los referentes que se analizan, unido al criterio del autor de esta investigación permite considerar la **mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior** como un proceso intencionado, en el cual el profesor diseña, orienta y controla tareas docentes que para su solución los estudiantes requieren utilizar recursos informáticos y telemáticos en la formación y asimilación de los conceptos, mediante la exploración, experimentación, descubrimiento,

el reconocimiento de regularidades y la comunicación entre los sujetos participantes, del sistema conceptual de la Matemática Superior.

Este posicionamiento reconoce lo cambiante del escenario en el que transcurre la formación de pregrado de los ingenieros. El contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior varía, según la intencionalidad de la innovación del profesor. El aula ya no es un lugar exclusivo en la que se desarrolla la actividad de enseñanza y de aprendizaje, puesto que las tecnologías generan nuevas y variadas formas y entornos educativos. Asimismo, los retos a la educación son crecientes, cada vez más se apoya en los recursos informáticos y telemáticos, lo que trae consigo que hoy día se haga referencia a varios tipos de aprendizajes, según el soporte tecnológico que se emplea.

En el caso de esta investigación, el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en la formación de pregrado de los ingenieros, es la combinación de las potencialidades de la docencia presencial con la virtual, es decir el aprendizaje mixto o híbrido (*b-learning*). El que a consideración de Martínez (2019), constituye en un espacio para la información, la actividad de aprendizaje y la comunicación entre profesores y estudiantes; generándose así un ambiente educativo amplio y flexible.

Por su parte, Díaz (2010) afirma que la tendencia actual apunta hacia el diseño de entornos de aprendizajes mixtos, donde se intercale la enseñanza presencial y la virtual, debido a la existencia de numerosos recursos informáticos y telemáticos a los que los profesores pueden acceder y generar experiencias de aprendizaje. En este sentido se distinguen los sistemas de gestión de contenidos (*wiki, webquests, blogs, plataformas virtuales, portales y sitios educativos, etc.*), redes sociales (*facebook, google, ebuddy, twitter, instagram*), software educativo y se incrementan la adquisición de dispositivos móviles por parte de los estudiantes y profesores.

También, los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje son herramientas tecnológicas de comunicación y de distribución de conocimientos que disponen de espacio para atender, orientar y evaluar a los

participantes. Se caracterizan por reducir los costos de formación, permitir el acceso a los cursos sin restricción temporal, proporcionar un entorno de enseñanza-aprendizaje y trabajo colaborativo y complementar la clase presencial.

A su vez, en la formación matemática de los ingenieros se debe desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las TIC, a partir de los cambios producidos en los objetivos, contenido, métodos, profesores y estudiantes. Por su parte Ortiz y Mariño (2004) consideran que los modelos didácticos y estrategias metodológicas permiten organizar el trabajo con los estudiantes en grupos o equipos así como plantear los objetivos de aprendizaje en correspondencia con las necesidades, intereses, motivaciones y vínculos con los problemas propios de las futuras esferas de actuación profesional de ingeniero.

Por tanto, es una necesidad establecer nuevas formas de proceder con los medios de enseñanza-aprendizaje con énfasis en los recursos informáticos y telemáticos, al tener en cuenta los fundamentos didácticos de cómo articular la mediación de las TIC en la interrelación con los métodos de enseñanza-aprendizaje y las formas organizativas del trabajo docente, donde se propicie el protagonismo de los estudiantes en la gestión de los conocimientos y dentro de estos, el sistema conceptual de la Matemática Superior.

La asimilación de los conceptos de la Matemática Superior es fundamental en la formación continua de los ingenieros, pues varios problemas de la práctica ingenieril pueden ser modelados e interpretados a partir de estos conceptos. Las dificultades que tienen los estudiantes para comprender conceptos abstractos propios de la materia, conducen a desarrollar diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje mediadas por las TIC, en las últimas dos décadas.

De tal forma, autores como Asuman, (2010), Domínguez, García y Taberna (2015), Pérez (2018) y Rojas (2022) refieren que algunas de las causas por la que los estudiantes tienen dificultades para comprender los conceptos matemáticos está dado por su alto nivel de abstracción, la aparente falta de relación con los problemas de la práctica y lo difícil de su articulación. Mediante los diferentes recursos que las TIC ofrecen,

el estudiante puede buscar y organizar información, repasar contenidos, realizar tareas y compartir materiales de interés con el objetivo de lograr una mejor comprensión y contextualización de contenidos. En la enseñanza de las matemáticas, las TIC abren una posibilidad para la manipulación de objetos y sus relaciones que le permiten concretar contenidos matemáticos al decir de Orozco (2017) y se asume en este estudio.

La mediación de las TIC, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior favorece su asimilación y entre sus principales potencialidades, a consideración del autor de esta investigación, elaboradas a partir de los criterios de Rojas (2022), Vélez y De la Peña (2021), Melo (2018), Orozco (2017), Bermeo (2017), Pico, Díaz y Escalona (2017), Valdivia y Sosa (2015), Cruz y Puentes (2012), Gatica y Ares (2012), Steegmann (2011), Tejedor (2011), Lim, Tso y Lin (2009) y Miyar y Legañoa (2007) se encuentran:

- Eliminación de las restricciones espacial (el aula deja de ser un espacio físico limitado) y temporal (la comunicación es sincrónica y asincrónica) asociadas a la enseñanza presencial al favorecer las interacciones entre la triada: profesor, conocimientos y estudiante.
- Mejor visualización de los conceptos matemáticos mediante sus representaciones (en el contexto de la investigación se asume la definición de visualización dada por Arcavi (2003) como: "...capacidad, proceso y producto de la creación, interpretación, uso y reflexión sobre retratos, imágenes, diagramas, en nuestras mentes, en el papel o con herramientas tecnológicas,...de representar y comunicar información, pensar y desarrollar ideas previamente desconocidas y comprensiones avanzadas (p. 217).
- Aproximación al conocimiento matemático mediante la experimentación (entendida como una variación de parámetros que permita introducir modificaciones y observar los cambios que se producen). Esta versatilidad posibilita la búsqueda de patrones, la realización de conjeturas y articular el tránsito por distintas representaciones de un concepto. En la investigación se asume por

representaciones “(...) a las imágenes concretas de los objetos y fenómenos del mundo externo y sus propiedades que surgen en la conciencia del hombre”. (Colectivo de autores, 1988, p. 71);

- Racionalidad del tiempo, al ahorrar cálculos, que puede ser empleado en procesos más constructivos, tales como el aprendizaje de un número mayor de conceptos matemáticos o de un conocimiento más extenso de sus posibles aplicaciones;
- Reducción en la distancia que habitualmente separa la teoría de la práctica: el uso de las TIC permite el modelado y solución de problemáticas reales, donde las condiciones de entorno y los datos pueden ser usados sin necesidad de añadir restricciones simplificadoras; y
- Fortalecen o complementan los métodos de enseñanza-aprendizaje basados en la presencialidad y motiva a los estudiantes a ser creativos ofreciéndoles la oportunidad de experimentar, explorar, colaborar y de trabajar con conceptos y técnicas avanzados.

Finalmente, los estudios a nivel internacional y nacional (Martínez, 2019; Lombillo et al., 2012; (Area et al., 2010); Steegmann, 2011; Coll et al., 2008 y Sigalés, 2008) demuestran que el desarrollo de un proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las TIC contribuye al protagonismo de los estudiantes en la gestión del conocimiento. Sin embargo, en la práctica pedagógica de los profesores, a pesar del incremento de la disponibilidad de recursos informáticos y telemáticos en las instituciones educativas, profesores y estudiantes (ordenadores, conexión de banda ancha a internet, pizarras y proyectores digitales, móviles, entornos virtuales, entre otros) no se logra un cambio sustantivo del modelo de enseñanza tradicional.

Por otra parte, esta investigación, tiene antecedentes en las aportaciones de Bueno y González (2021), Villarraga, Rojas y Sigarreta (2020); Cabrera y Vitale (2019) y Lizarado (2012) cuyas contribuciones teóricas y prácticas perfeccionan la de enseñanza-aprendizaje de conceptos matemáticos en las carreras de ingeniería.

En el caso de Lizarado (2012) propone un modelo didáctico que contempla la utilización de un software dinámico, y un procedimiento para su introducción a la práctica, que contribuya al perfeccionamiento del

proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geometría de los estudiantes de ingeniería. Este autor reconoce la utilidad del software para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, no explicita argumentos didácticos que apunten a esclarecer las relaciones entre este recurso informático y el aprendizaje de procedimientos como la experimentación y la exploración. Asimismo, no considera la importancia de las distintas representaciones de los conceptos y su articulación para el tránsito de lo concreto a lo abstracto en la etapa de formación conceptual, así como del aprendizaje en un contexto virtual.

Por su parte, Cabrera y Vitale (2019) aportan un modelo didáctico, con el uso de las TIC, para la formación Matemática de ingenieros, y una estrategia para su concreción en la práctica. La propuesta incluye todos los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, pero hace énfasis en la actuación de profesores y estudiantes mediante un sitio web, como medio integrador y estimulador del aprendizaje de la Matemática Superior en la docencia tanto presencial como semipresencial. Sin embargo para este estudio, se considera que estos autores no contemplan las múltiples relaciones imbricadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un contexto de aprendizaje mixto.

A su vez, Villarraga, Rojas y Sigarrreta (2020) proponen una metodología, sustentada en un modelo, para la formación de conceptos asociados con las funciones de variable compleja en el que se considera establecer un proceso de integración que permite a través de un sistema de actividades la aproximación al concepto de función de variable compleja. Este proceso contempla cuatro fases: motivación, adquisición, elaboración, y fijación-aplicación y pondera el papel de relacionar operaciones lógicas del pensamiento, con los procesos cognitivos de manipulación y visualización. En esta propuesta no se reconoce explícitamente el papel de las TIC y no se revelan las cualidades que pueden emerger de las relaciones en los componentes del proceso en un contexto de aprendizaje mixto.

Por último, la propuesta de Bueno y González (2021) consiste en modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos en la formación del informático que sustenta una estrategia didáctica. Estos autores parten del Modelo de Aprendizaje Desarrollador de la Informática y consideran que

se puede extrapolar al proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos y sus definiciones. En esencia, esta aportación considera que los conceptos de la Informática y de la Matemática pueden transitar en su aprendizaje por el mismo proceso cuestión que el autor de esta investigación no comparte, pues epistemológicamente son de distinta naturaleza.

En general, las investigaciones de referencia realizan valiosas aportaciones. Sin embargo, son limitados los argumentos didácticos acerca de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior de las carreras de ingeniería para que se conciba desde una perspectiva de exploración, experimentación, descubrimiento y colaboración entre los sujetos participantes en la gestión del conocimiento. Por lo que tal perspectiva connota la importancia de la investigación que se presenta.

1.4 Estado inicial de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín

En este acápite se realiza un diagnóstico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior. Para lo cual se toma como marco temporal el período comprendido desde el inicio de la implementación del Plan de Estudio E para las ingenierías, es decir, desde el curso 2018-2019, hasta la actualidad (2022).

La determinación del contenido del diagnóstico, en función del objetivo propuesto, se precisa a partir de la determinación y operacionalización de la variable dependiente objeto de estudio: la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería. Su operacionalización práctica permite reconocer tres (3) dimensiones: didáctica, tecnológica y personológica, como expresión de la perspectiva desde la cual se analiza un proceso en circunstancias específicas, con seis (6); cuatro (4) y cinco (5) indicadores que las delimitan en elementos más específicos.

La dimensión didáctica se refiere a la planificación, desarrollo y control del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones desde la posición del profesor. Para su medición se precisan los indicadores que ofrecen informaciones de esta naturaleza:

- 1.a) Intencionalidad y ejecución de la formación conceptual en los programas y las preparaciones de las asignaturas y en la práctica de la docencia.
- 1.b) Vías de estructuración metodológica y procedimientos heurísticos utilizados en la formación conceptual desde la motivación hasta el desarrollo de la docencia.
- 1.c) Diseño y ejecución de tareas docentes que posibiliten mediante la experimentación y la exploración la búsqueda de las características esenciales de los conceptos.
- 1.d) Métodos, medios de enseñanza-aprendizaje y formas de organización del trabajo docente para la formación conceptual.
- 1.e) Comunicación profesor-estudiante, estudiante-estudiante y estudiantes-TIC en la obtención y socialización de los conceptos y sus definiciones.
- 1.f) Condiciones bajo las cuales se planifica y ejecuta las formas y tipos de evaluación.

En cuanto, a la dimensión tecnológica se concibe como la disponibilidad, acceso y utilización de los recursos informáticos y telemáticos en función del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en la Universidad de Holguín. Los indicadores sobre los que se obtiene información son los siguientes:

- 2.a) Infraestructura tecnológica en función de la docencia existente en la Universidad.
- 2.b) Acceso de los profesores y estudiantes a recursos informáticos y telemáticos.
- 2.c) Recursos informáticos y telemáticos que más se utilizan y con qué frecuencia por los profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- 2.d) Utilización de los recursos informáticos y telemáticos en la labor docente.

La tercera dimensión, personológica, se considera esencial en este estudio en tanto rompe con tabúes y disposiciones de la enseñanza y el aprendizaje tradicionalistas. Es entendida como la que contempla las creencias, la preparación y la disposición de los profesores y estudiantes para la utilizar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior. Para esta dimensión se conciben los siguientes indicadores para la búsqueda de información, ellos son:

3. a) Creencias de profesores y estudiantes acerca de cómo se enseña y cómo se aprende a través de las TIC
3. b) Nivel de conocimientos y preparación de profesores y estudiantes para la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones.
3. c) Preparación del profesor en la producción de recursos y materiales con las TIC.
3. d) Actitud y disposición de los profesores para el trabajo en equipo y el uso de las TIC en su proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos y definiciones.
3. e) Disposición y preparación de los estudiantes para la solución de problemas prácticos profesionales mediante la modelación de conceptos y definiciones de a Matemática Superior con el empleo de las TIC.

Los métodos y fuentes consideradas para el estudio fueron los siguientes:

- Cuestionario (C1) (anexo 1) a 17 profesores que imparten las asignaturas de la disciplina Matemática Superior en la Universidad de Holguín. Para la elaboración, aplicación y procesamiento de este instrumento se utilizaron los recursos que ofrece Google Forms.
- Observación (O) a 58 clases impartidas por profesores de la disciplina Matemática Superior para las carreras de ingeniería (anexo 2).
- Entrevistas (E1) a 17 profesores que imparten las asignaturas que conforman la disciplina Matemática Superior en la formación de pregrado de ingenieros en la Universidad de Holguín (anexo 3).

- Revisión de documentos (RD) (anexo 4) que incluyó: documento base para la elaboración de los planes de estudio E (MES, 2015), los planes de estudio de las carreras de ingeniería Informática, Civil, Eléctrica, Hidráulica, Mecánica e Industrial, programas de la disciplina Matemática Superior y, programas, expedientes y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que conforman dicha disciplina.
- Cuestionario (C2) (anexo 5) y entrevista (E2) (anexo 6) a estudiantes de 1. y 2. años en formación de pregrado de las carreras de ingeniería Informática, Mecánica, Civil e Industrial. Estos instrumentos se le aplicaron a una muestra de 120 estudiantes. Para la elaboración, aplicación y procesamiento del cuestionario se utilizaron los recursos que ofrece *Google Forms*.

En la tabla 1 se explicitan los instrumentos que fueron empleados para caracterizar el estado actual de cada dimensión de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en la formación de pregrado de ingenieros en la Universidad de Holguín.

Tabla 1. Dimensiones y su relación con los instrumentos empleados para la caracterización

Dimensiones	Instrumentos de recolección de datos					
	C1	C2	E1	E2	O	RD
Didáctica	X	X	X	X	X	X
Tecnológica		X	X	X	X	X
Personológica	X	X	X		X	X

A partir de esta información, el procesamiento a ella se presenta a partir del empleo de métodos y procedimientos estadísticos (tablas de frecuencias y cálculo de medidas de tendencia central); así como, métodos y procedimientos cualitativos (el análisis de contenido y la triangulación), en el análisis e interpretación de los datos obtenidos desde las fuentes consultadas. A continuación se presenta el resultado del procesamiento de la información por dimensiones:

1. Dimensión didáctica

De la revisión de los cuatro (4) programas de la disciplina Matemática Superior, de las asignaturas que lo conforman, los criterios del 100 % (17) de los profesores encuestados y entrevistados permiten aseverar que se explicita la necesidad de la asimilación de los conceptos por los ingenieros que cursan la formación de pregrado. Sin embargo, en la planeación de la docencia, verificado en la revisión del 100 % (16) de las preparaciones de las asignaturas y en la ejecución de la docencia y observado en el 94.8 % (55) de las clases controladas, se constata que no se prioriza la formación conceptual y se hace énfasis en el trabajo con los procedimientos de solución algorítmicos.

Los datos que ofrecen la aplicación de los cuestionarios C1 y C2, la revisión documental de las preparaciones y los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas y la observación a clases, permite constatar que el 94.1 % (16) de los profesores hacen un uso limitado de las variadas formas de representación de los conceptos matemáticos, y cuando lo planifican en su ejecución no articulan el tránsito por ellas. Estos profesores, utilizan preferentemente la vía deductiva en la estructuración metodológica de los conceptos.

Asimismo, se constata que solo el 11.8 % (2) de los profesores en el desarrollo de su docencia sobre conceptos, utilizan el principio de movilidad para la búsqueda de relaciones y dependencias y el 47.1 % (8) el de considerar casos límites y casos especiales para obtener nuevos conocimientos a partir de establecer relaciones entre los conocimientos adquiridos.

En la información recopilada por la revisión documental de las preparaciones y los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas y la observación a clases se verifica que solo el 6.25 % (1) de las preparaciones de las asignaturas tiene diseñada tareas docentes para la construcción del conocimiento; asimismo en los entornos virtuales se encuentra que el 87.5 % (14) de ellos predominan las tareas docentes de ejecución de procedimientos de solución. A su vez, el 89.7 % (52) de las clases observadas se constata que las tareas docentes controladas, ejecutadas y orientadas se centran, esencialmente, a la solución de

ejercicios mediante procedimientos de solución con técnicas algebraicas y solo el 10.3 % (6) incentivan la búsqueda de relaciones a partir de la experimentación.

En la revisión documental de las preparaciones de las asignaturas y la observación de clases, se constató que los métodos de enseñanza-aprendizaje, según los niveles de asimilación del contenido, son los reproductivos e informativo-receptivo, los que se utilizan esencialmente en las conferencias y las clases prácticas como formas organizativas del trabajo docente predominantes. Asimismo, solo se encontraron planificados como media de un seminario por tema y en la mayoría los casos con la intención de la búsqueda de aplicaciones a la especialidad de los contenidos tratados en las conferencias; en ningún caso para la elaboración y socialización de nuevos conocimientos.

Por otro lado, se pudo apreciar en la planeación y desarrollo de la docencia, la utilización de medios de enseñanza-aprendizaje tradicional (pizarra y libros de textos) y solo en el 8.6 % (5) de las clases se apreció el uso de software matemáticos con la intención de solucionar ejercicios y graficar funciones, en ningún caso para la búsqueda de relaciones. Asimismo, se pudo corroborar que la intención de que los recursos informáticos y telemáticos favorezcan la gestión de los conocimientos por los estudiantes, lo que se precisa en el del 100 % de los planes de estudio, no se concreta en los programas de las disciplinas y asignaturas. Evidencia de ello es que en las orientaciones metodológicas se hace referencia a que deben ser utilizadas, sin embargo, las sugerencias didácticas no trazan pautas de cómo debe realizarse.

En las clases observadas se evidenció que en el 70.7% (41) de ellas es limitada la colaboración entre los sujetos que participan en la gestión de las características esenciales de los conceptos de la disciplina Matemática Superior, lo que también se constató en la revisión de los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas donde en el 82.4 % (14) son insuficientes las tareas docentes interactivas y no se encontraron casos donde se utilicen para la búsqueda y socialización del nuevo conocimiento.

En la revisión documental de 10 evaluaciones parciales y siete (7) evaluaciones finales se comprueba el predominio de exámenes escritos en los que se prioriza la intención de evaluar procedimientos de solución.

Esto evidencia que solo en dos (11.76%) de los exámenes se evalúa conocimiento conceptual. Así mismo, es insuficiente la utilización de los recursos que ofrece el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje para realizar evaluaciones.

Las evidencias enunciadas, permiten afirmar que:

1. Existe una intención de darle tratamiento didáctico a los conceptos y sus definiciones, en el programa de la disciplina Matemática Superior, la que no se concreta en los demás documentos resultado del trabajo metodológico y en la práctica pedagógica de los profesores.
2. Se evidencia, una excesiva formalización del tratamiento didáctico de los conceptos y sus definiciones, donde predomina la vía deductiva, los métodos reproductivos e informativo-receptivos y los medios tradicionales (pizarra y textos de consulta)
3. Insuficiente utilización de procedimientos heurísticos para la búsqueda de las características esenciales de los conceptos.
4. Las evaluaciones priorizan el conocimiento procedimental y es insuficiente la utilización de las posibilidades que ofrece el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje para evaluar.

2. Dimensión tecnológica

En el procesamiento de los datos recogidos mediante C1, C2, O y RD, se evidencia que el 82.4 % (14) de los profesores y el 85.0 % (102) de los estudiantes consideran que la infraestructura tecnológica puesta en función de la docencia es insuficiente para lograr los niveles de integración de los recursos informáticos y telemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La necesidad de elevar el número de las computadoras disponibles es uno de los principales reclamos de los profesores pues el colectivo de Matemática Superior tiene una relación de 5.7 profesores por computadora.

Las aulas de conferencias, no cuentan con recursos informáticos que posibiliten su utilización por estudiantes y profesores en el desarrollo de sus clases cuestión que limita la utilización de estos como medios de enseñanza-aprendizaje.

Los datos recopilados en los cuestionarios aplicados a los estudiantes y profesores muestran que el 52.9 % (nueve) de los profesores y el 76.7 % (92) de los estudiantes opinan que las recursos informáticos y telemáticos existentes se utilizan con una baja frecuencia. También el 82.4 % (14) de los profesores considera que el nivel actual de acceso de profesores y estudiantes a las recursos informáticos y telemáticos está de medio a bajo.

Sin embargo, en opinión del autor de esta investigación, estas limitaciones en el acceso de profesores y estudiantes a los recursos informáticos y telemáticos no es la causa fundamental de su limitada utilización en la docencia. Los recursos informáticos y telemáticos que más aprovechan los profesores en función de la docencia son: software matemático/estadístico 100 %, el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje de la institución 100 % y el correo electrónico 70.6 % (12), tal y como muestra la figura 1. Estos recursos se manejan generalmente para compartir información, solucionar ejercicios y comunicarse con sus estudiantes, pero no logran impactar las formas de interacción entre los sujetos que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la gestión del conocimiento.

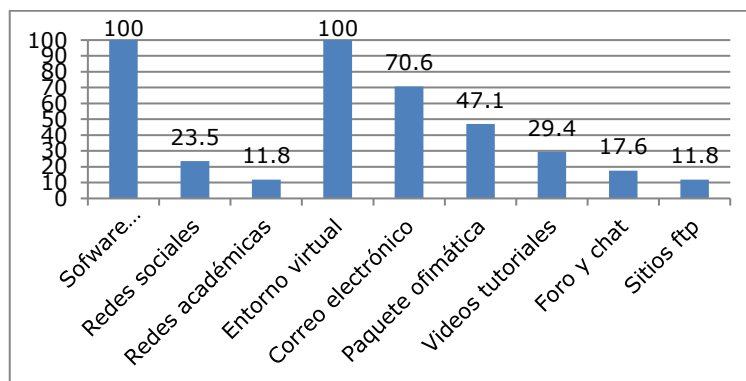


Figura 1. Recursos informáticos y telemáticos utilizados por los profesores. (Construcción del autor)

Por otra parte el 52.9 % (9) de los profesores y el 76.7 % (92) de los estudiantes opinan que los recursos informáticos y telemáticos existentes se utilizan con una baja frecuencia. Se explora, además, el nivel actual del uso y calidad del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, recursos de internet y recursos multimedia y se verifica que el 100 % de los profesores y estudiantes manifiestan que está de medio a bajo. Cuestión

constatada en las clases observadas, en las que el 77.6 % (45) no utilizan los recursos informáticos y telemáticos para propiciar un cambio en los métodos de enseñanza-aprendizaje de los conceptos lo que limita, a consideración de este autor, la transformación de los modos de pensar y actuar de los estudiantes en la autogestión del conocimiento.

Al examinar los criterios de los profesores en cuanto a la utilización de los recursos informáticos y telemáticos en su labor docente, los usos más destacados, como se muestra en la figura 2, son en la realización de los trabajos investigativos 100 % (17), la preparación de materiales docentes 100 % (17), la comunicación entre los sujetos participantes 100 % (17) y en la evaluación de los estudiantes el 64.7 % (11).



Figura 2. Usos de los recursos informáticos y telemáticos en la práctica docente. (Construcción del autor)

Finalmente, se evidencia que el 94.1 % (16) de los profesores presenta limitaciones en la preparación de las asignaturas desde el montaje del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje lo que se refleja en el insuficiente uso de los recursos que soporta y en los casos utilizados se constata que no se aprovechan sus potencialidades para gestionar la elaboración, la socialización y la evaluación de los contenidos. Sólo el 23.5 % (4) cuenta con materiales didácticos donde se potencia el desarrollo de habilidades para el trabajo cooperativo y colaborativo. Asimismo, no se encuentran evidencias de diseños de tareas docentes que fomenten la adquisición de conocimientos a partir de la visualización, experimentación y exploración.

En general, estas informaciones permiten aseverar que:

1. Es limitada la utilización de los recursos informáticos y telemáticos existentes en la Universidad en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.
2. En los casos que se utilizan, no se logra un uso eficiente de las potencialidades que tienen para la transformación de dicho proceso en una actividad que se caracterice por la colaboración y el protagonismo de los ingenieros en formación de pregrado en la construcción de su propio conocimiento.

3. Dimensión personalógica

Los resultados de la aplicación de los métodos para esta dimensión evidencia que aunque el 47.1 % (8) de los profesores plantean tener una preparación en las TIC desde casi alta hasta alta, en las actividades observadas y en la revisión de preparaciones de las clases se encontró que sólo el 23.5 % (4) utiliza los recursos informáticos y telemáticos para que los estudiantes sean protagonistas en la gestión del conocimiento. Los demás profesores no intentan salir de lo tradicional, cuestión que contradice el hecho de que el 76.5 % (13) refiere una alta disposición para utilizar las TIC en las actividades profesores.

Sobre la preparación y disposición de los estudiantes para utilizar las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se constató que el 76.5 % (13) de los profesores coinciden con el criterio estudiantil de que tienen disposición para enfrentar la gestión de su aprendizaje usando las TIC. Aspecto que solo el 29.4 % (5) se sienten preparados para utilizarlas profesionalmente.

Los profesores consideran que la superación y el trabajo metodológico que se realiza en la institución para perfeccionar su desempeño en la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha concentrado, esencialmente, en lo que deben hacer, pero es insuficiente la demostración de cómo se debe hacer. Consideran que es baja la utilización de las potencialidades que brindan los recursos informáticos y telemáticos por el colectivo de profesores de la disciplina Matemática Superior.

Los resultados encontrados en esta dimensión apuntan a la existencia de contradicciones que se manifiestan entre:

1. La disposición que consideran tener los profesores referentes a utilización de las TIC y el insuficiente uso de los recursos informáticos y telemáticos en la docencia.
2. La disposición y preparación que tienen los estudiantes en las TIC y el bajo nivel de aprovechamiento de las mismas en la solución de las tareas docentes planteadas por los profesores para la autogestión y socialización del conocimiento.

En síntesis, del procesamiento e interpretación de la información derivada de las tres dimensiones el autor considera que:

- Existe un consenso global a favor de connotar la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior con el uso de las TIC, con énfasis en el dominio del sistema conceptual, durante la formación de pregrado de los ingenieros, y desde el diseño curricular de los planes de estudio se le concede prioridad.
- El estado inicial de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín, es insuficiente para la formación integral de los estudiantes que cursan la formación de pregrado como ingenieros.
- Excesiva formalización del tratamiento didáctico de los conceptos y sus definiciones, con predominio de la vía deductiva, los métodos reproductivos e informativo-receptivos y los medios tradicionales, así como la insuficiente utilización de procedimientos heurísticos para la búsqueda de las características esenciales de los conceptos.
- El proceso tiende hacia un comportamiento desfavorable en cuanto a la limitada utilización de los recursos informáticos y telemáticos existentes en la Universidad y, en los casos que se utilizan, no se logra un uso eficiente de las potencialidades que estos tienen para la transformación de dicho

proceso en una actividad que se caracterice por la colaboración y el protagonismo de los ingenieros en formación de pregrado en la construcción de su propio conocimiento.

El análisis causal de estos elementos conduce a reconocer las insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior, en general y de los conceptos y sus definiciones en particular; el que para el autor requiere un indispensable cambios en los modelos y estrategias didácticas en la formación matemática de los ingenieros, lo que se convierte en un elemento clave para el desarrollo profesional de estos.

Conclusiones parciales

En el análisis epistemológico del objeto y el campo de la investigación, se manifiesta la necesidad de revelar las especificidades que distinguen a la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior que dote a dicho proceso de una perspectiva de exploración, experimentación, descubrimiento y colaboración entre los sujetos participantes en la gestión del conocimiento.

El análisis epistémico revela una insuficiente utilización de los recursos informáticos y telemáticos para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior, en general y de los conceptos y sus definiciones, en particular, así como un limitado aprovechamiento de sus potencialidades para la utilización de métodos productivos, durante el desarrollo de formas organizativas del trabajo docente que combinen lo presencial con lo virtual y motiven e impliquen a los estudiantes en la gestión de su propio conocimiento.

El diagnóstico del estado actual de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, permite constatar insuficiencias que tienen su base en las mediaciones sociales e instrumentales, y que se deben llevar a cabo para desarrollar dicho proceso de manera eficiente y eficaz, surgiendo la necesidad de elaborar propuestas

que conviertan a los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería en protagonistas de la autogestión su conocimiento.

**CAPÍTULO 2. LA MEDIACIÓN DE LAS TIC EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS
CONCEPTOS Y SUS DEFINICIONES DE LA MATEMÁTICA SUPERIOR EN LAS CARRERAS DE
INGENIERÍA**

Capítulo 2. La mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

En el presente capítulo se presenta la fundamentación teórica y la argumentación del modelo didáctico que se construye como contribución a la teoría pedagógica. Se propone, además, la elaboración de una estrategia didáctica como instrumentación práctica del modelo para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Matemática Superior, desde la mediación de las TIC en el tratamiento de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

2.1 Posicionamientos teóricos de partida para la elaboración del modelo didáctico como contribución a la teoría pedagógica

La actividad cognoscitiva del hombre, dentro de ella la creación científica, es un producto de las interacciones sociales. En su consecución se utilizan procedimientos y medios, formados en la historia de la sociedad, de construcción y operación con objetos y procesos, para su reflejo y transformación, entre ellos, se reconocen los modelos como afirma Davidov (1988).

Para la elaboración del modelo como resultado científico, se asume a Valle (2007) que lo enuncia como “abstracción de aquellas características esenciales del objeto de estudio que se investiga, que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades de ese objeto de estudio con vistas a la transformación de la realidad” (p.139).

Dado que la enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones es parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería, en el cual, se tienen en cuenta los componentes personales y no personales de ese proceso, el modelo se caracteriza como didáctico en el marco de las Ciencias de la Educación.

El materialismo dialéctico, la teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas, la Educación Matemática, la Didáctica de la Educación Superior y la Tecnología Educativa son fundamentos teóricos que se connotan en la modelación didáctica de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje

de los conceptos y sus definiciones para proponer la estrategia. Asimismo, se utiliza en la modelación el enfoque sistémico estructural funcional para fundamentar las relaciones entre las partes y el todo y sus características funcionales y estructurales.

Desde el materialismo dialéctico, se posiciona la contribución en la teoría del conocimiento como actividad cognoscitiva para el reflejo en la conciencia del hombre de los objetos, procesos y fenómenos que se manifiestan en la sociedad, la naturaleza y el pensamiento. Es en esta actividad, la formación y apropiación de los conceptos matemáticos, en la cual se revela el papel esencial a la interrelación y la interacción de lo sensorial y lo racional, es decir al paso de lo concreto, de lo dado en los sentidos a lo abstracto y el paso de lo abstracto a lo concreto nuevo, que es un conjunto de definiciones abstractas, tal como se reconoce en Kopnin (1966).

Las aportaciones de la teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas, desde los postulados de Vygotsky y sus seguidores, desde la psicología, se asume y en particular, el desarrollo como producto de las interacciones sociales entre los sujetos en un contexto social determinado. Se connota el carácter mediatizado de la psiquis humana para propiciar la materialización de los conceptos, al utilizar diferentes herramientas y/o signos, para externalizar las representaciones mentales, hacerla accesible a los demás y reflexionar sobre el pensamiento, por lo que el papel de los mediadores, la comunicación y el contexto social es determinante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr su significatividad.

A partir de esta perspectiva, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior incide en el desarrollo de la personalidad de los ingenieros en formación. Para este estudio se caracteriza como: un proceso de producción de la actividad que se desarrolla del plano material al mental; al cual le precede el plano social y posteriormente se da en un plano psicológico, en un movimiento que va desde lo social hasta lo individual donde las interacciones sociales y los instrumentos (herramientas y signos) son mediadores del proceso cognoscitivo, que aspira la autogestión del conocimiento para una formación matemática adecuada al perfil profesional.

La fundamentación del modelo desde la Educación Matemática, presenta varias aristas ya que no se dispone de una teoría consistente que articule diferentes componentes, en un contexto donde se combine la docencia presencial con la virtual, que requiere la mediación didáctica de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones; es por ello que sus sustentos parten de la Metodología de la Enseñanza de la Matemática introducida en Cuba desde inicio de la década del 80 del siglo pasado por los alemanes Zilmer y Junk, con seguidores de gran impacto nacional e internacional como Campistrous, Rizo y Ballester, en la década del 90 del pasado siglo y los inicios del presente, con énfasis en la heurística y la estructuración metodológica del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones. Por su parte, del enfoque ontosemiótico de Godino (2017) y seguidores, la formación del pensamiento científico inseparable del desarrollo de simbolismos específicos para representar los objetos y sus relaciones. Así como, la estimulación de las capacidades cognitivas de los sujetos y permite la separación del concepto de sus representaciones en el tránsito de lo concreto a lo abstracto a partir de una diversificación de las representaciones de un mismo objeto y su articulación; entre las que se reconocen las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos.

En los fundamentos de la contribución teórica, de la Didáctica de la Educación Superior, se asume que el proceso de mediación resulta decisivo en la actividad cognoscitiva. En el mismo se connota la mediación social, cuando otra persona sirve como instrumento para la formación de la conciencia individual; y, la mediación instrumental, la que agrupa a los instrumentos creados por la cultura, tales como los signos, sistemas con diferente nivel de complejidad que eslabonan la actividad psíquica del sujeto y que permiten transmitir significados (entre ellos las TIC), los que posibilitan la regulación de la vida social y la autorregulación de la propia actividad al asumir a Ginoris (2009).

Por último, el modelo propuesto acoge, de los referentes teóricos, el papel mediador de las TIC al facilitar la visualización de los conceptos matemáticos, la experimentación para la búsqueda de patrones y el planteamiento de conjeturas, el logro de formas organizativas atractivas e interesantes del trabajo docente.

El incremento de la participación de los estudiantes en la construcción del nuevo conocimiento, lo que incide en la motivación por el aprendizaje de la Matemática Superior. Así como, sus funciones en las interacciones entre profesor, estudiante y contenido, para el manejo dinámico de objetos y relaciones matemáticas en sus múltiples formas de representación dentro de esquemas interactivos que eliminan las restricciones temporal y espacial, situación difícil de lograr con los medios tradicionales (pizarra y textos de consulta).

En el marco de estos referentes, la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, en este trabajo se caracteriza de la siguiente manera: proceso en el cual, a partir de los objetivos y el diagnóstico, el profesor diseña, orienta y controla tareas docentes que para su solución los estudiantes requieren utilizar recursos informáticos y telemáticos en la formación y asimilación de conceptos, mediante la exploración, experimentación, descubrimiento, el reconocimiento de regularidades y la comunicación entre los sujetos participantes, del sistema conceptual de la disciplina.

En consecuencia, se asume que un modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería es una respuesta teórica al problema que se investiga, en tanto es válido a partir de los fundamentos que lo argumentan, las premisas sobre las que se erige y el modelo de formación de estos profesionales. Su función esencial es un marco conceptual y racional que permita elaborar un modo de actuación y poner en marcha un proyecto de dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior, dinámico, creativo e interactivo en las carreras de ingeniería.

Se identifica el Modelo con lo sistémico estructural funcional, al considerar la interactividad con las TIC como nuevo rasgo que lo diferencia del proceso actual, dinamizada por una cultura acerca de las variantes organizativas del proceso, como resultado de la sistematización didáctica; y la autogestión del conocimiento en los futuros profesionales, como consecuencia de la relación de complementación que se establece entre

el carácter investigativo de la asimilación y fijación de los conceptos y definiciones como contenido en las carreras de ingeniería y la apropiación de este proceso.

El modelo propuesto, contribuye a solucionar inconsistencias de los presupuestos teóricos y metodológicos de la Matemática Superior en general y en particular sobre la formación de conceptos y definiciones, acerca de la mediación TIC y la sistematización de los fundamentos psicopedagógicos y didáctico del tratamiento de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior con enfoque profesional de las carreras de ingeniería.

De esta manera, a partir de considerar los puntos coincidentes de las posiciones anteriores, el modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería que se presenta, se concibe como una abstracción que argumentan, organizan, revelan, caracterizan este proceso en el hecho formativo a partir de dos componentes a los que le precede la determinación de premisas que lo condicionan. Los nexos entre estos componentes permiten, al profesor universitario la aprehensión de saberes didácticos acerca de las TIC y cómo gestionar un proceso de apropiación de los conceptos y definiciones que desarrolle habilidades y destrezas para la búsqueda, la conciliación, la anticipación de soluciones a problemas profesionales, en la práctica formativa universitaria.

El modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, argumenta didácticamente la dinámica formativa del proceso de enseñanza-aprendizaje de los profesionales en formación de estos contenidos y las potencialidades que posee para la formación de habilidades y destrezas matemáticas. Cuyo objetivo es lograr la apropiación de interacciones adecuadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario, crear un escenario formativo favorable para las relaciones entre los sujetos implicados y las tecnologías, que potencie un aprendizaje desarrollador en los estudiantes.

2.2 Modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

La sistematización teórica realizada, la experiencia profesional del autor de la investigación y los resultados obtenidos en el diagnóstico factual constituyen base referencial para configurar la elaboración del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería.

Asimismo, contribuye a solucionar la contradicción que se expresa entre, la formación matemática que se debe favorecer desde la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería y la insuficiente mediación de las TIC con métodos y formas organizativas que dinamicen dicho proceso para modelar problemas prácticos profesionales del ingeniero en formación.

Para elaborar el modelo didáctico, se precisa determinar, lo que a juicio del autor de esta investigación, constituyen premisas para su modelación. En la determinación de estas, se les consideran como postulados teóricos que de forma concatenada sirven de base a una teoría, que constituyen condiciones previas que favorecen un proceso.

Al partir de esta definición, se determinan como premisas para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, las siguientes:

1. El enfoque profesional al considerar los problemas prácticos profesionales ingenieriles como fuente de motivación, gestión y fijación del sistema conceptual de la Matemática Superior.

El enfoque profesional tiene como fin la reafirmación, orientación y motivación del estudiante por la profesión en la que se está formando. Para lo cual se exige planificar un sistema de influencias educativas a partir de las exigencias de su práctica laboral. El trabajo desde este enfoque facilita un proceso de formación y desarrollo del estudiante progresivo, de interés, habilidades profesionales y sobre todo, de una actuación

profesional ética y responsable. Para lo cual, esta premisa se fundamenta al considerar el papel central que juegan los problemas profesionales en la determinación del contenido que contendrán los currículos de las carreras y como consecuencia los programas de las disciplinas. En el caso de la Matemática Superior y dentro de ella los conceptos y sus definiciones aportan los constructos teóricos indispensables para interpretar modelos y modelar problemas prácticos profesionales concernientes al perfil de los ingenieros.

2. El enfoque personológico al tener en cuenta durante la planeación, ejecución y control del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, la situación social de desarrollo, las creencias, las necesidades cognoscitivas, la motivación y las potencialidades para el aprendizaje de los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería.

Muy relacionada con la premisa anterior, la orientación profesional desde el enfoque personológico se expresa en lo que se denomina la educación profesional de la personalidad, la cual genera la necesidad de dirigirla hacia la esfera motivacional y cognitiva de la personalidad del sujeto, es decir, de conocimientos, habilidades, capacidades, motivos e intereses profesionales y lo que es muy importante, al desarrollo de la autovaloración y de cualidades de la personalidad.

Esta premisa se argumenta a partir de que el diagnóstico integral de los estudiantes condiciona el diseño, ejecución y control del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior pues se deben considerar las condiciones cognitiva y afectiva, así como las potencialidades de desarrollo de cada estudiante de ingeniería para poder individualizar dicho proceso.

3. La articulación de lo presencial con lo virtual mediante los recursos informáticos y telemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.

En la literatura esta combinación se reconoce como *blended learning* o enseñanza híbrida, y consiste en un proceso de enseñanza-aprendizaje combinado, en el que se aúna la modalidad presencial con la virtual de forma complementaria. En el cual, la tecnología, ayuda en el proceso formativo y la interactividad es esencial.

En ella se deben garantizar comodidad y flexibilidad lo cual favorece la comprensión y fijación de los contenidos. Esta premisa se justifica a partir de que las formas de organización del trabajo docente, en un contexto de aprendizaje mixto, se complementan en dependencia de los recursos informáticos y telemáticos utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones, de lo que se infiere que los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería, a la vez que asimilan los conceptos de la Matemática Superior desarrollan la habilidad profesional modelar problemas prácticos profesionales.

Desde la perspectiva de este estudio, el modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, se estructura a partir del análisis teórico e histórico realizado, con el objetivo de resolver las insuficiencias prácticas detectadas y las carencias teóricas que limitan la apropiación de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior y su aplicación en la solución de problemas prácticos profesionales en las carreras de ingeniería.

El modelo didáctico desde el objetivo que persigue, reconoce las relaciones desde su conformación como totalidad. Se expresa en dos componentes que se subordinan y complementan para argumentar la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería y la dirección de esta formación por los profesores de esta disciplina en el proceso formativo de estos profesionales.

Las funciones que cumplen los componentes del modelo didáctico reconocen su naturaleza didáctica de la propuesta, al declarar una función teórica y una función metodológica. Funciones que se determinan a partir de las necesidades teóricas que debe resolver la solución encontrada al problema investigado. Constituyen elementos esenciales en el modelo didáctico, la conformación conceptual de sus conceptos, procedimientos y habilidades y el entorno de enseñanza y aprendizaje desde la combinación de escenarios.

Se establecen relaciones entre los elementos que conforman cada uno de los componentes que integran el modelo didáctico, a partir de la dialéctica que se establece entre ellos. Estas relaciones, al imprimir ese carácter dialéctico de las partes al todo y del todo a las partes, reconocen que son de complementación y de coordinación, y de ellas emanan nuevas cualidades que distinguen la contribución teórica que se propone.

La estructuración del modelo didáctico que se presenta, sustentado en los argumentos declarados en esta investigación, está ordenada de la siguiente forma: El modelo didáctico que se presenta lo conforman dos componentes, los que son expresión de sus movimientos internos y permiten revelar la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior a través la mediación de las TIC. El primer componente se denomina contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería y el segundo, entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería, los que, a su vez, están conformados por seis subcomponentes o elementos.

El componente, contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería, que fundamenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, depende de los sub componentes que propone. A continuación se argumentan cada uno de ellos.

- **Contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería**

Tiene una función teórica al establecer el sistema de conceptos de la disciplina Matemática Superior para las carreras de ingeniería los que serán objeto de aprehensión por los estudiantes, así como connotar la importancia y utilidad de clasificar los conceptos, articular sus distintas representaciones y precisar las posibles aplicaciones en la solución de problemas de ingeniería.

En este sentido este componente incluye como elementos o subcomponentes los siguientes:

1. Conocimiento conceptual de la Matemática Superior.
2. Conocimiento procedimental de la Matemática Superior.

3. Habilidades profesionales que contribuyan a la interpretación y modelación de problemas prácticos profesionales como actividad matemática de esta formación.

Se considera necesario reconocer que en la dinámica interna de este componente, se parte de la precisión de que los contenidos abarcan el saber, el saber hacer y su aplicación a situaciones prácticas profesionales. En este sentido, se precisan los conceptos, los procedimientos y habilidades asociadas a este contenido como situación típica de la matemática y sus particularidades para la Matemática Superior y las carreras de ingeniería en singular. Esto permite determinar los tipos de contenidos como elemento que direcciona la intencionalidad y singulariza las aspiraciones en el cual se centra este estudio. El diagnóstico afectivo-cognitivo, le es inherente a este componente pues favorece modelar desde las posiciones pedagógicas y didácticas asumidas, la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones de la Matemática Superior a partir de las potencialidades y limitaciones del estudiante.

La revisión de los programas de estudio para las carreras de ingeniería que se estudian en la universidad de Holguín (Industrial, Mecánica, Eléctrica, Civil, Hidráulica) y una comparación de estos modelos con otras universidades foráneas, permiten considerar que para la planificación y dirección científica del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y definiciones, resulta necesario tener una visión general del contenido de la disciplina Matemática Superior y los núcleos fundamentales de contenidos. Esto posibilita una precisión más científica del proceso, desde el punto de vista didáctico.

Este aspecto curricular está íntimamente relacionado con las teorías para la estructuración sistémica del contenido, que consiste en organizarlo en torno a determinadas características, regularidades, relaciones esenciales del todo, que adoptan la forma de núcleos de conocimientos. Lo cual favorece:

- Un enfoque socio-cultural, humanista, cuando los estudiantes asimilan conocimientos relevantes social y culturalmente asociados a su formación profesional.
- Una enseñanza personalizada y por problemas que se manifiesta cuando son capaces de aplicar los conocimientos y contribuir a la formación de modos de actuación profesional.

- La formación de valores y una actitud positiva ante la profesión en el medio en que esta se desarrolla y ser consecuentes con los problemas profesionales.

Para esta investigación se precisan los conceptos y procedimientos de la Matemática Superior a partir de los problemas profesionales de las distintas carreras de ingeniería, que permiten aglutinar el trabajo de los conocimientos, habilidades y valores de las asignaturas que integran esta disciplina. Su argumentación se considera imprescindible desde la lógica seguida para la investigación, al tener en cuenta los antecedentes justificantes de la necesidad de imbricar la contextualización al contenido y el perfeccionamiento de los métodos para el aprendizaje del estudiante en formación para que extrapole en destrezas en sus prácticas laborales en los escenarios de desempeño laboral.

1. Conocimiento conceptual de la Matemática Superior

El origen filosófico de los conceptos (*universalis*), está en la antigüedad, desde Platón, y la discusión de si son corpóreos o no y dónde halla tal realidad, si en las cosas o fuera de ellas. Por lo que según las diferentes corrientes filosóficas este tiene diversas interpretaciones; los idealistas subjetivos afirman que los conceptos son invención del pensamiento libre de los hombres, los idealistas objetivos que es independiente del hombre en un mundo de ideas, y para los materialistas son reflejos de la realidad obtenidos del proceso de abstracción.

La formación de conceptos matemáticos, se asume en este trabajo, como un proceso de reflejo del mundo objetivo en el cerebro humano, tiene como punto de partida y como fin la práctica en donde se conjugan dialécticamente lo empírico y lo racional.

La formación y obtención de conceptos y sus definiciones permite entender las relaciones matemáticas, aplicar lo aprendido de forma más segura y creadora, favorece el desarrollo del pensamiento lógico, transmitir nociones ideológicas, de la teoría del conocimiento, y, desarrollar propiedades del carácter.

Tales antecedentes permiten reconocer en este trabajo como conocimiento conceptual, el conjunto de saberes representados por aquellos conceptos a partir de los cuales el profesor, al considerar las

potencialidades del currículo y las particularidades del estudiante, organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina y en particular la formación y fijación de conceptos y sus definiciones a partir de problemas prácticos profesionales.

El conocimiento conceptual, abarca los conceptos de la disciplina que serán objeto de enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de las asignaturas Matemática I, Matemática II, Matemática III y Matemática IV donde el profesor precisa de cada concepto antecedente, posibles representaciones, variaciones y su integración paulatina a las diversas situaciones profesionales a las que se va a enfrentar el estudiante en formación. Constituyen punto de partida del análisis para modelar soluciones a problemas profesionales de las carreras de ingeniería. Por su parte, la clasificación de un concepto en concepto de objeto, de relación o de operación permite, al profesor, precisar su nivel de abstracción y en consecuencia concebir una idea de su tratamiento didáctico.

A su vez, las distintas representaciones y su articulación contribuyen al desarrollo de la capacidad de abstracción, de habilidades para la comprensión y comunicación de propiedades matemáticas en forma verbal, analítica, numérica y gráfica. Estas representaciones, resultan un recurso didáctico para que los estudiantes desarrollen un lenguaje matemático, como vía fundamental para el desarrollo de su pensamiento, la comunicación en la actividad de estudio y la apropiación conceptual.

Tabla 2. Organización y Análisis comparado de los conceptos por asignaturas y carreras de ingeniería

Carreras	Asignaturas	Conceptos
Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial Ingeniería Civil Ingeniería Eléctrica	Matemática I	Matriz, matriz inversa, matriz transpuesta, rango de una matriz, determinante de una matriz y sistema de ecuación lineal, función, simetría, monotonía, acotación, asíntotas límite, continuidad, derivada, derivadas de orden superior, aproximaciones lineales y diferenciales, extremos de funciones, concavidad y convexidad y problemas de optimización, antiderivada, integral definida, integral indefinida e integrales impropias, sistemas de coordenadas, vector, vector de

Ingeniería Hidráulica Ingeniería en Procesos		posición, combinación lineal, producto escalar, vectores ortogonales, ángulos y cosenos de dirección, producto vectorial, producto mixto, función vectorial, curvas y derivadas e integrales de funciones vectoriales.
Agroindustriales	Matemática II	Espacio vectorial real. Subespacio vectorial. Dependencia e independencia lineal. Conjuntos generadores. Subespacio vectorial generado. Bases y dimensión de un espacio (subespacio) vectorial. Coordenadas de un vector en una base. Matriz de cambio de coordenadas. Producto escalar y la norma inducida por el producto escalar euclidiano en \mathbb{R}^n . Bases ortogonales y bases ortonormales. Distancia euclidiana en \mathbb{R}^n . Punto aislado y punto de acumulación de un conjunto. Conjunto abierto, cerrado, acotado y conexo. Concepto general de función Límite de funciones reales de varias variables. Límite por subconjuntos. Límites iterados. Concepto de función continua en un punto y en un conjunto. Derivada parcial de una función en un punto. Derivadas parciales de orden superior. Diferenciabilidad de funciones reales de varias variables. Derivadas direccionales. Gradiente de un campo escalar. Plano tangente y recta normal. Puntos estacionarios. Determinante Hessiano. Extremos locales, globales y condicionados. Problemas de optimización. Superficies cuádricas y cilíndricas, sólidos, proyección, Integrales doble y triple y curvas y superficies coordenadas. Vector tangente, vector normal, integral de línea, integral de superficie, Funciones vectoriales de varias variables. Superficies paramétricas. Plano tangente y recta normal.
Ingeniería Industrial Ingeniería Civil Ingeniería Hidráulica Ingeniería Informática	Matemática III	Sucesiones, series numéricas, series de potencias, series de Taylor, series de Maclaurin, funciones periódicas y seccionalmente continuas, series de Fourier, ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). EDO de primer orden (lineales, de variables separables, homogéneas, exactas y reducibles a exactas. EDO lineales de orden superior con coeficientes constantes, transformada de Laplace. Sistemas de EDO

		con coeficientes constantes y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
Ingeniería Industrial Ingeniería Civil Ingeniería Informática Ingeniería Hidráulica	Matemática IV	Métodos numéricos, error, error relativo, error absoluto, estabilidad de un problema, cifras exactas, ecuación algebraica, raíz de una ecuación, norma de un vector, norma de una matriz, sistema lineal mal condicionado, número de condición de una matriz, valores y vectores propios de una matriz, polinomio característico, error de interpolación, función spline, optimización de una función, función unimodal de una variable y función linealmente unimodal de varias variables, campo de direcciones, ecuación diferencial estable y de método numérico estable, método de paso simple y de método de paso múltiple, método predictor – corrector y problema de Cauchy de orden m .
Ingeniería Eléctrica Ingeniería Mecánica Ingeniería en Procesos Agroindustriales	Matemática III	Sucesiones, series numéricas, series de potencias, series de Taylor, series de Maclaurin, funciones periódicas y seccionalmente continuas, series de Fourier, ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). EDO de primer orden (lineales, de variables separables, homogéneas, exactas y reducibles a exactas. EDO lineales de orden superior con coeficientes constantes, transformada de Laplace. Sistemas de EDO con coeficientes constantes y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Métodos numéricos, error, error relativo, error absoluto, estabilidad de un problema, cifras exactas, ecuación algebraica, raíz de una ecuación, norma de un vector, norma de una matriz, sistema lineal mal condicionado, número de condición de una matriz, valores y vectores propios de una matriz, polinomio característico, error de interpolación, función spline, optimización de una función, función unimodal de una variable y función linealmente unimodal de varias variables, campo de direcciones, ecuación diferencial estable y de método numérico

		estable, método de paso simple y de método de paso múltiple, método predictor – corrector y problema de Cauchy de orden m .
Ingeniería Eléctrica	Matemática IV	Región en el plano complejo. Funciones de una variable compleja. Límite, continuidad y derivada. Funciones analíticas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones armónica. Transformación conforme en el plano complejo. Funciones elementales de una variable compleja. Integración en el plano complejo y principales conceptos y teoremas. Series en el plano complejo: numéricas, de potencias, Laurent y Fourier. Puntos singulares de una función analítica, caracterización y clasificación. Residuos y teorema de los residuos. Funciones algebraicas, diagrama de polos y ceros. Integral de Fourier. Transformadas de Fourier y Laplace, sus propiedades operacionales y aplicaciones. Producto de convolución. Transformada Z. Ecuaciones en diferencias finitas. Sistemas lineales invariantes en el tiempo, función transferencial.

El análisis de los conocimientos conceptuales permite al profesor de la disciplina, en cualquiera de las asignaturas y de las carreras, tener un referente para planificar el desarrollo del pensamiento del estudiante desde la diversidad de análisis, síntesis, inducción y deducción con las que opera en su apropiación. Por otra parte hay que reconocer que el pensamiento ingenieril tiene como arista el pensamiento matemático específico que ofrece el trabajo con estos conceptos.

Así el pensamiento matemático le aporta a este profesional en formación, como refiere (Proenza, 2002) un pensamiento productivo, creador y científico. Características que el estudiante debe aprovechar y apropiarse para aplicar a soluciones creativas en las modelaciones que ofrece ante situaciones prácticas profesionales. Posicionamiento que reafirma que con las asignaturas de la disciplina para estas carreras, el profesor debe dirigir su proceso de enseñanza-aprendizaje para que el estudiante en formación aprenda a pensar matemáticamente; lo que entre otras cosas significa al asumir a Schoenfeld (1992), desarrollar un punto de

vista matemático, al valorar el proceso de matematización y de abstracción, esencialmente para su aplicación y desarrollar las competencias para el uso de los instrumentos al servicio del propósito de la dualidad: saber y cómo saber hacer matemática.

Para lo cual, este proceso, a criterio del autor, transcurre desde la comprensión: qué es, cómo es, por qué es; la explicación, la comunicación o definición del concepto hasta la aplicación, que significa modelar nuevas situaciones prácticas profesionales, resolver problemas profesionales, con el auxilio de tecnologías para crear, modelar, diseñar, entre otras, nuevas situaciones que estimulen y reafirmen la vocación por carrera.

2. Conocimiento procedimental de la Matemática Superior

Para la enseñanza de la Matemática en general, se reconocen los procedimientos algorítmicos y los heurísticos. Indudablemente los investigadores apuntan la importancia de los heurísticos por su contribución al desarrollo del pensamiento, pues permiten mayor flexibilidad en la diversidad y creatividad de posibles soluciones, las que incluyen soluciones erróneas pues de éstas también se construyen nuevos aprendizajes. Los procedimientos heurísticos son un recurso de vital importancia en la formación de habilidades y capacidades y no son de uso exclusivo de los procedimientos algorítmicos; la instrucción heurística es base para el trabajo con conceptos y problemas. El uso de principios, reglas y estrategias es un modo de actuación ante situaciones en las que el estudiante debe capacitarse y aplicar a nuevas situaciones, "...mediante la impartición de un mínimo de conocimientos de los métodos heurísticos y el desarrollo de hábitos en su aplicación consecuente se puede capacitar a los alumnos en la realización de las operaciones mentales que son necesarias para encontrar de forma independiente la idea de la solución", como plantea Morereo (1996, p.67).

Comprender el uso de los procedimientos algorítmicos parte de reconocer que son una sucesión de indicaciones, exacta y determinada unívocamente para la realización de una serie de operaciones elementales (o sistemas de tales operaciones) para resolver tareas de una determinada clase o un determinado tipo de problemas. Para su apropiación por los estudiantes, se precisan exigencias para su

elaboración, ya que ellas deben ser formuladas exactamente, siendo para el ejecutor, lo suficientemente elementales; deben ser aplicables exitosamente en todos los ejercicios de una clase; además de conducir siempre al resultado correcto, cuando se tienen los datos iniciales y se realizan correctamente las operaciones.

En el tratamiento de las sucesiones de indicaciones con carácter algorítmico se debe partir de la unidad entre los procesos algorítmicos y heurísticos. Con estos antecedentes, el conocimiento procedimental, como elemento de este primer componente, atiende los saberes procedimentales generalizadores definidos al saber hacer con los conocimientos conceptuales, a partir de los objetivos de los programas de las asignaturas que integran la disciplina y que constituyen la génesis de las habilidades y capacidades para el desempeño cognitivo del estudiante.

Esto requiere establecer posibles explicaciones a los fenómenos y procesos del entorno laboral y profesional en los que se debe desarrollar el estudiante, a partir de la indagación sistemática, la formulación de hipótesis, el planteamiento de problemas, la búsqueda de respuestas válidas, así como proponer y desarrollar conjeturas o hipótesis, desde lo laboral e investigativo. El conocimiento procedimental, se refiere al conjunto de procedimientos de solución asociados a los conceptos que posibilitan solucionar problemáticas intramatemáticas.

Tabla 3: Organización y clasificación de los procedimientos asociados a los conceptos según las diferentes asignaturas de la disciplina Matemática Superior para las carreras de ingeniería

Carreras	Conceptos	Procedimientos asociados a los conocimientos conceptuales
Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial	Matriz	Clasificar matrices, calcular con matrices, determinar matriz traspuesta, calcular matriz inversa, calcular el determinante de una matriz, determinar la matriz escalón y el rango.
Ingeniería Civil	Sistema de ecuaciones lineales	Solucionar sistemas de ecuaciones lineales por los métodos de Gauss, Krammer y de la matriz inversa.

Ingeniería Eléctrica		Resolver problemas profesionales sencillos modelando mediante un sistema de ecuaciones
Ingeniería Hidráulica Ingeniería en Procesos Agroindustriales (Matemática I)	Función	<p>Clasificar una función como: real o vectorial, de una variable, elemental o no elemental, algebraica o trascendente, polinómica, racional o irracional.</p> <p>Esbozar el gráfico de una función con lápiz y papel y/o mediante software.</p> <p>Determinar propiedades de las funciones.</p> <p>Modelar problemáticas sencillas a través de funciones.</p>
	Límite	<p>Determinar el límite de una función en un punto y en el infinito tanto gráfica como analíticamente.</p> <p>Calcular límites de funciones reales de una variable utilizando el concepto de función continua, los límites fundamentales trigonométrico y algebraico y la combinación de transformaciones de la función y el teorema de cancelación y el cambio de variables.</p>
	Continuidad	<p>Constatar si una función es continua en un punto y en conjunto.</p> <p>Clasificar las funciones según su tipo de discontinuidad.</p>
	Derivada	<p>Calcular derivadas de funciones elementales</p> <p>Calcular derivadas, derivadas parciales de primer orden y de orden superior y diferenciales, aplicando las reglas de derivación y las definiciones cuando sea necesario.</p> <p>Aplicar los métodos del cálculo diferencial para el análisis del comportamiento de funciones reales de una variable, así como para la representación gráfica.</p> <p>Modelar y resolver problemas geométricos y relacionados con el perfil profesional, de optimización.</p>
	Integral	Calcular integrales indefinidas y definidas empleando métodos de integración y con la ayuda de un asistente matemático.

		Modelar y resolver problemáticas geométricos y relacionados con el perfil profesional
	Vectores	Efectuar e interpretar geoméricamente las operaciones de suma, producto por un escalar, producto escalar de vectores de \mathfrak{R}^2 y \mathfrak{R}^3 , producto vectorial y producto mixto de vectores de \mathfrak{R}^3 y aplicarlas a la resolución de problemas geométricos y físicos
	Curvas	Representar curvas dadas en forma paramétrica o vectorial empleando las potencialidades que brinda un asistente matemático.
	Vector tangente a una curva	Obtener el vector tangente a una curva.
	Funciones vectoriales	Obtener derivadas y calcular integrales de funciones vectoriales de una variable real
Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial Ingeniería Civil Ingeniería Eléctrica Ingeniería Hidráulica Ingeniería en Procesos Agroindustriales (Matemática II)	Espacio vectorial real	Demostrar si un subconjunto de un espacio vectorial \mathbb{R}^n es o no un subespacio vectorial suyo, haciendo uso de la definición o de la caracterización de subespacio vectorial.
	Combinación lineal	Expresar un vector como como combinación lineal de un conjunto de vectores Determinar si un conjunto de vectores es linealmente independiente o no.
	Conjuntos generadores.	Determinar el subespacio vectorial generado por un subconjunto de vectores de un espacio vectorial
	Bases	Determinar si un conjunto de vectores es una base de un espacio vectorial
	Bases ortonormales.	Determinar una base ortonormal de un conjunto de vectores.
	Concepto general de función	Determinar el dominio de una función y representarlo gráficamente. Representar funciones de varias variables por los métodos de diagramas de flechas, gráficas y curvas de nivel.

Límite de funciones reales de varias variables	Investigar la existencia del límite y conjeturar su valor a partir del calcularse con independencia del camino.
Concepto de función continua en un punto y en un conjunto	Determinar si una función es continua en punto y en un conjunto.
Derivadas parciales de una función	Calcular derivadas parciales de funciones explícitas e implícitas de diferentes órdenes.
Diferenciabilidad de funciones reales de varias variables	Calcular el diferencial de una función. Estimar el máximo error al realizar un cálculo aproximado.
Derivadas direccionales	Calcular derivadas direccionales.
Gradiente de un campo escalar	Determinar el gradiente de una función.
Plano tangente y recta normal	Determinar el plano tangente a una superficie
Extremos locales, globales y condicionados	Calcular los valores extremos de funciones en caso de existir. Determinar los valores máximos y mínimos de función sujeta a una restricción mediante el método de los multiplicadores de Lagrange. Resolución de problemas de optimización.
Superficies cuádricas y sólidos	Representar sólidos con lápiz y papel o con un asistente matemática
Integrales múltiples	Calcular integrales dobles y triples mediante el teorema fundamental del cálculo utilizando el sistema de coordenadas conveniente. Modelar problemáticas sencillas del perfil profesional (masa de una lámina, área, volumen y masa de una región).

	Integral de línea	Calcular integrales de línea de una función vectorial y una función escalar Modelar problemáticas sencillas del perfil profesional (cálculo de longitud de una curva y trabajo para mover una partícula).
	Integral de superficie	Calcular integrales de superficie. Modelar problemáticas sencillas del perfil profesional (área de una superficie, flujo de un campo a través de una superficie, masa, centro de gravedad y los momentos de inercia)
Ingeniería Industrial Ingeniería Civil Ingeniería Informática Ingeniería Hidráulica (Matemática III)	Sucesiones	Determinar propiedades de las sucesiones (acotamiento, convergencia, monotonía y convergencia)
	Series	Clasificar las series según el signo de sus términos Determinar el carácter de una serie numérica mediante: la condición necesaria y suficiente, los criterios de comparación, del cociente, de la raíz n-ésima, de la integral y Leibnitz. Resolver problemas que se modelen por los conceptos estudiados, utilizando los recursos matemáticos y los métodos relativos a las series numéricas.
	Series de potencias	Determinar el radio, intervalo y dominio de convergencia de una serie de potencias. Calcular con series de potencias. Expresar una función como una serie de potencias a través de las operaciones mediante la derivación, integración y composición a partir de una serie conocida.
	Series de Taylor y de Maclaurin	Obtener la serie de Taylor generadas por una función calculando los coeficientes. Solucionar problemáticas de cálculo aproximado con un error prefijado.
	Serie de Fourier	Expresar una función mediante una serie de Fourier
	Ecuaciones diferenciales ordinarias	Resolver EDO de primer orden y lineales de orden superior por métodos analíticos.

		Resolver problemáticas que se modelen por, ecuaciones diferenciales ordinarias
	Transformada de Laplace	Calcular la transformada de una función en caso de existir. Calcular la anti transformada de una función. Resolver EDO lineales de orden superior mediante transformada de Laplace
	Sistema de ecuaciones diferenciales	Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales. Modelar problemáticas a través de un sistema de ecuación diferencial.
	Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDP)	Solucionar ecuaciones en derivadas parciales mediante los métodos de separación de variables y el principio de superposición. Modelar problemáticas de la Física –Matemática mediante EDP.
Ingeniería Mecánica Ingeniería Eléctrica Ingeniería en Procesos Agroindustriales (Matemática III)	Se combinan los de la Matemática III, descritos para las otras carreras, junto a los de la Matemática IV para las carreras Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería Informática e Ingeniería Hidráulica.	
Ingeniería Industrial Ingeniería Civil	Errores en el proceso de cálculo	Calcular el error, error relativo y error absoluto de un proceso de cálculo.
Ingeniería Informática	Ecuación numérica	Separar las raíces reales de una ecuación a través de la graficación manual en los casos sencillos o un programa graficador en los casos más complicados.

Ingeniería Hidráulica (Matemática IV)		<p>Resolver ecuaciones mediante los métodos de bisección, Regula Falsi, Newton-Raphson y secantes en forma manual o utilizando algún software.</p> <p>Modelar problemas sencillos que conducen a ecuaciones no lineales y resolverlos, seleccionando en cada caso el método más conveniente.</p>
	Sistemas de ecuaciones lineales	<p>Resolver sistemas de ecuaciones mediante los métodos de Gauss, Jacobi o Seidel según sea conveniente.</p> <p>Modelar problemas del perfil del profesional que conducen a sistemas de ecuaciones lineales.</p>
	Aproximación de funciones	Resolver problemas de aproximación de funciones mediante ajuste de curvas e interpolación.
	Interpolación de funciones	Resolver problemas profesionales mediante interpolación de funciones
	Ajuste de curvas	Resolver problemas profesionales mediante ajuste de curvas
	Integración numérica	<p>Calcular integrales por los métodos de los trapecios, Simpson, Gauss y Romberg,</p> <p>Modelar problemas profesionales mediante integrales numéricas y solucionarlos por el método más conveniente.</p>
	Optimización numérica	<p>Hallar máximos y mínimos de funciones de una y varias variables independientes mediante los métodos de optimización unidimensional y multidimensional.</p> <p>Modelar problemas que conducen a problemas de optimización de una variable con o sin restricciones y problemas de varias variables sin restricciones.</p>
Ingeniería Eléctrica (Matemática IV)	Regiones en el plano complejo	Representar regiones en el plano complejo
	Función	<p>Representar funciones elementales de una variable compleja y determinar sus propiedades.</p> <p>Clasificar los puntos singulares aislados y los ceros de una función analítica.</p>

	Derivada	Calcular derivadas empleando las reglas de derivación y las ecuaciones de Cauchy-Riemann.
	Convolución	Calcular el producto de convolución de funciones
	Integral	Integrar funciones en el plano complejo.
	Transformadas de Fourier, Laplace y Z	Calcular la transformada y la antitransformada de una función a través de las transformadas de Fourier, Laplace y Z. Determinar la transformación conforme de una región del plano complejo efectuada por una función bilineal. Resolución de ecuaciones en diferencias finitas mediante la transformada Z

La revisión de los modelos de profesionales de las carreras de ingeniería y los programas de estudio de las diferentes asignaturas que integran la disciplina y su comparación con los que se desarrollan en Iberoamérica, permite considerar que para la planificación y dirección científica de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, es imprescindible para el profesor la determinación de los contenidos fundamentales a partir de los cuales se derivan otros; por lo que una visión general del programa que imparte, y los núcleos fundamentales de contenidos le posibilita una precisión más científica del proceso, desde el punto de vista didáctico y matemático. En síntesis todos estos conocimientos procedimentales asociados a los conceptos de la Matemática Superior se concretan en procedimientos de exploración y experimentación, como recursos de aprendizaje en la solución de problemas prácticos profesionales ingenieriles.

Se asocia a estos conocimientos procedimentales, además, la contribución que desde lo afectivo volitivo se realiza en los estudiantes y se reconoce que la combinación de estos favorece el conjunto de valores, normas, creencias y actitudes conducentes al equilibrio personal y a la reafirmación profesional como esencia del enfoque profesional en este nivel. Este se relaciona con la apropiación de conocimientos adquiridos a partir de la comprensión y explicación de los fenómenos y los procesos de la profesión y las experiencias

vivenciales que acumula en el proceso formativo, así como su revelación a través de manifestaciones valorativas y conductuales.

3. Habilidades profesionales que contribuyan a la interpretación y modelación de problemas prácticos profesionales como actividad matemática de esta formación

El subcomponente o tercer elemento que integra el primer componente del modelo, las **habilidades profesionales**, está conformado por el conjunto de habilidades que se deben desarrollar en los estudiantes que cursan las carreras de ingeniería, y, que les son necesarias para la solución de problemas profesionales. Estas contribuyen al aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, por lo que el profesor debe profundizar en el conocimiento del modelo del profesional, a partir de la autopreparación y el intercambio con otros profesores del año académico.

En estas habilidades se materializa la vinculación del estudio con el trabajo, como principio pedagógico de las carreras universitarias. En esencia, significa que desde la disciplina Matemática Superior se debe contribuir al desarrollo de habilidades profesionales ingenieriles para asegurar la formación de un ingeniero que responda a las necesidades y exigencias sociales. Por lo que se privilegia el enfoque profesional en la formación de estos profesionales y el enfoque psicológico en la apropiación de los procesamientos y habilidades asociados a los conceptos y definiciones de la Matemática Superior.

La conformación de las habilidades profesionales que contribuyan a la interpretación y modelación de problemas prácticos profesionales como actividad matemática de esta formación, parte de reconocer la combinación entre las habilidades matemáticas, imprescindibles para el cumplimiento de los objetivos del programa de la disciplina y sus asignaturas; y, las habilidades profesionales derivadas de los problemas profesionales que se reconocen en los diferentes modelos de formación de las carreras de ingeniería.

En este sentido, las habilidades matemáticas, son reconocidas por muchos autores, como refiere Ferrer, (2000) y son entendidas y asumidas en este trabajo como “la construcción y dominio, por el estudiante, del modo de actuar inherente a una determinada actividad matemática, que le permite buscar o utilizar

conceptos, propiedades, relaciones, procedimientos matemáticos, emplear estrategias de trabajo, realizar razonamientos, emitir juicios y resolver problemas matemáticos” (p.52).

Significa que ellas expresan, no sólo la preparación del estudiante para aplicar acciones inherentes a una actividad matemática, sino que comprenden la necesidad de buscar, explicar, describir, realizar, percibir y formalizar mediante estas acciones y sus resultados, por lo que comprenden el proceso de construcción y el resultado del dominio de la actividad matemática, en cuestión que solucionan.

Al asumir la clasificación de habilidades matemáticas de Ferrer (2000) según el tipo de actividad matemática que se desarrolla, se precisan las siguientes a lograr en el trabajo con los conceptos y sus definiciones, para la Matemática Superior:

1. Habilidades matemáticas referidas a la formación y utilización de conceptos y propiedades.
2. Habilidades matemáticas referidas a la elaboración y utilización de procedimientos algorítmicos a partir de algoritmos conocidos.
3. Habilidades matemáticas referidas a la utilización de procedimientos heurísticos.
4. Habilidades matemáticas referidas al análisis y solución de situaciones problémicas de carácter intra y extramatemáticas

Por la naturaleza holística de la actividad matemática que se desarrolla en estas asignaturas en estas carreras se reconoce como otra habilidad matemática imprescindible:

5. Habilidad para resolver problemas matemáticos.

Con la característica de que este problema matemático, se conforma como una situación problémica del contexto laboral (lenguaje extramatemático) y su solución deviene en modelación desde el contenido matemático (conceptos y sus definiciones) para interpretar situaciones reales profesionales.

Por otra parte las habilidades profesionales asociadas a la suma de conocimientos y habilidades clave para desempeñar correctamente una actividad en el trabajo, en el caso específico que ocupa el estudio, asociadas a las diversas especialidades de las carreras de ingeniería, constituyen retos a partir del modelo del

profesional y la precisión de sus problemas profesionales. De manera muy sutil existen habilidades universales o transversales que se deben potenciar desde el proceso formativo de estos profesionales que al integrarse favorecen el futuro desempeño.

Entre las más reconocidas están: creatividad, iniciativa y aprendizaje activo, seguimiento y control tecnológico, liderazgo, sentido crítico, flexibilidad, empatía e inteligencia emocional, pensamiento analítico y capacidad de persuasión. Aspectos muy relacionados con las destrezas o competencias profesionales del mundo laboral para el cual desde todas las asignaturas el colectivo pedagógico debe potenciar su formación en los estudiantes.

La combinación atendiendo al contenido de las asignaturas, el diagnóstico del estudiante y la estrategia de año académico, permite al colectivo pedagógico tomar decisiones sobre cuáles habilidades priorizar en etapas o período del año académico. Lo trascendente en el desarrollo de las habilidades profesionales que contribuyan a la interpretación y modelación de problemas prácticos profesionales como actividad matemática de esta formación es que ellas se van conformando según las intenciones del proyecto educativo, por lo que en ellas se singularizan el enfoque profesional y la atención a la diversidad.

El análisis de este primer componente, **contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería**, permite realizar las siguientes reflexiones, dentro del sistema que conforma, el conocimiento conceptual ocupa la posición rectora pues, orienta e informa lo que es objeto de aprehensión y qué posibles procedimientos se pueden utilizar al reconocer el nivel de abstracción del concepto y sus representaciones y variaciones. Asimismo la aplicación que tienen los conceptos en la solución de problemas prácticos ingenieriles.

Este componente, establece relaciones de complementación y subordinación entre el conocimiento conceptual (el saber), conocimiento procedimental (saber hacer) y las habilidades profesionales (aplicar) para establecer **el nivel cognoscitivo conceptual** como cualidad. El que es entendido como la cualidad de los conocimientos y las habilidades que favorecen el desarrollo cognitivo que se logra al integrar los

procedimientos intelectuales y las actitudes que emanan de estos procesos en los estudiantes de las carreras de ingeniería para desde su apropiación, aplicarlo a la interpretación y solución de problemas prácticos profesionales y así según sus resultados, reorientar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos.

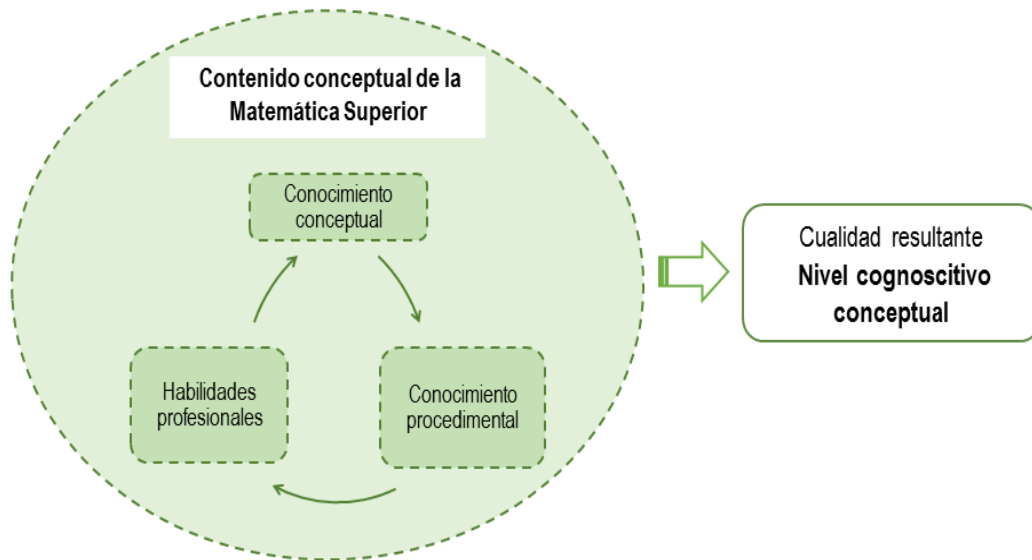


Figura 3. Representación gráfica de la dinámica de los tres elementos del componente contenido conceptual. (Elaboración del autor)

El segundo componente del modelo es el **entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería**, el cual abarca los espacios de enseñanza-aprendizaje físico y virtual, creados, para desarrollar las interacciones profesor-estudiante-sistema conceptual mediado por recursos informáticos y telemáticos, que parte de la comprensión de la capacidad y la variedad de estos medios para modificar los métodos y procedimientos didácticos, así como las formas de organización del trabajo docente.

La función del componente **entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería** es la articulación de las potencialidades de la docencia presencial con la virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones. Para ello se orientan y solucionan tareas docentes desde y hacia el otro espacio, se establece

la interactividad y la comunicación, se posibilita la evaluación del proceso y la ubicuidad en la enseñanza y el aprendizaje.

La articulación de estos espacios de enseñanza-aprendizaje se concreta en las formas de organización del trabajo docente y significa aprovechar lo esencial del contacto presencial profesor-estudiante y estudiante-estudiante, con lo esencial de la virtualidad, que es la eliminación de barreras temporales y espaciales en un ámbito común y a partir de allí enriquecer la actividad cognoscitiva con los procedimientos de exploración, visualización, experimentación y comunicación con diferentes recursos informáticos y telemáticos y estrategias didácticas.

En este componente se concreta, una idea rectora de la Educación Superior cubana, la unidad entre la educación y la instrucción, es decir, la educación a través de la instrucción donde en la medida que el estudiante en formación de ingenierías desarrolla las actividades cognoscitivas concebidas por el profesor, por él y por sus compañeros de curso, elabora y socializa el sistema conceptual de la Matemática Superior e incorpora los procedimientos de exploración, experimentación, como recursos de aprendizaje en la solución de problemas prácticos profesionales. Los subcomponentes que integran este componente son:

1. Contextos de apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería.
2. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la formación y aplicación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería.
3. Formas de organización del trabajo docente de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería.

A continuación se argumentan cada uno de ellos.

- 1. Contextos de apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería**

En este particular, el componente abarca los escenarios en los cuales ocurre la formación inicial de los ingenieros. La comunidad universitaria y el sistema empresarial de la provincia con énfasis en las entidades

eslabones de base y las categorizadas como unidades docentes, los que constituyen los espacios en los que ocurre dicha formación. Ambos se manifiestan en espacios físicos y virtuales, así como en su interacción y complementación.

Las singularidades de los contextos introducen elementos diferenciadores que se deben reflejar explícitamente en la formación de pregrado de los ingenieros y por tanto concretarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las disciplinas que conforman las carreras. Por tanto, mejorar constantemente los contextos donde se forman los estudiantes centrándose en sus necesidades, motivaciones y potencialidades garantiza su protagonismo en la gestión de los nuevos aprendizajes. Por esta razón, deben tenerse en cuenta el desarrollo real y potencial de los estudiantes, condicionados también por su entorno familiar y por su experiencia previa en los centros de enseñanza.

Por otra parte, la práctica pre profesional que desarrollan los estudiantes en el sistema empresarial es una fuente esencial de problemas prácticos profesionales los que se deben utilizar, por el profesor, como elementos motivadores en la gestión del conocimiento durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior. Estas problemáticas, contribuyen a la significatividad del nuevo aprendizaje.

Desde esta perspectiva se establece la relación entre el trabajo en el aula universitaria y en los talleres, industrias, empresas como unidades docentes, en las cuales el profesor universitario y el profesor/tutor de la empresa dirigen el proceso de apropiación de los conceptos matemáticos desde la modelación de problemas prácticos problemas que enriquecen la docencia por una parte y actualizan la práctica por el otro. En este particular la actualización sobre el desarrollo científico técnico de las especialidades en las que se forman los estudiantes es un reto constante del profesor universitario y, por otra parte, la actualización sobre la profesionalización pedagógica de los profesores/tutores es una exigencia del claustro universitario.

2. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la formación y aplicación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería

Este elemento del segundo componente del modelo, comprende al conjunto de recursos informáticos y telemáticos que permiten la gestión, adquisición, almacenamiento, tratamiento, registro, difusión y transferencia de la comunicación y la información (texto, imagen, sonido, entre otros) a través de dispositivos electrónicos (ordenadores, celulares, tabletas electrónicas). Estos son medios de enseñanza-aprendizaje que apoyan la actividad de profesores y estudiantes en función del cumplimiento de los objetivos.

Su accionar se concreta en su mediación instrumental durante el diseño, ejecución y control de las tareas docentes, lo que le aporta al proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior una perspectiva de experimentación, exploración, variación e interactividad. Estas características fortalecen la motivación y el protagonismo de los estudiantes, en la gestión de su propio conocimiento, y contribuyen al desarrollo de un pensamiento visual y variacional propios de los ingenieros.

En este subcomponente se sitúa al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema conceptual. Es el protagonista y al cual van dirigidas las tareas docentes en el entorno de enseñanza-aprendizaje al ser responsable de gestionar su conocimiento. Priorizando el trabajo colaborativo, es decir, la interacción con los demás sujetos, para lo cual el profesor debe orientarlos y motivarlos para elaborar y socializar los resultados de su aprendizaje. El cual debe ser consecuencia de la calidad de las interacciones tanto presenciales como virtuales entre estudiantes-estudiantes, estudiantes-comunidad y estudiantes-profesores. Para ello debe propiciar niveles de cooperación e interactividad comunicativa, cuya esencia es la elaboración social del conocimiento.

Asimismo, las TIC presentes en los dos espacios de enseñanza-aprendizaje son las que posibilitan su articulación en la formación y asimilación del sistema conceptual e impactan y transforman el tratamiento didáctico de los conceptos y las formas de organización de trabajo docente al favorecer las interacciones y la retroalimentación entre los sujetos participantes

3. Formas de organización del trabajo docente de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería

En este particular, se reconoce el papel de la estructuración de la actividad del profesor y los estudiantes, con el propósito de lograr un mayor nivel de asimilación de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, en las carreras de ingeniería. Para ello, se deben combinar las acciones de los profesores, estudiantes y el grupo en los espacios físicos y virtuales con la utilización de recursos informáticos y telemáticos y los medios tradicionales mediante la interactividad y la comunicación (sincrónica y asincrónica), para la gestión del conocimiento conceptual de dicha disciplina.

En consonancia con estas ideas, en la concreción de las formas de organización mixtas, el profesor debe utilizar en su diseño, ejecución y control recursos como: el software matemático, el paquete de ofimática, Moodle y sus recursos (foros, chats, encuestas, tarea, entre otros), videos, correo electrónico, redes digitales combinados con las clases presenciales. De esta manera, la forma de organización posibilita ampliar el alcance del proceso de enseñanza-aprendizaje tanto en su dimensión espacial como temporal, cuestión que se debe connotar en el desarrollo del Plan de Estudio E donde el tiempo de la docencia presencial es reducido.

Para la articulación de lo presencial y lo virtual en la formación e internalización de los conceptos, el profesor diseña tareas docentes mediadas por las TIC, las que se orientan en un espacio y pueden ejecutarse en el otro o en su combinación. El control de su ejecución se puede realizar mediante foro creado al respecto; y los resultados en la presencialidad por el tipo de evaluación que el profesor considere.

Por otra parte, se debe connotar la aproximación al conocimiento matemático mediante la variación de parámetros que permita introducir modificaciones y observar los cambios que se producen considerando las distintas formas de representación de los conceptos, así como su clasificación. Esto posibilita la búsqueda de patrones a través del análisis, síntesis, comparación y generalización. Lo que permite, al estudiante, a partir de observar el comportamiento de los objetos, relaciones y operaciones matemáticas la realización de conjeturas. Estas pueden ser socializadas por el chat del Moodle, el correo electrónico de la institución, el grupo *WhatsApp* de la asignatura o un foro.

Asimismo, con las TIC se puede concretar el diseño de formas de organización híbridas, en las cuales, mediante el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción y la generalización como modos lógicos básicos se propicie el tránsito de lo concreto a lo abstracto y viceversa. En esta estructuración de la docencia, se favorece la motivación; una mejor comprensión y asimilación de conceptos; y el desarrollo del trabajo grupal y colaborativo. Elementos que inciden en el protagonismo de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento.

En esencia, la articulación de los espacios tiene que ver entonces con aprovechar lo esencial del contacto cara a cara, con lo básico de la virtualidad, que es la ampliación del espacio y del tiempo en un ámbito común y a partir de allí enriquecer la práctica con diferentes recursos y estrategias. Asimismo, en el entorno de enseñanza-aprendizaje se logra una complementación entre lo presencial y lo virtual. Las TIC están presentes en los dos espacios de enseñanza-aprendizaje y son las que posibilitan su articulación en la formación y asimilación del sistema conceptual e impactan y transforman el tratamiento didáctico de los conceptos y las formas de organización de trabajo docente al favorecer las interacciones y la retroalimentación entre los sujetos participantes, todo lo cual permite reconocer como cualidad de este componente **la dinamización de la aprehensión conceptual**.

La que se entiende como la internalización de los conceptos y sus definiciones con sus procedimientos asociados a la modelación de problemas profesionales prácticos ingenieriles desde la combinación de las formas de organizar los espacios formativos encaminados al desarrollo de destrezas para estimular una práctica laboral exitosa en combinación con la investigación, desde la acción, relación o influencias entre los sujetos participantes y el sistema conceptual de la Matemática Superior mediado por las TIC donde se connote, en la gestión del nuevo conocimiento.

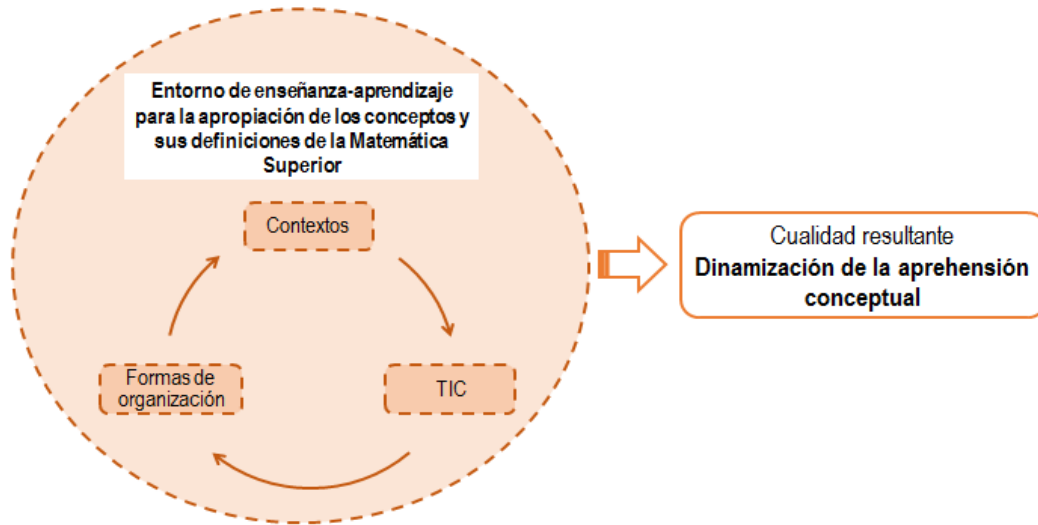


Figura 4. Representación gráfica de la estructura interna del entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos. (Elaboración del autor)

La dialéctica entre los dos componentes del modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería tienen en común que representan los procesos que ocurren en la actividad cognoscitiva de los sujetos, los cuales se encuentran mediados por factores externos sobre los que se puede actuar de manera directa para propiciar su transformación y que conduzca a la asimilación de los conceptos por parte de los estudiantes.

Las relaciones que ocurren entre los componentes y subcomponentes son producto de la propia estructura de este modelo, que son consecuencias de interacciones internas propias, en lo cual se manifiesta su unidad.

De esta interrelación surge la cualidad **la significatividad interactiva conceptual**.

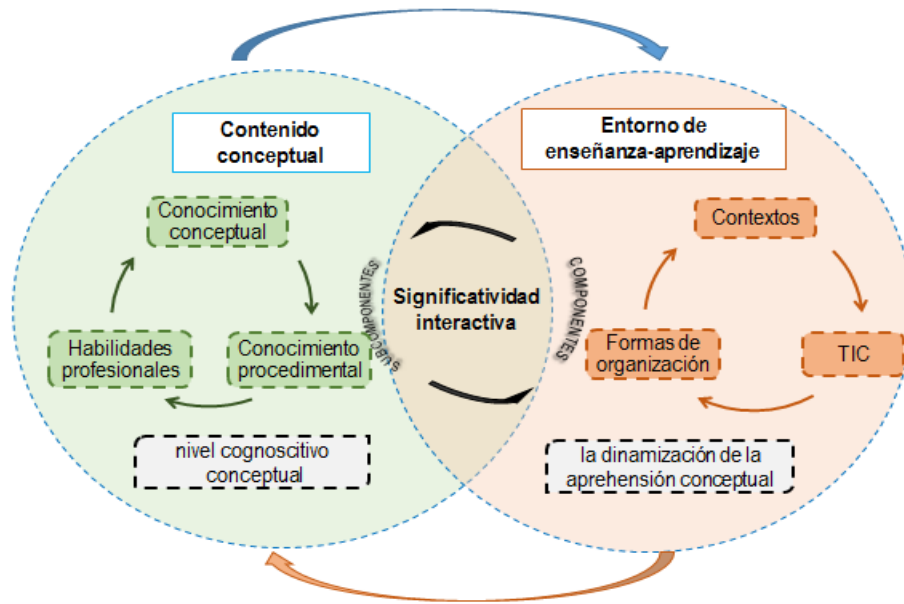


Figura 5. Representación gráfica del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería. (Elaboración del autor)

La **significatividad interactiva conceptual** se considera como la integración armónica de los factores cognitivos, afectivos y volitivos que intervienen en el aprendizaje y tiene lugar cuando se genera, en el estudiante que cursa la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, la necesidad y el deseo de aprender, las relaciones significativas entre lo conocido y lo por conocer y aplica en la interpretación y modelación de problemas profesionales prácticos ingenieriles, el sistema conceptual de dicha disciplina, con lo que se estimula la autogestión del conocimiento en las constantes transformaciones científicas y técnicas que ocurren en sus especialidades en particular y en la sociedad en general.

Para llevar a la práctica el sistema de relaciones esenciales y la regularidad del modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, se requiere de la elaboración y aplicación de una estrategia didáctica para orientar a los profesores para tal fin. A continuación se expone.

2.3 Estrategia didáctica para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

La estrategia que se propone va dirigida a los profesores que imparten la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería, con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema conceptual de dicha disciplina y favorecer su asimilación por los estudiantes, con el fin de interpretar y elaborar modelos de problemáticas ingenieriles. En el diseño y aplicación de la estrategia didáctica se asumieron los principios aportados por Coloma y Salazar (2012) de acompañamiento, de la responsabilidad compartida, de la capacitación permanente y del carácter proactivo.

Condiciones básicas para la implementación de la estrategia:

1. Capacitación a los profesores de Matemática Superior para las carreras de ingeniería, desde el punto de vista científico-metodológico, para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva de experimentación, exploración y el planteamiento de conjeturas.
2. Preparación y disposición de los profesores de Matemática Superior para las carreras de ingeniería en relación al uso de los recursos informáticos y telemáticos en el diseño, ejecución y control del proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. La evaluación de la asimilación conceptual (identificación, realización y aplicación) como la actividad valorativa de los sujetos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de manera que se organicen a través de ella, todos los componentes de éste, atendiendo a la diversidad, lo afectivo, lo comunicativo y lo cognitivo Báez (2018).
4. La evaluación de la estrategia como una función del sistema de dirección concebido desde la planificación y organización del proceso, que es el complemento lógico de la planificación, y sus características dependen y a la vez influyen en la organización Pérez (2018).

La estrategia consta de cuatro etapas (figura 6): diagnóstico de las condiciones previas, diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto, orientación y ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto y evaluación de la apropiación del concepto.

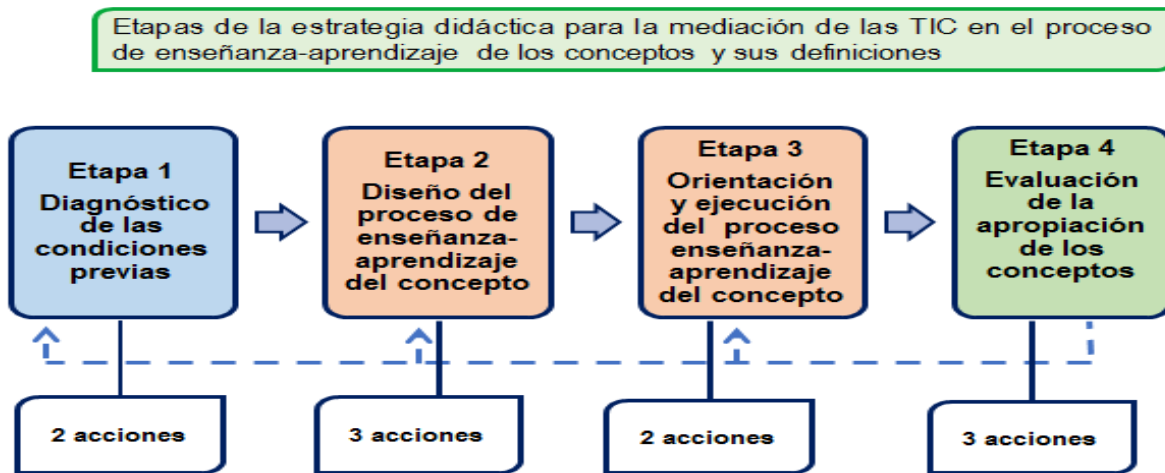


Figura 6. Representación gráfica de la estrategia didáctica para la mediación de las TIC en el proceso de los conceptos y sus definiciones. (Elaboración del autor)

A continuación, se explican cada una de las etapas constitutivas de la estrategia:

1. Diagnóstico de las condiciones previas. Funciones diagnóstica, motivadora y orientadora del componente: contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

Objetivo: determinar las condiciones en lo cognitivo, afectivo y lo tecnológico para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.

Acciones

- a) Identificar las condiciones previas en lo cognitivo, afectivo y lo tecnológico requeridas para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones.
- b) Determinar el dominio de los conocimientos matemáticos, las creencias acerca de cómo enseña y aprende la matemática y el desarrollo de las habilidades para el trabajo con los recursos informáticos y

telemáticos necesarios para el nuevo aprendizaje por parte de los estudiantes. Así como, la existencia de TIC en la institución y en poder de estudiantes y docentes.

Esto conduce a la determinación de los conocimientos y habilidades tanto matemáticas como informáticas necesarias para el nuevo aprendizaje. Lo que conlleva a la elaboración de instrumentos para el diagnóstico y determinar el estado de desarrollo real de los estudiantes, así como sus potencialidades de evolución en las esferas afectiva y cognitiva por lo que es necesario, también, incluir indicadores relacionados con la autovaloración referente a su disposición para proponerse estrategias de aprendizaje y obtener éxitos en sus objetivos y metas. Asimismo, se debe explorar las creencias de los estudiantes relacionado con el aprendizaje de la matemática. Se sugiere aplicar pruebas pedagógicas, observación participante y entrevista grupal.

Indicadores del diagnóstico:

- Nivel de conocimientos acerca de los conceptos y proposiciones, procedimientos algorítmicos y heurísticos necesarios para el nuevo aprendizaje.
- Habilidades para la búsqueda y el procesamiento de la información tanto con medios tradicionales como con los recursos informáticos y telemáticos.
- Relación afectiva con la matemática y su aprendizaje.

Se aconseja discutir individualmente con los estudiantes los resultados del diagnóstico para hacerlos conscientes de sus errores y aprovechar estos en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, mostrándoles a los alumnos cómo utilizar sus potencialidades de manera que les permitan superarse.

2. Diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto. Función prever el accionar de los estudiantes y profesores durante la ejecución de la actividad cognoscitiva del componente: contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

Objetivo: planificar las fases por las que debe transitar el concepto durante su enseñanza y aprendizaje.

Acciones:

a) Precisar los conceptos a trabajar y su clasificación (objeto, relación y operación), sus posibles representaciones y aplicaciones en la solución de problemas de su esfera de actuación profesional.

En esta acción, el profesor, precisa el nivel de abstracción del concepto a trabajar, su clasificación y posibles formas representación y la articulación entre estas. Estos elementos le ofrecen una valiosa información de la naturaleza del concepto, por tanto, ideas didácticas para su tratamiento.

b) Determinar los recursos informáticos y telemáticos a utilizar en el tratamiento didáctico del concepto.

Los elementos precisados en a) unidos a los recursos informáticos y telemáticos disponibles en la institución y los que posean los estudiantes le da la posibilidad al profesor de determinar cuáles utilizar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto. Es esencial que se seleccionen recursos que permitan la visualización, exploración, experimentación e interactividad entre los sujetos participantes. Asimismo, el profesor, debe incentivar la búsqueda de otros recursos y de fuentes de conocimiento por los estudiantes según sus posibilidades y nivel de preparación para la gestión del nuevo conocimiento.

c) Diseñar las tareas docentes mediadas por las TIC para garantizar la preparación previa, la formación y la asimilación del concepto.

El diseño de las tareas docentes se basa en el estado real de los estudiantes, los objetivos del modelo del profesional, del programa de la disciplina y de la asignatura, así como los recursos informáticos y telemáticos a utilizar. Deben ser variadas, suficientes y diferenciadas.

En el contexto de la investigación, las tareas docentes mediadas por las TIC se consideran como las actividades educativas diseñadas y orientadas por el profesor para motivar la actividad cognoscitiva del estudiante mediante la experimentación, visualización, exploración y la interactividad con el uso de recursos informáticos y telemáticos, con el propósito de la conceptualización de objetos, relaciones y operaciones matemáticas.

Su estructura, según este trabajo, sigue la siguiente lógica: título, introducción, objetivo, situación de aprendizaje y precisiones generales. El título debe ser motivador y preciso, lo que significa que en pocas

palabras debe captar la atención de los estudiantes. La introducción debe proporcionar la información necesaria acerca de la actividad a realizar, motivar y orientar hacia los objetivos de la tarea. Se deben orientar, además, las formas de organización: individual, por parejas, por equipos de tres o cuatro alumnos. Deben de estar implícitos los recursos de información necesarios, los materiales u otras fuentes bibliográficas a su alcance para solucionar cada actividad y el cómo se realizará dicho proceso.

Es significativo establecer actividades compartidas que faciliten la cooperación, el intercambio de juicios, esfuerzo intelectual, la ayuda bilateral y la solidaridad. Se precisará el tiempo de ejecución de la tarea pues esto constituye un elemento vital para el cumplimiento de la misma. En el objetivo, el profesor, debe precisar con claridad para qué se orienta la ejecución de la tarea docente. Este posibilitará, en cada momento de la actividad, estar consciente de lo que se aspira lograr.

En la formulación de la situación de aprendizaje, se orientarán acciones y operaciones a ejecutar por los estudiantes (graficar, calcular, variar un parámetro y observar el comportamiento de otro, conjeturar a partir de lo observado, entre otras) utilizando las TIC para que, mediante la visualización, la experimentación y la exploración realicen conjeturas y arriben a conclusiones.

Estas tareas docentes deben estar diseñadas de acuerdo con los objetivos previstos, el diagnóstico realizado a cada estudiantes, la base orientadora necesaria y se tendrá presente en la asignación de las actividades la adecuación de la complejidad de las mismas, así como la clasificación de las actividades de acuerdo con los tres niveles fundamentales de asimilación: reproducción, aplicación y creación. En las precisiones generales, se estipula: tipo de clase en la que puede ser utilizada, y se les ofrece a los profesores algunas pautas que pueden tener en cuenta en la ejecución de la tarea en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el Anexo 7 se muestran ejemplos de tareas docentes.

3. Orientación y ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto. Función educativa a través de la instrucción de la integración de los componentes: contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería y el entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de

conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería. Objetivo: ejecutar las actividades cognoscitivas por las que transitará el concepto durante su enseñanza-aprendizaje.

Acciones:

a) Orientar las tareas docentes diseñadas en la etapa 2.

En la orientación se debe precisar el objetivo de la realización de cada tarea. Asimismo, establecer, ¿a qué etapa del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto corresponde? Es importante concertar qué recursos informáticos y telemáticos se pueden utilizar para su realización y si la solución se realizará individual o en grupos de trabajo.

b) Ejecutar las tareas docentes las que transitan por la preparación previa, la formación y la asimilación del concepto.

En la solución de las tareas el docente se debe concebir, a partir del diagnóstico, los niveles de ayuda que se le ofrecerá a los estudiantes según su desarrollo cognitivo y debe reforzar la estimulación para garantizar una implicación consciente en la gestión del conocimiento. Para ello es importante la estimulación a la interacción y colaboración entre los sujetos que participan en el proceso.

4. Evaluación de la apropiación del concepto. Funciones de control, instructiva y educativa de la integración de los componentes contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería y entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería.

Objetivo: valorar la marcha de la aplicación de la estrategia en cada una de las etapas, así como los resultados obtenidos en la asimilación del concepto para realizar las adecuaciones necesarias a su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Acciones:

a) Valoración de la actividad de los estudiantes y sus resultados, en relación con la elaboración y asimilación del sistema conceptual de la disciplina Matemática Superior.

La evaluación posibilita constatar los cambios que ocurren en el aprendizaje de los estudiantes y en la incorporación de estrategias metacognitivas. Para ello el profesor a partir de los criterios valorativos determinados y la solución de las tareas docentes evaluativas diseñadas, analiza el proceso y los resultados de la actividad cognoscitiva y emite juicios de valor combinando lo cualitativo con lo cuantitativo que le permite la corrección de las distorsiones que puedan ocurrir en el proceso para garantizar los resultados deseados.

b) Recopilación de evidencias.

La recopilación de evidencias se refiere a la determinación de datos que permitan determinar el estado de desarrollo del proceso en un momento dado a través de diversos métodos, técnicas e instrumentos acordes a la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y sus definiciones. Su función radica en recopilar los datos en las fuentes de información (personas, documentos o actividades) que sirven de base a los razonamientos a realizar en la valoración.

En esta acción, en su planificación, se deben precisar los criterios valorativos que garantizan la emisión de juicios de valor, así como los métodos, técnicas e instrumentos que posibilitarán la recogida de la información.

Esto significa que se le deben orientar a los estudiantes tareas docentes referentes a:

- Comprobar si un objeto o una situación representa o no un concepto, utilizando el sistema de características esenciales del concepto.
- Considerar o construir ejemplos y contra ejemplos.
- Señalar casos límites y casos especiales.
- Buscar otras formulaciones o apreciar otras formulaciones para la definición de un concepto. Formular la negación de la definición.
- Subordinar el concepto en un sistema de conceptos conocidos, destacando relaciones entre ellos (concepto superior, subconcepto, concepto colateral).

- Derivar consecuencias de la definición.
- Interpretar modelos de problemas ingenieriles.
- Elaborar modelos sencillos de procesos de su esfera de actuación profesional.

Asimismo, es importante tener en cuenta criterios para la valoración de elementos de la esfera afectiva para garantizar en todo momento del proceso de enseñanza-aprendizaje la unidad de lo afectivo con lo cognitivo.

También, se debe erradicar, en la práctica, la obtención de evidencias con instrumentos estandarizados y cifras que se obtienen en asignar valores numéricos a las tareas docentes evaluativas y establecer una nota mediante la adición.

c) Procesar y analizar la información.

El procesamiento y análisis de la información consiste en relacionar, procesar e interpretar las evidencias sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior. Su función estriba en conocer el estado actual que presentan los diferentes aspectos que se valoran. Para ello es esencial la triangulación de los resultados obtenidos por los diferentes instrumentos aplicados para poder caracterizar el estado real del aprendizaje, haciendo énfasis, en el nivel de logro de cada estudiante como elemento motivador del aprendizaje.

d) Valorar el proceso y los resultados

La valoración del proceso y los resultados de consiste en la comparación entre el nivel de asimilación conceptual deseado (objetivo) y la caracterización del estado real logrado, que se constató en el procesamiento y análisis de la información obtenida a partir de la recopilación de evidencias, y constituye un elemento central de toda acción evaluativa y se expresa en una categoría que sintetiza cualitativamente el estado de los aspectos que son el contenido de la evaluación. Asimismo, es importante indagar en las causas de las distorsiones que puedan determinarse en las distintas etapas de la estrategia para diseñar acciones de mejora continua.

Conclusiones del capítulo 2

El modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería, es un constructo teórico que fundamenta una didáctica para la formación y asimilación del sistema conceptual de dicha disciplina, que integra su didáctica con las características epistemológicas de los objetos, relaciones y operaciones matemáticas.

La integración sistémica de sus componentes revela cualidades que no resultan de sus componentes por separado, de cuya sinergia resulta la significatividad interactiva conceptual, esta integración sienta las bases teóricas para la formación y asimilación conceptual de los estudiantes.

La estrategia didáctica como vía para la instrumentación del modelo, se desarrolla a través de las etapas de diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación en las que se definen objetivos y acciones a seguir. La estrategia debe posibilitar la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, contribuyendo a la asimilación del sistema conceptual de la disciplina por los estudiantes de ingeniería en su formación de pregrado.

El uso de los recursos informáticos y telemáticos se incorporan en el modelo y la estrategia como mediadores instrumentales en la enseñanza y el aprendizaje que impactan los métodos, las formas organizativas de trabajo docente y la evaluación, así como las interacciones sociales en la elaboración y socialización del sistema conceptual de la disciplina Matemática Superior.

CAPÍTULO 3. CORROBORACIÓN Y VALORACIÓN CIENTÍFICA DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS

INVESTIGATIVOS

Capítulo 3. Corroboración y valoración científica de los principales resultados investigativos

En el capítulo se explican los resultados obtenidos en la estrategia de validación de los aportes teórico y práctico de la investigación. En la consecución de este propósito se sigue una lógica que incluyen varios métodos y técnicas empíricas. Entre los más significativos el taller de socialización con especialistas y el criterio de expertos los que respaldan con sus avales la pertinencia y factibilidad de la propuesta que se ofrece. Asimismo, por último, se muestra la corroboración de la aplicación de la estrategia didáctica en el primer año de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín mediante la realización de un cuasi-experimento.

3.1 Estrategia metodológica empleada para la valoración científica de los principales resultados de la investigación

De acuerdo con lo previsto en el diseño de investigación, en función de comprobar la hipótesis científica que le sirve de guía, se considera necesario valorar la pertinencia del modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería y de la Estrategia didáctica para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, que permite su concreción en la formación de pregrado de ingenieros, así como la factibilidad y aplicabilidad de la última de estas contribuciones. El proceso desarrollado permite precisar un juicio valorativo favorable acerca de los aportes realizados. La valoración de la pertinencia de ambas contribuciones se realiza mediante la utilización de métodos empíricos basados en la obtención de consenso subjetivo: taller de socialización con especialistas y criterio de expertos. Así como, la valoración de la factibilidad y aplicabilidad de la estrategia didáctica mediante su aplicación parcial por medio de un cuasi-experimento.

Se asume la pertinencia del modelo didáctico como la cualidad que expresa su adecuación para explicar, de forma acertada y precisa, desde una perspectiva teórica y procedimental, la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior durante

la formación de pregrado de los ingenieros, a partir de la coherencia de su estructura, la consistencia del contenido de sus componentes y la suficiencia con que revela las características de un sistema.

En consecuencia, con la definición anterior, para su valoración, se tienen en cuenta los siguientes indicadores:

- Correspondencia del modelo didáctico a las particularidades de este tipo de resultado científico y al propósito con que fue diseñado. Los criterios con que se operacionaliza este indicador son: grado de adecuación con que el modelo propuesto, se ajusta a las características de este tipo de resultado científico, y al modo en que explica el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior mediado por las TIC.
- Coherencia de la estructura del modelo didáctico. En La operacionalización de este indicador se consideran como criterios la adecuación de la estructuración general del modelo en componentes y de las denominaciones dadas a estos.
- Consistencia del contenido de sus componentes. La precisión de las funciones de los componentes y la explicación de su contenido esencial son los criterios que se consideran en la operacionalización de este indicador.
- Suficiencia con que el modelo didáctico revela las características del enfoque sistémico, estructural, funcional. Los criterios de este indicador están referidos al modo en que están expresadas las relaciones entre los componentes y a la identificación y definición de la cualidad resultante de la funcionalidad de los componentes de cada componente y del modelo en general.

En el caso de la estrategia didáctica propuesta, la pertinencia se asocia a la precisión lograda en su diseño que le permite concretar el modelo didáctico que le sirve de sustento teórico-metodológico, al poseer una estructura general adecuada, una identificación y formulación apropiada de sus objetivos, y una determinación suficiente de las etapas y las acciones que la conforman.

Los indicadores utilizados para evaluar el comportamiento de la pertinencia de la estrategia didáctica fueron:

- Correspondencia de la estrategia didáctica con el modelo que la sustenta.
- Estructuración general de la estrategia didáctica.
- Definición conceptual de la estrategia didáctica.
- Adecuación de los objetivos específicos de la estrategia didáctica. Los criterios que operacionalizaron este indicador se refieren a la suficiencia y a la precisión de la intencionalidad de los objetivos de la estrategia didáctica para concretar su propósito general.
- Suficiencia de las etapas y las acciones de la estrategia didáctica. El grado de suficiencia que tienen las etapas de la estrategia didáctica para precisar los ámbitos que debe abarcar y el de sus acciones para hacer viable el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones, fueron los criterios que se consideraron en la operacionalización de este indicador.
- Adecuación de las acciones y las etapas de la estrategia curricular para viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones. Los criterios de este indicador se refieren a la adecuación de cada una de las etapas y las acciones que las concretan para viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones.

La valoración de la factibilidad de la estrategia didáctica se realiza mediante su aplicación parcial en el curso 2019-2020 en la carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad de Holguín, proceso que incluye la realización de un cuasi-experimento con los estudiantes de primer año al cursar la asignatura Matemática I. En consonancia con la intencionalidad de esta investigación, la factibilidad de la estrategia didáctica para proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior mediado por las TIC se entiende como la cualidad que expresa sus posibilidades para ser aplicada durante el desarrollo de los programas de las asignaturas que componen la disciplina Matemática Superior en la formación de pregrado de ingenieros y los niveles de logro alcanzados por los estudiantes, en la asimilación

de los conceptos y de la incorporación de procedimientos para el aprendizaje, a consecuencia de dicha aplicación.

Para la valoración de la factibilidad, mediante su aplicación parcial, se consideraron los indicadores siguientes: a) satisfacción de estudiantes y profesores con la implementación de la estrategia didáctica, b) viabilidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior para la implementación de la estrategia didáctica, c) posibilidades que ofrece el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior, en general y de los conceptos y sus definiciones en particular para dinamizarlos con la mediación de las TIC, d) preparación metodológica de los profesores de Matemática Superior en relación con el tratamiento didáctico de los conceptos y sus definiciones, e) la incorporación de los procedimientos de experimentación, exploración, variación, visualización y colaboración como recursos de enseñanza-aprendizaje por estudiantes y profesores y, f) los niveles asimilación (identificación, realización y aplicación) logrado por los estudiantes del sistema conceptual de la disciplina Matemática Superior.

3.2 Valoración de la factibilidad y pertinencia científico-metodológica de los principales resultados de la investigación, a partir de un taller de socialización con especialistas y el criterio de expertos

En este epígrafe se explica el procedimiento seguido para la valoración de la pertinencia de ambas contribuciones de la investigación por medio de un taller de socialización con especialistas y el criterio de expertos, así como los resultados obtenidos con su aplicación, que permitieron avalar la cualidad valorada y orientaron en relación con los ajustes que se debían realizar a las propuestas.

Previo a la aplicación del criterio de expertos se efectúa un taller de socialización con especialistas (Anexo 8-A), considerado “como el proceso científico presencial e interactivo en el que, mediante la comunicación epistémica entre el investigador y los especialistas seleccionados, se logra el perfeccionamiento de la investigación, por medio del intercambio eficiente de valoraciones científicas”. (Matos y Cruz, 2012, p. 13).

Los criterios establecidos para la selección de los especialistas fueron: a) experiencia docente en la Educación Superior; b) experiencia metodológica e investigativa en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática Superior de las carreras de ingeniería; c) categoría docente y; d) grado científico o académico.

En el taller participaron 27 profesores del Departamento de Matemática de la Universidad de Holguín, a los que se les envió previamente, por correo electrónico, un informe de la investigación contentivo de los principales aportes teóricos y metodológicos, de modo que los especialistas pudiesen realizar un estudio exhaustivo de ellos, para garantizar la profundidad de las valoraciones a realizar.

El taller de socialización con especialistas se realizó en el mes de febrero del año 2020, en el Departamento de Matemática de la Universidad de Holguín. Los participantes fueron 27 profesores de Matemática que han trabajado con las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín. De ellos 4 son Profesores Titulares (14,8%), 18 Profesores Auxiliares (66,7 %) y 5 Asistentes (18,5 %). Así mismo, 5 de los participantes ostentan el grado científico de doctor (18,5 %) y 22 el título académico de máster (81,5 %). El promedio de años de experiencia docente en la educación superior es de 23 años.

En la realización del taller se expone la primera versión del modelo y la estrategia didáctica y se les solicita formaran cinco grupos de trabajo para su valoración, mediante los indicadores establecidos para cada caso, empleando las categorías: Muy adecuado (5); Bastante adecuado (4); Adecuado (3); Poco adecuado (2); No adecuado (1). Para la recogida de información de los criterios de cada especialista al finalizar la actividad se le aplicó una encuesta (anexo 8B).

Las opiniones ofrecidas por cada grupo de trabajo y de cada especialista, avalaron la novedad y pertinencia de las principales contribuciones de la investigación, en tanto la totalidad de los indicadores valorados se catalogaron como muy adecuados y bastante adecuados. Los criterios más significativos aportados por los especialistas fueron:

- La fundamentación teórica del modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior mediado por las TIC es suficiente.

- La estructuración del modelo y las relaciones que se establecen entre sus componentes explican el proceso y lo dotan de las cualidades que apuntan a las principales limitaciones que presentan. Asimismo, esta aportación explica globalmente el proceso modelado.
- La estrategia didáctica es coherente con el modelo didáctico propuesto y factible de aplicar; además, sus etapas y acciones tienen adecuada interrelación sistémica y permiten apreciar con claridad cómo concretarla en la actividad práctica.
- La estructuración de la estrategia didáctica promueve y estimula en el estudiante de ingeniería, la significatividad del tránsito de lo concreto a lo abstracto durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.
- Los aportes inciden en la formación integral de los estudiantes que cursan las carreras de ingeniería y en su desempeño, cualitativamente superior, incorporan procedimientos como la exploración, experimentación, visualización y variación en la formación y asimilación del sistema conceptual de la Matemática Superior.
- Se considera necesario continuar perfeccionando la estrategia didáctica para poder extender su utilización en otras situaciones típicas de la educación matemática universitaria.

En relación con la aplicación del método de criterio de expertos se consultaron trabajos de algunos autores precedentes (Baéz, 2018; Baéz Ureña, 2018; Almonte, 2018 e Iglesias, 2018) de los cuales se asumen, para su realización, los pasos siguientes: definición del objetivo de la consulta, selección de los expertos a partir de la determinación de su coeficiente de competencia (anexo 9-A), elaboración del cuestionario para los expertos al que se anexaron las propuestas (el modelo y la estrategia didáctica), aplicación del cuestionario para la consulta (anexo 9-C), procesamiento de los datos estadísticos y obtención de la información, elaboración de las conclusiones y ejecución de las modificaciones a las propuestas, a partir de la consulta.

En la selección de los expertos se tiene en cuenta como requisitos su experiencia profesional en relación con la formación matemática de los ingenieros: docencia en Matemática Superior y/o el desempeño de tareas metodológicas, así como su formación académica. Se aplicó un cuestionario (anexo 9-A), al que respondieron 22 de los 25 posibles expertos de la Universidades de Holguín (18), Las Tunas (2) y Granma (2) para determinar su coeficiente de competencia (k), que se obtiene de la aplicación de la fórmula: $K = \frac{(Kc+Ka)}{2}$, donde Kc es el coeficiente de conocimiento que tiene el posible experto sobre la temática que se aborda y Ka es el coeficiente de argumentación. Finalmente se seleccionan 20 que obtuvieron puntuaciones entre 0,8 y 1,0, que los acredita con un coeficiente de competencia alto.

Las características más relevantes de los 20 expertos seleccionados (anexo 9-B) se resumen en: el 75,0 % (15) ostenta el grado científico de doctor en ciencias, el 95,0 % (19) tienen el título académico de master, el 60 % (12) la categoría docente de profesor titular y el 40,0% (ocho) la de profesor auxiliar y cuentan con una experiencia docente promedio de 28,7 años. Para obtener sus opiniones sobre la pertinencia de ambas contribuciones de la investigación, el cuestionario incluye 35 criterios, para valorar el modelo y la estrategia didáctica, respectivamente, que reflejan los nueve indicadores precisados en la operacionalización. En función de la valoración, los expertos emplearon la escala siguiente: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) y no adecuado (NA). Asimismo, se les pidió que ofrecieran libremente otros criterios (anexo 9-C)

Para efectuar el análisis de las respuestas ofrecidas por los expertos se procesa estadísticamente los datos, a través del programa Delphosoft (González, 2001). El nivel de consenso entre ellos se comporta de la forma siguiente: de los 24 criterios relacionados con el modelo, 19 (79.17 %) se evalúan en la categoría de muy adecuado, al ubicarse los valores de N-Promedio por debajo del punto de corte (0.17) para esta categoría y siete (5) en la de bastante adecuado (criterios 2, 3, 4, 7 y 13) al ubicarse entre los puntos de corte 0,17 y 1.15 (anexo 9-D).

De acuerdo con los resultados derivados del criterio de expertos se puede colegir que el modelo teórico propuesto es pertinente, pues los cuatro (4) indicadores y los 24 criterios considerados fueron valorados como muy adecuados o bastante adecuados. Ello significa que:

- El modelo teórico se atiene a las características de este tipo de resultado científico y que el modo como explica el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior es muy adecuado. En este primer indicador los dos criterios considerados se evaluaron en la categoría muy adecuado.
- El modelo teórico es estructuralmente coherente y que las denominaciones dadas a sus componentes se consideran mayoritariamente bastante adecuado.
- El contenido de los componentes del modelo propuesto es consistente, en tanto la precisión de sus funciones se consideró bastante adecuado.
- El modelo revela suficientemente las características de un sistema, tanto en lo relacionado con el modo en que están explicadas las relaciones, como con la adecuación con que se identifica y define la cualidad resultante de los elementos de cada componente y del modelo en general.

Los expertos realizan un conjunto de sugerencias y recomendaciones, algunas de las cuales fueron asumidas y quedaron reflejadas en la versión final del modelo didáctico que se presenta, las que estuvieron relacionadas con:

1. Revisar la denominación de los componentes del modelo para que se asocien con mayor nitidez a su comprensión como un conjunto de ideas sistémicamente estructuradas.
2. Mejorar la redacción de las cualidades resultantes de cada componente y del modelo didáctico general.
3. Explicar con mayor claridad los elementos del primer componente Contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería.

En relación con la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, los resultados revelan que de los 11 criterios relacionados con este resultado, el 63.64 % (siete) resultan valorado en la categoría de muy adecuado y los restantes cuatro (36.36 %) como bastante adecuado; no obstante se analizaron los resultados de las valoraciones de los expertos en cada uno de los criterios que permite profundizar en las particularidades de cada uno a fin de mejorar la estrategia propuesta (anexo 9-E).

En correspondencia con los resultados derivados del criterio de expertos se puede concluir que la estrategia didáctica propuesta es pertinente, por cuanto la totalidad de los criterios valorados (11) por los expertos, relativos a los indicadores definidos, se apreciaron como muy adecuado y bastante adecuado. Ello significa que:

1. Entre la estrategia didáctica y el modelo que la sustenta existe un alto grado de correspondencia.
2. La estructuración general de la estrategia didáctica cumple con las características de este tipo de resultado.
3. La precisión del objetivo de la estrategia es adecuada.
4. Existe coherencia entre las etapas y acciones propuestas para el cumplimiento de la intención de cada etapa.
5. El grado de suficiencia que tienen en conjunto las etapas y acciones de la estrategia posibilitan el logro del objetivo.

Los expertos realizaron un conjunto de sugerencias y recomendaciones, algunas de las cuales fueron asumidas y quedan reflejadas en la versión final de la estrategia didáctica que se presenta, las que estuvieron relacionadas con:

1. Mejorar la redacción de los objetivos de cada etapa pues en ocasiones la intención explicitada se concreta limita el alcance de la estrategia.

2. La etapa tercera tal y como se nombra se centra en las tareas docentes y no en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. El investigador debe valorar las acciones de la última etapa para que la evaluación sea más específica a la problemática investigada pues su generalidad permite ser aplicadas a otros procesos.

A partir del alto nivel de consenso que se aprecia entre los expertos consultados con relación a la pertinencia del modelo y la estrategia didáctica se considera que no resultaba necesario efectuar nuevas rondas.

3.3 Valoración de la factibilidad de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería

Para valorar la efectividad de la estrategia didáctica, se desarrolla una intervención en la práctica mediante un cuasi experimento, con el objetivo de validar la hipótesis de la investigación la cual refiere que sí en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería se implementa una estrategia didáctica, fundamentada en un modelo didáctico, que posibilite la colaboración, exploración, experimentación y el descubrimiento con la mediación de las TIC, entonces se contribuirá a que los estudiantes mejoren el nivel de aprendizaje de los conceptos de la disciplina.

En consecuencia, con lo anterior, se considera como variable independiente: la estrategia didáctica para mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior. Como variable dependiente: los niveles de asimilación (identificación, realización y aplicación) del sistema conceptual de la disciplina Matemática Superior.

El cuasi experimento se desarrolla, durante la docencia del Tema 2: Límite y continuidad de funciones reales de una variable real, el cual corresponde al programa de la asignatura Matemática I en el primer año de la carrera Ingeniería Industrial durante el curso 2020, a través de las siguientes etapas:

- Primera etapa: Selección de la muestra y la determinación de los indicadores a valorar y los instrumentos que se aplicarán para la recogida de la información.

- Segunda. etapa: Aplicación de la estrategia didáctica.
- Tercera etapa: Se aplica una prueba de salida, para valorar los efectos de la aplicación de la estrategia didáctica en la muestra seleccionada.

Para apreciar el progreso de los estudiantes en la asimilación del sistema conceptual del tema seleccionado, se tiene en cuenta el proceso y los resultados de la resolución de las tareas docentes orientadas por el profesor las que responden a la intencionalidad de cada etapa del proceso. Lo que permite valorar el avance que alcanzan los alumnos con relación a la identificación, la realización y la aplicación de los conceptos, así como la incorporación de los procedimientos de visualización, exploración, experimentación y variación como recursos de aprendizaje.

Primera etapa

Para el desarrollo de la intervención en la práctica, se seleccionaron dos (2) grupos, con un muestreo intencional de grupos intactos y de manera aleatoria se determina cuál sería de control y cuál el del experimento. Los estudiantes seleccionados cursan el primer año del curso diurno de la carrera Ingeniería Industrial, en el curso 2019-2020, de la Universidad de Holguín. Los grupos tienen una matrícula de 26 estudiantes (Grupo 1.1) y 25 estudiantes (Grupo 1.3) para un total 51 estudiantes.

A la totalidad de estudiantes que conformaban ambos grupos se les aplica la prueba de entrada (anexo 10-A) con el objetivo de determinar el dominio de los conocimientos matemáticos y el desarrollo de las habilidades para el trabajo con los recursos informáticos y telemáticos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema conceptual del tema. También se exploran las creencias conformadas por los estudiantes en su historia estudiantil en relación con la Matemática y su aprendizaje.

Entre los resultados a destacar en la intervención en la práctica se encuentran:

- En general, los estudiantes, dominan algunas las características esenciales del concepto función, pero presentan dificultades en articular las distintas formas de representación.

- El 82.35 % (42) de los estudiantes mencionan cinco propiedades de la función.
- En cuanto a la relación afectiva con la Matemática se evidencia que: el 84.31% (43) la considera una ciencia difícil, el 76.47% (39) manifiesta que no le gusta y el 80.39% (41) que no es interesante. Asimismo, el 45.10% (23) plantea que le había dificultado obtener la carrera que quería.
- Relativo a las clases de Matemáticas, el 50.98 % (26) manifiesta que se aburren en ellas y el 90.20% (46) refiere que no habían usado las TIC para estudiar los nuevos conocimientos.
- Referente a los recursos informáticos y telemáticos que saben utilizar: el 100 % (51) sabe utilizar las computadoras personales y el teléfono celular y el 92.16 % (47) las redes sociales. También, es significativo que el 88.24% (45) refiera que utiliza el correo electrónico, sin embargo solo 19.61% (10) considera que domina trabajar con el paquete de ofimática y el 15.69% (8) con un software matemático.

Segunda etapa

En esta etapa se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos del tema 2 (Tabla 2) de la asignatura de Matemática I real, según se describe en la estrategia explicada en la presente investigación, en el grupo 1.3 de estudiantes de ingeniería de primer año de carrera Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín, del curso 2019-2020. En el anexo 10-B se muestra un fragmento del plan calendario de la asignatura Matemática I, donde se evidencia los contenidos, tipos de clases y recursos informáticos y telemáticos utilizados durante la intervención en la práctica.

Tabla 4. Principales conceptos que se estudian en el tema 2 de la asignatura Matemática I

Conceptos	Clasificación	Representaciones
Límite en un punto	Concepto de relación	Gráfica, numérica y simbólica
Límite lateral	Concepto de relación	Gráfica, numérica y simbólica
Límite al infinito	Concepto de relación	Gráfica, numérica y simbólica
Continuidad en un punto	Concepto de relación	Gráfica, numérica y simbólica
Continuidad en un intervalo	Concepto de relación	Gráfica, numérica y simbólica

Los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados fueron: según los niveles de asimilación (la exposición problémica y el heurístico) y según el tipo de comunicación y el grado de independencia de los estudiantes (la elaboración conjunta y el trabajo independiente individual y en equipo); en los medios de enseñanza-aprendizaje se incluyen y se potencia el uso de los recursos informáticos y telemáticos que posibilitan la visualización, exploración y experimentación como recursos de aprendizaje para realizar juicios, conjeturas y determinar los rasgos esenciales de los conceptos del tema, así como la interactividad, colaboración y comunicación sincrónica y asincrónica entre los sujetos que participan en el proceso.

El trabajo con la articulación entre las distintas formas de representación de los conceptos límite y continuidad, así como sus casos específicos, propiciaron que los estudiantes transitaran de lo concreto a lo abstracto donde las relaciones matemáticas se separaron de sus representaciones, con la mediación de las TIC, mediante el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción y la generalización.

En la ejecución de las principales acciones de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos del Tema 2 se concretan en tareas docentes mediadas por la TIC, en el anexo 7 se muestran las utilizadas para el caso concepto límite de una función.

Las tareas docentes se solucionan a partir de las condiciones cognoscitivas, afectivas y motivacionales de los estudiantes y la lógica de la aprehensión de los conceptos; de manera que se propicie la construcción social y la comprensión de los significados de las relaciones matemáticas que se evidenciaron mediante los procedimientos de visualización, exploración y experimentación. Lo que favorece la determinación de los rasgos esenciales de los conceptos límite y continuidad y el logro en los estudiantes de la significatividad del nuevo conocimiento el cual pudieron expresar como un conjunto proposicional.

Tercera etapa

Se aplica la prueba de salida (anexo 10-C) tanto al grupo de control (1.1) como al grupo experimental (1.3) con los que se trabaja según la estrategia didáctica. El instrumento posibilita evaluar el nivel de logro en

cuanto a la identificación, realización y aplicación de los conceptos límite y continuidad. Para ello se consideran los indicadores que muestra.

Tabla 5. Indicadores para valorar los niveles de asimilación de los conceptos límite y continuidad

Nivel	Identificación	Realización	Aplicación
Bajo	No determina si pertenece a la clase	Determina las propiedades que cumple un posible representante	Identifica el concepto que puede modelar la problemática
Medio	Determina si pertenece a la clase, pero no justifica	Identifica las propiedades que le faltan para pertenecer a la clase	Modela o interpreta la problemática mediante el concepto correspondiente
Alto	Determina si pertenece a la clase y justifica	Construye un representante de la clase a partir la información suministrada	Elabora un modelo de la problemática, lo soluciona e interpreta la solución

Los resultados de la prueba de salida (anexo 10-D), muestra avances cuantitativos y cualitativos en el desempeño de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo de control en cuanto a la identificación, realización y aplicación de los conceptos. Logran identificar los conceptos el 84% (21) el de límite y el 96,0 % (24) el de continuidad; en la realización, lo logran el 96,0% (24) en cuanto al límite y el 84% (21) el de continuidad. Por último, los resultados de comprobar hasta qué punto pueden aplicar los conceptos se obtiene que el 60 % (15) el de límite y el 72 % (18) el de continuidad, lo logran. En todos los casos se consideraron los estudiantes obtienen un nivel entre alto y medio.

Los resultados de la prueba de salida del cuasi experimento le permiten, al autor de esta investigación, considerar como hipótesis alternativa que existen diferencias en los niveles de asimilación de los conceptos límite y continuidad de una función entre el grupo experimental y el grupo de control. La decisión al respecto se toma con la aplicación de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes,

dado el nivel de medición ordinal (alto, medio y bajo) y el tamaño de las muestras. De manera general las hipótesis se expresan:

Ho: No existen diferencias en los niveles de asimilación de los conceptos de límite y continuidad entre el grupo experimental y grupo control.

H1: Existen diferencias en los niveles de asimilación de los conceptos de límite y continuidad entre el grupo experimental y grupo control.

Los datos fueron procesados por SPSS.v22, y se muestra en la tabla 4, los estadígrafos de prueba para el caso del concepto límite. Se puede apreciar que en el nivel de identificación y el de realización se confirma la afirmación del investigador pues la prueba es significativa al 5% pues el valor de p es 0.007 para ambos niveles. En el caso del nivel de aplicación la prueba concluye que no existen diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control, sin embargo, al realizar un análisis en paralelo de los estadígrafos descriptivos media, mediana y del gráfico de caja y bigotes se evidencia mejores resultados en el nivel de aplicación del grupo experimental al grupo de control (nexo 10-E).

Tabla 6. Estadígrafos de prueba para el concepto de límite de una función

	Identificacion LexpCtr	RealizacionL expCtr	AplicacionLex pCtr
U de Mann-Whitney	191,500	193,000	239,500
W de Wilcoxon	542,500	544,000	590,500
Z	-2,676	-2,700	-1,794
Sig. asintótica (bilateral)	,007	,007	,073

Análogamente para el caso del concepto continuidad, en la Tabla 5 se muestra que en los niveles de identificación y realización es significativa la diferencia entre los resultados del grupo experimental con los del grupo de control. En el nivel de aplicación, el análisis de los estadígrafos descriptivos asegura que el grupo experimental obtuvo mejores resultados.

Tabla 7. Estadígrafos de prueba para el concepto de continuidad

	Identificacion CexpCtr	RealizacionC expCtr	AplicacionCex pCtr
U de Mann-Whitney	109,000	191,500	233,500
W de Wilcoxon	460,000	542,500	584,500
Z	-4,373	-2,676	-1,884
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,007	,060

Asimismo, como se aprecia en las preguntas de aplicación se concentran el menor nivel de logro. Este resultado es esperado pues este nivel tal como se evidencia en la práctica pedagógica de la educación matemática es la de mayor dificultad.

Por último, se debe destacar que durante la intervención se observa motivación de los estudiantes por realizar las tareas docentes orientadas, lo que se evidencia en el protagonismo y la colaboración en la gestión del conocimiento. Asimismo, incorporan nuevos procedimientos para el aprendizaje de las matemáticas (visualización, exploración, experimentación, entre otros) y reconocen la utilidad de las TIC en la construcción social de los conocimientos. Estos elementos, indican que la mayoría de los estudiantes tuvo una transformación cualitativamente superior como ingeniero que cursa la formación de pregrado.

Conclusiones del capítulo 3

El modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería y la estrategia didáctica para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, son sometidos a un proceso de valoración científica desde un enfoque mixto, a partir del empleo de tres recursos metodológicos principales: el taller de socialización con especialistas, el criterio de expertos y el cuasi experimento.

La metodología implementada hace evidente que el modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de

ingeniería es pertinente, en tanto expresa adecuación para explicar de forma cierta y precisa, desde una perspectiva teórica, el proceso aludido, a partir de la coherencia de su estructura y del modo en que se concretan las relaciones entre los dos componentes, de la denominación y explicación de sus componentes; así como de la definición apropiada de las cualidades resultantes de los partes y del todo como modelo didáctico.

La estrategia didáctica revela su pertinencia para el desarrollo del proceso estudiado, a partir de la precisión de la formulación de sus etapas y acciones y por la coherencia y precisión que estas ofrecen para orientar la ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos modelado.

La realización del cuasi experimento, en el contexto real donde se desarrolla el proceso investigado, instrumentado con estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial demuestra que la estrategia sustentada en el modelo didáctico permite perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería. Tanto el procesamiento estadístico de los datos cuantitativos relativos a los indicadores, como la evaluación de los cambios cualitativos, confirman la mejora en los niveles de asimilación del sistema conceptual y la incorporación por los estudiantes de los procedimientos de visualización, exploración y experimentación como recursos de aprendizaje.

CONCLUSIONES

La sistematización de los antecedentes del desarrollo teórico del objeto de estudio y su campo de acción, permiten identificar, como contradicción fundamental a resolver en la investigación, la necesidad del perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en la formación de pregrado de ingenieros y, las potencialidades que ofrecen las TIC como mediadores instrumentales para la concreción en la práctica pedagógica de métodos productivos y medios interactivos que motiven y les permitan a los estudiantes la gestión de su propio conocimiento.

Se ofrece una respuesta teórico-práctica a un problema de investigación enmarcado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior durante la formación de pregrado de los ingenieros, cuya esencia científica queda demostrada desde los estudios histórico-lógico y el diagnóstico; los que, hacen evidente la inexistencia de un modelo didáctico específico pertinente para este proceso. Desde la sistematización de los antecedentes de su desarrollo teórico, se demuestra la actualidad como objeto de estudio y la generalidad de las propuestas examinadas resultan insuficientes.

La respuesta que se ofrece al problema científico se concreta en un modelo didáctico y una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería, los que se diseñan a partir de los referentes teóricos provenientes del análisis de las concepciones de la Filosofía, la Psicología, la Didáctica de la Matemática y la Tecnología Educativa, entre otros.

El modelo didáctico de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, conformado por los componentes: Contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería y Entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería, los que explican dicho proceso, de cuya interrelación deviene su significatividad como cualidad, y constituye la propuesta desde la que se ofrece una respuesta teórica a la contradicción identificada.

La valoración científica de las contribuciones de la investigación, desde un enfoque mixto, evidencia su legitimidad para la solución del problema. Al respecto, se tiene consenso que el modelo es teóricamente pertinente para explicar el proceso estudiado, que su estructuración y dinámica funcional son coherentes, que reúne con suficiencia las características de un sistema y que define adecuadamente las cualidades resultantes, devenidas de la sinergia del conjunto de los elementos que lo conforman.

En el caso de la estrategia didáctica, la pertinencia se avala por la precisión lograda en su diseño, que le permite concretar el modelo que le sirve de sustento teórico, al poseer una estructura general adecuada, una identificación y formulación apropiada de sus etapas y acciones que la conforman. Asimismo, su factibilidad se corrobora por las posibilidades para ser aplicada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior, y por las transformaciones logradas en los niveles de asimilación de los conceptos en los estudiantes donde se implementa.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de esta investigación se considera oportuno plantear las recomendaciones siguientes:

- Extender la aplicación de la estrategia didáctica a todas las carreras de la Universidad de Holguín y dar continuidad al proceso de valoración de su pertinencia, factibilidad y viabilidad, para realizar las adecuaciones necesarias, en correspondencia con las particularidades de los programas.
- Desarrollar investigaciones que sistematicen la implementación de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje con el diseño de sistemas de tareas docentes mediadas por las TIC contextualizados según el perfil profesional de cada carrera.
- Proponer la realización de investigaciones relacionadas con la utilización de las TIC, en el tratamiento didáctico de los teoremas y sus demostraciones y de los procedimientos de solución, que garantice la incorporación de la visualización, exploración y experimentación en la gestión del conocimiento por los estudiantes que en su formación de pregrado reciben Matemáticas, así como la medición de su impacto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovich, S., Grinshpan, A. y Milligan, D. (2019). Teaching Mathematics through Concept Motivation and Action Learning. *Education Research International Volume 2019*
- Addine, F. et al (2004). *Didáctica teoría y práctica*. Pueblo y Educación.
- Aldon, G., Hitt, F., Luciana, B., y Gellert, U. (2017). *Mathematics and Technology*. Springer International Publishing.
- Almonte, R. (2018). *Formación de la competencia dominio de conceptos básicos del Álgebra Lineal en la Licenciatura en Educación mención Matemáticas*. (Tesis doctoral). Universidad Camagüey. Cuba. Soporte digital
- Álvarez, C. (1996). *La escuela de excelencia*. Santiago de Cuba. Soporte digital.
- Álvarez, E. (2021). Uso crítico y seguro de tecnologías digitales de profesores universitarios. *Formación Universitaria*, 14(1), 33-44.
- Angulo, M. L., Arteaga, E y Carmenates, O. A. (2020). La formación de conceptos matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Revista Conrado*, 16(74), 298-305.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215-241.
- Area, M., Hernández, V. y Sosa, J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Revista Comunicar*, 47(XXIV), 79-87.
- Argote, M., Parra, L., Montoya, L. y Martínez, N. (2019). Identificación de las capacidades tecnológicas y de investigación de la Escuela de Suboficiales. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 86, 207-225. <https://doi.org/10.21158/01208160.n86.201>
- Arias, E., Dueñas, X., Elacqua, G., Giambruno, C., Mateo, M., y Pérez, M. (2021). *Hacia una Educación 4.0: 10 módulos para la implementación de modelos híbridos*. <http://www.aidb.org>

- Arias, L. (2021). El Modelo flipped classroom en educación virtual: Una experiencia en matemáticas universitarias. *Revista Educare*, 25(2), 215-228.
- Arrieta, J. y Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación. *Revista latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*, 18(1), 19-48.
- Asuman, O. (2010). ¿Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal?. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4), 373-385.
- Báez de Ramos, A, Martínez, Y., Pérez, O. y Pérez, R. (2017). Propuestas de tareas para el desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de ingeniería. *Revista Formación Universitaria*, 10(3), 93-106.
- 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. <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4587>
- 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. <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4525>
- 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.
- Baque, L., y Arteaga, I. (2021). Análisis del método de aprendizaje de clase invertida, como estrategia de enseñanza para las matemáticas. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 58)*, 6(5), 479-495.
- 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.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/5190/Bermeo_COA.pdf

- Betancourt, J. y Valdez, Ma. (2006). Jerome Bruner: uno de los precursores de los estudios sobre estrategias cognitiva. <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/06/6betan.html>
- Bueno, R. y González, W. (2021). Modelo del proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos matemáticos en la formación del informático. *Explorador digital*, 5(4), 27-43.
- Bueno, R., Naveira, W., y González, W. (2020). Los conceptos matemáticos y sus definiciones para la formación de los ingenieros informáticos para la sociedad. *Universidad y Sociedad*, 12(4), 147-155.
- Burgos, M., Bueno, S., Godino, J., y Pérez, O. (2021). Onto-semiotic complexity of the Definite Integral. Implications for teaching and learning Calculus. *REDIMAT – Journal of Research in Mathematics Education*, 10(1), 4-40.
- Cabrera, J. (2008). *Modelo de Centro Virtual de Recursos para contribuir a la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría*. (Tesis doctoral).
<https://www.researchgate.net/publication/275963746>
- Cabrera, J. y Álvarez, A. (febrero 2014). Diseño de contenidos y entornos tecnológicos para el proceso de formación: hacia la integración de las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje en la Universidad del siglo XXI. En J. Saborí (Presidencia). Curso llevado a cabo en el 9no. Congreso Internacional de Educación Superior. La Habana, Cuba.
- Cabrera, R. y Vitale, A. (2019). Modelo didáctico, con el uso de las TIC, para la formación Matemática de ingenieros. *Revista Especializada en Tecnología e Ingeniería*, 13(1), 95-101.
- Camm, J. (2007). O.R. in the Classroom – Get Real. *In OR/MS Today*, 34(4), 34 – 37.
- Castañeda, A. (2009). El papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de enseñanza aprendizaje a comienzos del siglo XXI. En O. Ginoris (Ed). *Fundamentos Didácticos de la educación Superior Cubana*. pp. 351-375. Félix Varela.

Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2020). Flipped classroom as a reform-oriented approach to teaching mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 52(7), 1291–1305.

Céspedes, R. (2017). *La Integración de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en los Centros de Educación Primaria de la Región de Murcia (tesis doctoral)*. Universidad de Murcia.
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/56098/1/Ra%c3%bal%20C%c3%a9spedes%20Tesis%20Doctoral.pdf>.

Clark-Wilson, A., Robutti, O., y Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52(7), 1223–1242.

Claro, M. (2010). *Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte. Documento de proyecto: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Santiago de Chile: Impreso en Naciones Unidas.
https://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/sites/default/files/biblioteca/2_impacto-tics-prendizaje.pdf

Colectivo de autores (1988). *Psicología*. Pueblo y Educación.

Colectivos de autores (1965). *Categorías del materialismo dialéctico*. Grijalbo, S.A.

Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (1).

Coloma, O. y Salazar, M. (2012). *Estrategia curricular de uso de la Computación y las TIC para carreras pedagógicas*. Documento en formato digital. Holguín.

Comunidad de Estados latinoamericanos y Caribeños (2021). Declaración de México. VI Cumbre de Jefas y Jefes de Estado y de Gobierno de la CELAC.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/668541/Celac_2021_Declaracion_de_la_Ciudad_de_Mexico_18sep21.pdf.

Concepción, R. y Rodríguez, F. (2004). *Rol de los profesores y sus estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje*. Universitaria.

- Contreras, A. (2000). La enseñanza del análisis matemático en el bachillerato y primer curso de universidad. Una perspectiva desde la teoría de los obstáculos epistemológicos y los actos de comprensión. En: Climent, N. de los A.; Contreras, L. C. y Carrillo, J. (Eds.). Cuarto Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (pp. 71-86). Huelva: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. Actas EMA (Encuentro de Matemáticos Andaluces, Sevilla, pp. 305-320). <https://www.seiem.es/pub/actas/index.shtml>.
- Cruz, M. (2018). Exploración de la producción científica mundial en matemática educativa. Una mirada cuantitativa. *Transformación*, 14(2), 150-161.
- Cruz, M. (2020). Una función en R para el método Delphi de nube. Aplicaciones al pronóstico educacional. *Tecnología Educativa*, 5(1), 95-107.
- Cruz, M. y Campano, A. (2007). *El Procesamiento de la información en las investigaciones educacionales*. Educación Cubana.
- Cruz, M., y Cables, H. (2021). Una generalización del Delphi difuso para estudios prospectivos. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 57-66.
- Cruz, M., y Devesa, R. (2019). A scientometric look at mathematics education from Scopusdatabase. *The Mathematics Enthusiast*, 16(1), 37-48.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1978). Plan de Estudio A para la carrera de Ingeniería Civil. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1982). Plan de Estudio B para la carrera de Ingeniería Civil. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1989). Plan de Estudio C carrera Ingeniería Industrial. MES
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1991). Plan de Estudio C para la carrera de Ingeniería Civil. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1997). Plan de Estudio C´ carrera Ingeniería Industrial. MES
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (1999). Plan de Estudio C perfeccionado para la carrera de Ingeniería Civil. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2007a). Plan de Estudio D para la carrera de Ingeniería Civil. MES.

- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2007b). Plan de Estudio D carrera Ingeniería Industrial. MES
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2016). Documento Base para el diseño de los planes de estudio "E". MES
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2016). Estrategia Maestra de Informatización de la Educación Superior. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018 a). Plan de estudio E: Ingeniería Informática. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018 b). Plan de estudio E: Ingeniería Civil. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018 c). Plan de estudio E: Ingeniería Industrial. MES.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2018 d). Plan de estudio E: Ingeniería Mecánica. MES.
- Curbeira, D, Bravo, M., & Morales, Y. (2017). Diseño cuasi experimental para la formación de habilidades profesionales. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(5), 24-34.
- Curbeira, D., Bravo, M., y Bravo, G. (2013). El tratamiento de conceptos matemáticos, su repercusión en el proceso de formación profesional inicial. *Revista Universidad y Sociedad*, 5(1).
- D'Amore B. (2009). Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noética: interacciones constructivistas en el aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolución. *Revista Científica*, 11(1), 150-164.
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19-28.
- Davidov, V. (1988). *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Progreso.
- De la Fuente, F., Navarro, D. y Arcos, R. (2010). *La inteligencia como disciplina científica. Actas del Primer Congreso Nacional de Inteligencia*. Plaza y Valdés.
- Díaz, F. (2010), Integración de las TIC en el currículo y la enseñanza para promover la calidad educativa y la innovación. *Pensamiento Iberoamericano*, 7, segunda época, 127-149.

- Díaz, V., Barrios, H., y Guerra, Y. (2021). Tendencias temáticas de investigación sobre MOOC en el ámbito colombiano: revisión sistemática. *Revista Educación en Ingeniería*, 16 (31), 89-97.
- Domínguez, S., García, M., y Taberna, J. (2015). Modelling E-portfolio for a Linear Algebra undergraduate course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 9, 115-121.
- Drijvers, P., Sebastian, G. y Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *ZDM-Mathematics Education* 52(4), 1455–1469.
- Durán, J. y Durán, I. (2014). *La era de las TT.II.CC. en la nueva docencia*. McGraw-Hill/Interamericana.
- Duval, R. (2006). Quell es Sémiotique pour L'analyse de L'activité et des Productions Mathématiques. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 4(1), 45-81.
- Engelbrecht, J., Llinares, S., y Borba, M. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM- Mathematics Education*, 52 (7), 825–841.
- 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, S. (2018). Uso autónomo de recursos de Internet entre estudiantes de ingeniería como fuente de ayuda matemática. *Educación Matemática*, 30 (1), 73-91.
- Espinel, G., Hernández, C, y Prada, R. (2021). Whatsapp vs campus virtual institucional en tiempos de covid-19. Percepción de los estudiantes de comunicación social. *Revista Boletín REDIPE*, 10(10), 22-32.
- Faulin, J., Juan, A., Fonseca, P., Pla, L., S. Rodríguez (2009). Learning Operations Research online: benefits, challenges and experiences. *In International Journal of Simulation and Process Modeling*, 5(1), 42 – 53.
- Farfán, P. (2016). *Modelo de virtualización educativa de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador (tesis doctoral)*. Universidad de La Habana. Material en soporte digital.
- Ferras, M, Garcés, W. y Tamayo, I. (2017). El uso de las TIC en la formación de conceptos matemáticos. *Espíritu Emprendedor TES*, 1(4), 29-44.

- Ferrer, M. (2000). *La resolución d problemas en la estructuración de un sistema de habilidades matemáticas en la escuela media cubana* (Tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico Frank País García.
- Fuentes, H. C., Peña, R. y Milán, M. R. (2010). La evaluación del proceso docente educativo como proceso participativo y no directivo. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 1(2), 39-52.
- Gatica, S. y Ares, O. (2012). La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 1 (2), 88-107.
- Godino, J. (2021). Emergencia, estado actual y perspectivas del enfoque ontosemiótico en educación matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática* 1(1), 1-21.
- Godino, J., Batanero, C., y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 39(12), 127–135.
- Godino, J., Batanero, C., y Font, V. (2020). El Enfoque ontosemiótico: implicaciones sobre el carácter prescriptivo de la didáctica. *Revista Chilena De Educación Matemática*, 12(2), 47-59.
- González, A. (2011). *Evaluación del impacto de las políticas educativas TIC en las prácticas de los centros docentes escolares.* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla.
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/15032/K_Tesis-555_.pdf
- González, C., Montes de Oca, N., y Guerrero, S. (2019). Análisis tecnodidáctico-matemático para integrar el software Geogebra en el aprendizaje de los objetos matemáticos. *Revista Órbita Pedagógica*, VI (4), 57-78.
- González, C., Montes de Oca, N., y Guerrero, S. (2022). Situaciones didáctico-matemáticas para el tratamiento de los procesos de variación y acumulación del cálculo integral en problemas ingenieriles. *Revista Paradigma*, XLIII (2), 341 – 363.

- González H, W. (2021). Los espacios de aprendizaje y las formas de organización de la enseñanza: una caracterización desde la subjetividad. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 20(42), 313-328.
- Grabe, M. y Grabe, C. (1996). Integrating technology for meaningful learning. Houghton Mifflin Company. <https://trove.nla.gov.au/work/8349750/version/11853050>.
- Guétmannova, A., Panov, M. y Petrov, V. (1991). *Lógica: en forma simple sobre lo complejo*. Progreso.
- Guétmanova, A. (1989). *Lógica*. Progreso.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL
- 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.
- Hitt, F. y Dufour, S. (2021). Introduction to calculus through an open-ended task in the context of speed: representations and actions by students in action. *ZDM – Mathematics Education*, 53 (3), 635–647.
- Horrutiner, P. (2008). La universidad cubana: el modelo de formación. Félix Varela.
- Iglesias, N. (2018). *Dinámica interdisciplinar del cálculo diferencial e integral centrada en lo proyectivo-estructural de la ingeniería civil. (Tesis doctoral)*. Universidad de Oriente. Soporte digital.
- Jarvis, P. (2006). Universidades corporativas. Narceas S. A. Ediciones. <http://www.narceasediciones.es>.
- Jungk, W. (1982). *Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática III*. Pueblo y Educación.
- Krutikhina, M., Vlasova, V., Galushkin, A. y Pavlushin, A. (2018). Teaching of Mathematical Modeling Elements in the Mathematics Course of the Secondary School. EURASIA. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1305-1315.
- Kopin, P. (1966). *Lógica dialéctica*. Grijalbo.

- Lahdenperä, J., Postareff, L. y Rämö, J. (2019). Supporting Quality of Learning in University Mathematics: a Comparison of Two Instructional Designs. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5, 75–96.
- Leung, F. (2006). The Impact of Information and Communication Technology on Our Understanding of the Nature of Mathematics. *For the Learning of Mathematics*. 26 (1), 29-35.
- Leung, A. (2011). An epistemic model of task design in dynamic geometry environment. *ZDM- Mathematics Education*, 43(3), 325-336. <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-011-0329-2>
- Lim, L., Tso, T., y Lin, F. (2009). Assessing science students' attitudes to mathematics: a case study on a modeling project with mathematical software. *In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40 (4), 441— 453.
- Lorenzon, E. (2020). Sistemas y organizaciones. Edulp. <http://www.editorial.unlp.edu.ar>
- 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. <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4518>.
- Martins, I. y Lopes, J. (2021). Tecnologías de la Información y la Comunicación y enseñanza de las Matemáticas. *Interfaces Científicas*, 9(2), 512 – 526.
- Martínez, L. (2019). *Los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje para la gestión del conocimiento en el estudiante de Licenciatura en Educación Informática* (tesis doctoral). Universidad de Las Tunas. Soporte digital.
- Matos, E. y Cruz, L. (2012). El taller de socialización y la valoración científica en las Ciencias Pedagógicas. *Transformación*, 8 (1), 10-19.
- Melo, M. (2018). *La integración de las TIC como vía para optimizar el proceso de enseñanza- aprendizaje en la educación superior en Colombia* (tesis doctoral). Universidad de Alicante. <http://www.eltallerdigital.com/es/index.html>.

- Mercado, C., Acuña, K., Rangel, N. e Irigoyen, M. (2022). Eficiencia en la resolución de tareas colaborativas presenciales y virtuales en universitarios. *Revista de Investigación en Ciencia de la Educación*, 6 (24), 1074 – 1090.
- Merril, P. (2006). *Computers in education*. Allyn & Bacon, 1.
- Morereo, C. (1996): Aprendizaje significativo. En: *Infancia y Aprendizaje* No73. España.
- Moreno, M. (2019). El aprendizaje creativo en la matemática, su contribución a la formación del ingeniero industrial. *Atenas*, 2(46), 47-63.
- Nápoles, H., Sobrino, E., y Rodríguez, R. (2022). El aula virtual como medio en el proceso de enseñanza-aprendizaje en línea. *Pedagogía y Sociedad*, 24 (62), 170-186.
- National Council of Teachers of Mathematics (2008). The Role of Technology in the Teaching and learning of Mathematics. Position paper. Reston, VA: NCTM. <https://www.nctm.org/about/content.aspx?id=14233>.
- Núñez, C., Gaviria, J., Tobón, S., Guzmán, C. y Herrera, S. (2019). La práctica docente mediada por TIC: una construcción de significados. *Revista Espacios*, 40(5), 4-19.
- ONU. (2015). Resolución 70/1 de la Asamblea General de las Naciones Unidas titulada “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015>
- 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.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). Declaración de Qingdao. <https://unesdoc.UNESCO.org>.

- Ortiz, E. y Mariño, M. (2004). Manual de Estrategias Didácticas. Estrategias educativas y didácticas en la educación superior. *Pedagogía Universitaria*, 9(5)
- Orozco, C. (2017). Objetos de Aprendizaje con eXeLearning y GeoGebra para la definición y representación geométrica de operaciones con vectores y sus aplicaciones (tesis doctoral). Universidad de Salamanca. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4389922#Tesis>
- Otondo Briceño, Maite, & Torres Lara, Monserrat del Pilar. (2020). Habilidades metacognitivas de organización en educación superior. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39 (2), e14. Epub 01 de agosto de 2020
- Paredes, C., Campoverde, M., y Játiva-Macas, D. (2021). Herramientas tecno-educativas del siglo XXI: fortaleciendo competencias digitales docentes para la enseñanza y aprendizaje. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4 (S2), 335-349.
- Padilla, O., González, N., y Cano, M. (2022). El uso de los dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario en Cuba. *Pedagogía y Sociedad*, 24 (62), 187-207.
- Peña, A., Beltrán, E., Vázquez, D. (2021). La dirección del aprendizaje: un nuevo enfoque para estudiantes y profesores universitarios. *Pedagogía y Sociedad*, 24 (62), 208-224.
- Piña, R y Alfonso, N. (2019). La metacognición en la educación universitaria. un caso de estudio. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 22 (2), 2255-2277.
- Pla, R. et. al (2012). *Una concepción de la pedagogía como ciencia*. Pueblo y Educación.
- Planas, N. (2021). How specific can language as resource become for the teaching of algebraic concepts? *ZDM-Mathematics Education*, 53 (3), 277–288.
- Pochulu, M. y Rodríguez, M. (2012). *Educación Matemática: aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos*. Editorial Universitaria de Villa María.
- Proenza, Y. (2002). Modelo didáctico para el aprendizaje de los conceptos y procedimientos geométricos en la Escuela Primaria. (Tesis doctoral). Universidad de Holguín.

- Ramos, G. y López, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educ. Pesqui*, São Paulo, 41(3), p. 615-628.
- Resnick, L. y Ford, W. (1996). La enseñanza de la matemática y sus fundamentos psicológicos. Paidós.
- Rieiro, I., García, M., Ocaña, P., y Fernández, R. (2019). Valoración de una intervención didáctica en medición mediante un diseño pre-experimental. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 8(2), 44-60.
- Riascos, Y. y Curbeira, D. (2018). Acciones y operaciones para la formación de conceptos de la geometría plana. *Revista Conrado*, 14 (65), 360-366.
- Rico, L. y Sierra, M. (2000). Didáctica de la matemática e investigación, en Carrillo, J. y Contreras, L.C. (eds.). *Matemática española en los albores del siglo XXI*. Huelva: Regué.
- Roig-Vila, R. (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Octaedro. <http://www.octaedro.com>
- Rodríguez, M., y Acurio, S. (2021). Modelo TPACK y metodología activa, aplicaciones en el área de matemática. Un enfoque teórico. *Revista científica UISRAEL*, 8(1), 49-63.
- Romero, L. y Camargo, L. (2022). Potencial del modelo de tareas tecno-pedagógicas para promover procesos de conjeturación en estudiantes universitarios. *PNA*, 16(2), 141-166.
- Rojas, A. (2022). *Alternativa didáctica para contribuir a la significatividad en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas*. (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”.
- Roque, Y., Valdivia, P., Alonso, S, y Zagalaz, María. (2018). Metacognición y aprendizaje autónomo en la Educación Superior. *Educación Médica Superior*, 32(4), 293-302.
- Rosental, M., e Iudin, P. (1981). *Diccionario Filosófico*. Editora Política.
- Sánchez, J (2012). Integración Curricular de las TICs: Conceptos e Ideas. <https://www.researchgate.net/publication/306030770>.

- Sánchez, J., Cruz, M., Dolores, C. y Sigarreta, J. (2021). Estudio de los significados para la enseñanza que poseen los profesores acerca del concepto de pendiente. *Educación Matemática*, 33(3), 141-171.
- Schoenfeld, A. (1985). Making Sense of “Out Loud” Problem-Solving Protocols. *The Journal an Mathematic Behavior*, 4, 171-191.
- Schoenfeld, A. (1992): Learning to think mathematically: prolem solving, metacognition and sense making in Mathematics. *Hanbook for research on Mathematics teaching and learning*. USA
- Serna E. y Serna A (2013). ¿Está en crisis la ingeniería en el mundo? Una revisión a la literatura. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 66 ,199-208.
- Setyaningrum, W. (2018). Blended learning: Does it help students in understanding mathematical concepts? *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(2), 244-253.
- Sosa, F. (2010). *El proceso docente educativo: Sus componentes*. Edición Lid Editor.
- Sousa, S., Lamas, D. y Dias, P. (2016). Value creation through trust in technological-mediated social participation. *Technology, Innovation and Education*, 2(5), 1-10.
- Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Stegmann, C. (2011). *E-Learning de las Matemáticas Universitarias: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior* (tesis doctoral). Universidad de Barcelona.
<http://www.uoc.edu.es>
- Stewart, J. (2018). *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas*. Cengage Learning Editores, S.A.
<http://latinoamerica.cengage.com>.
- Talízina, N. (1989). *Psicología del aprendizaje*. Mir.
- Talízina, N. (2000). *Manual de Psicología Pedagogía*. Universitaria Potosina.
- Valle, A. (2009). Vías de obtención y estructuración de algunos resultados científicos pedagógicos. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Material en soporte digital.

- Valiente, J., Bermúdez, R., y Perera, L. (2021). Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemática III. *Revista Cubana Educación Superior*, 40(3), 1-14.
- Vásconez, C., e Inga, E. (2021). El modelo de aprendizaje TPACK y su impacto en la innovación educativa desde un análisis bibliométrico. *INNOVA Research Journal*, 6(3), 79-97.
- Vélez, M. y De la Peña, G. (2021). Las tecnologías en el desarrollo de una estrategia didáctica para el aprendizaje de la matemática en la educación general básica superior. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 5(9), 140-160.
- Vílchez, E. y Ávila, J. (2021). Análisis de aprendizaje conceptual empleando CDFs: documentos con un formato computable. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 20(1), 20-38.
- Villarraga, B., Rojas, O. y Sigarreta, J. (2020). Metodología para la formación de conceptos asociados con las funciones de variable compleja. *Revista Espacios*. 41 (6), 24-35.
- Von Bertalanffy, L. (1986). *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica, S. A. de C. V. <http://www.esnips.com/web/Scientia>
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Ediciones Fausto.
- Yang, X., König, J., y Kaiser, G. (2021). Growth of professional noticing of mathematics teachers: a comparative study of Chinese teachers noticing with different teaching experiences. *ZDM – Mathematics Education*, 53, 29–42.
- Yeh, C., Cheng, H., Chen, H., Liao, C. y Chan T. (2019). Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(5), 2-19.
- Yin, R. (2003). *Case Study Research Design and Methods*. Sage Publications, Inc.
- Zayas, R., Escalona, M., y Pico, K. (2020, 21 de febrero). *La formación de conceptos de la Matemática Superior en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín* [ponencia]. X Simposio de Matemática y Educación Matemática, Bogotá, Colombia.

- Zayas, R., Escalona, M., y Coloma, O. (2021, 30 de abril). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior: una mirada desde su evolución histórica* [ponencia]. 10^{ma} Conferencia Científica Internacional, Holguín, Holguín.
- Zayas, R., Escalona, M., y Coloma, O. (2021, 26 de junio). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior: una experiencia con Geogebra en la carrera Ingeniería Industrial* [ponencia]. IX Evento Nacional de Investigaciones Educativas, Holguín, Holguín.
- Zayas, R., Escalona, M., y Negrón, C. (2022, 6 de mayo). *La mediación de las TIC en la formación de conceptos: el caso de la integral definida* [ponencia]. 2^{da} Conferencia Nacional de Informática, Matemática y Ciencias de la Información, Holguín, Holguín.
- Zayas, R. (2022, 1 de octubre). *Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior para ingenieros* [ponencia]. Seminario SETM MIAMI 2022, Miami, USA.
- Zayas, R., Escalona, M., y Cedeño, R. (2022). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior: análisis histórico. *Roca*, 18(1), 208-225.
- Zayas, R., Escalona, M., y Coloma, O. (2022). Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior para ingenieros. *Universidad y Sociedad*, 14(S1), 192-201.
- Zayas, R., Escalona, M., y Cedeño, R. (2022). La enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior. Estrategia para su perfeccionamiento. *Revista Luz*, 92(3), 99-112.
- Zayas, R., Escalona, M., Estupiñán, R., y Cedeño, 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.
- Zilmer, W. (1981). *Metodología de la enseñanza de la Matemática I*. Pueblo y Educación.
- Zirkle, C. (2003). Distance education in career and technical education: A review of the research literature. *In Journal of Vocational Education Research*, 28(2), 151 – 171.

Anexos



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Ave de los Libertadores Nro. 287, Holguín Telf. +53 24 48 12 17 www.uho.edu.cu

CERTIFICACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE AUTORÍAS DE TESIS DE DOCTORADO EN EL PROGRAMA "CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN"

Yo, Miguel Escalona Reyes con CI 75042539088, tutor de la tesis de doctorado titulada: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín del doctorando Reol Zayas Batista en legal uso de mis funciones:

Yo, Orestes Coloma Rodríguez con CI 61011209668, cotutor de la tesis de doctorado titulada: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín del doctorando Reol Zayas Batista en legal uso de mis funciones:

Yo, Reol Zayas Batista con CI 7202020222749, doctorando de la tesis de doctorado titulada: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín del doctorando Reol Zayas Batista en legal uso de mis funciones:

DECLARAMOS

Primero. Que de conformidad a lo establecido en el artículo 17 de la Resolución 139/19 soy la persona directamente responsabilizada con la formación científica del doctorando y su trabajo de tesis de doctorado, la que cumple con los requerimientos establecidos para su presentación.

Segundo. La total responsabilidad y constancia de la no violación de las normas éticas en la redacción del texto científico, de la tesis de doctorado, como resultado del proceso de investigación desarrollado.

Tercero. Que la estructura de la tesis de doctorado presentada es original, por lo consiguiente los conceptos, ideas y contenidos son de completa responsabilidad del tutor, el cotutor y el doctorando.

Cuarto. Que no existe falsificación, alteración o manipulación de conceptos, ideas, contenidos y datos para obtener resultados favorables a la comprobación de la investigación en la tesis de doctorado presentada.

Quinto. Que existe un adecuado registro de citas, referencias bibliográficas y de la literatura científica consultada. Con este antecedente, acredito ante el Comité de Doctorado que la tesis que se presenta está lista para ser evaluada por el Tribunal y/o colectivo científico de Ciencias de la Educación en el acto de **defensa**.

Firma del tutor: Dr. C. Miguel Escalona Reyes

Firma del tutor: Dr. C. Orestes Coloma Rodríguez

Firma del doctorando: M. Sc. Reol Zayas Batista



Holguín, 24 de marzo de 2023

Año 65 de la Revolución

Opinión de los tutores

Título de la tesis: El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería de la Universidad de Holguín

Doctorando: Reol Zayas Batista

Tutores: Profesor Titular, Lic. Miguel Escalona Reyes, Dr. C.

Profesor Titular, Lic. Orestes Coloma Rodríguez, Dr. C.

Contenido:

La tesis que se defiende, es resultado de la experiencia y el trabajo consagrado de su autor en la conducción del Departamento de Matemática y como profesor de Matemática Superior en las carreras de ingeniería. La temática en que se circunscribe la investigación reviste importancia, al tratar aspectos actuales en la Educación Matemática Superior. Es novedosa la aportación de un modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería, diseñado con un enfoque sistémico, que explica la estructura, funcionamiento y cualidades que surgen de la interacción dialéctica de sus componentes, a partir del cual se podrá desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico y significativo.

El doctorando durante el desarrollo de la investigación ha demostrado independencia, creatividad y ética en la ejecución de las tareas investigativas. Asimismo, se debe destacar el cumplimiento de los plazos y retos que le ha planteado el proceso de fundamentación, obtención y aplicación de las principales contribuciones de la investigación, así como la excelente divulgación de estos en revistas de alto impacto y en eventos nacionales e internacionales.

Por otra parte, su receptividad y respeto facilitó una comunicación asertiva entre doctorando y tutores. Por sus cualidades personales y profesionales, la constancia de trabajo mantenida durante el tiempo de elaboración y la puesta en práctica de la tesis, le permitió concluir su informe científico. Por lo antes expuesto, es criterio de los dos tutores que la tesis está lista para defensa y el doctorando está en condiciones de presentar sus resultados investigativos.

Sin otro motivo

Firma del tutor

Dr. C. Miguel Escalona Reyes

Firma del tutor

Dr. C. Orestes Coloma Rodríguez



Universidad
de Holguín

FACULTAD
DE CIENCIAS INGENIERARIAS
Y ADMINISTRACIÓN
DPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL

Holguín 24 de marzo de 2023

Año 65 de la Revolución

Aval de introducción e impacto de resultados

Por medio de la presente hacemos constar que la investigación titulada: "El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones en la Matemática Superior en las carreras de ingeniería de la Universidad de Holguín", ha sido implementada en la carrera Ingeniería Industrial, aportando un resultado científico para el perfeccionamiento de la formación matemática de los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería; en consecuencia se perfeccionó la mediación por las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos que son la base para interpretar y elaborar modelos de los procesos propios del perfil del profesional; lo que condujo al logro de un impacto académico a mediano plazo que repercutió en la mayor implicación y motivación de los estudiantes en la gestión de su conocimiento.

A su vez, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior en general y de sus conceptos en particular desde una perspectiva de visualización, exploración y experimentación ha elevado y transformado los niveles de aprendizaje en los estudiantes de la carrera y ha incidido en que estos estudiantes incorporen estos procedimientos como recursos de aprendizaje. Asimismo, se han modificado las creencias de que la Matemática es un obstáculo para graduarse pues se evidencian indicios de que comprenden su utilidad para solucionar problemas de su futura profesión.

Para que así conste firma la presente

Dr. C. Ilana Irene Tapia Claro
Jefe de Departamento de Ingeniería Industrial



Anexo 1. Cuestionario para profesores de Matemática Superior

Estimado profesor:

Este cuestionario integra una investigación que parte de la problemática relacionada con las dificultades en la asimilación de los conceptos de la Matemática Superior así como la utilización de las TIC en su tratamiento didáctico. El objetivo es identificar las causas que dan lugar a dicha problemática para proponer acciones de mejoras.

Muchas gracias por su colaboración

1. Datos generales

Asignatura que imparte: _____ Años de experiencia docente: ____ Categoría docente:
_____ Grado científico: _____

A partir de aquí, en cada ítem, seleccione su respuesta con una (x)

2. Con respecto a las asignaturas que usted imparte o ha impartido en la Universidad, valore las siguientes cuestiones:

	Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
Se declara la intención de la formación conceptual en el programa de la disciplina Matemática Superior					
Se declara la intención de la formación conceptual en el programa de las asignaturas					
En el proceso de enseñanza-aprendizaje se utilizan las TIC para la búsqueda de las características de los conceptos					

Se utilizan las TIC para la comunicación profesor-estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en la ejecución de las funciones didácticas.					
Se utilizan las TIC para la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en la obtención y socialización de los conocimientos.					
Se utilizan materiales con soporte TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje con diferentes fines didácticos.					

3. Con respecto recursos informáticos y telemáticos, su acceso y uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior, valore a partir de siguientes cuestiones:

	bajo	Casi bajo	medio	Casi alto	alto
¿Cuál es el nivel actual de la infraestructura tecnológica en función de la docencia?					
¿Cuál es el nivel actual del uso de software matemático/estadístico en función de la docencia, utilizados fundamentalmente como medios de enseñanza?					

¿Cuál es el nivel actual de acceso de docentes y estudiantes a las herramientas tecnológicas?					
¿Cuál es el nivel actual del uso del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, recursos de internet y recursos multimedia?					

4. Con respecto a las asignaturas que usted imparte en la Universidad, valore personalmente las siguientes cuestiones

	baja	Casi baja	media	Casi alta	alta
Su preparación para utilizar el tic en el proceso de enseñanza-aprendizaje.					
Su disposición para utilizar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.					
La preparación de sus estudiantes para utilizar las TIC como recursos de aprendizaje					
La disposición de sus estudiantes para utilizar las TIC como recursos de aprendizaje					
La calidad de la superación y el trabajo metodológico realizado en la institución para perfeccionar su desempeño en la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.					

El uso de las herramientas tecnológicas por el colectivo de profesores de su disciplina en el proceso de enseñanza-aprendizaje.					
---	--	--	--	--	--

5. Con respecto a las herramientas tecnológicas que usted utiliza en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que imparte, selecciónelas a partir de la siguiente lista:

_Software matemático/estadístico	_correo electrónico	_paquetes de ofimática
_Entornos virtuales	_teléfono celular	_ Realidad aumentada
_Web quest	_redes sociales	_redes académicas

Anexo 2. Guía de observación a clases

Objetivo: caracterizar cómo ejecuta y evalúa se utilizan las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, para las carreras de ingeniería, y la actividad de los estudiantes en clases ante tareas docentes de formación conceptual.

Indicadores	Se observa	Se observa en parte	No se observa
El diseño de tareas docentes en la preparación de la clase donde se utilicen las TIC.			
La utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.			
Se utilizan las TIC para la comunicación profesor-estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en la concreción de las funciones didácticas.			
Se utilizan las TIC para la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en la obtención (exploración, experimentación, descubrimiento, el reconocimiento de regularidades) y socialización de los conocimientos			
En la orientación del trabajo independiente se les plantean tareas docentes a los estudiantes que para su solución sean necesarias las herramientas tecnológicas.			

Actitud o disposición de los docentes para el uso de las TIC en el Proceso de enseñanza-aprendizaje los conceptos de la Matemática Superior.			
Preparación de los estudiantes en las TIC para solucionar tareas docentes			
Actitud o disposición de los estudiantes para el uso de las TIC en la solución de tareas docentes.			

Anexo 3. Entrevista a profesores de Matemática Superior

Objetivo: determinar las principales regularidades que se dan en la utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la Matemática Superior

1. ¿En qué medida la disponibilidad de las TIC influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje la Matemática Superior?
2. ¿De qué modo las TIC inciden sobre la metodología que utiliza en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones?
3. ¿Qué impacto tiene el uso de las TIC sobre la motivación e implicación del alumnado en las actividades escolares?
4. ¿Cómo influye el empleo de las TIC en la forma de trabajar y a las interacciones del alumnado en el aula?
5. ¿Qué opiniones concita en los estudiantes el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que imparte?
6. ¿Cómo influye el empleo de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes?
7. ¿Qué opinión y actitud manifiestan los profesores de su colectivo de disciplina en relación a la incorporación de las TIC a su enseñanza?

Anexo 4. Guía para el análisis de documentos normativos y del trabajo docente-metodológico

Objetivo: Obtener información sobre la concepción del tratamiento didáctico del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior, para las carreras de ingeniería.

1. Documentos normativos: Programa de la disciplina Matemática Superior del Plan E de las carreras de ingeniería.

Indicadores	Si	No
1.1. Se declara la necesidad del empleo de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.		
1.2. Se orienta metodológicamente cómo usar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje la Matemática Superior de los conceptos.		
1.3. Se explicita la utilización de sistemas en línea para el trabajo colaborativo en redes.		
1.4. Se declara ¿qué recurso informático y/o telemático se debe utilizar en la docencia?		

2. Documentos resultados del trabajo docente-metodológico: programas y preparación de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior, el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje de cada asignatura, memorias de las actividades metodológicas de la disciplina y asignaturas y ponencias presentadas en los ejercicios para la obtención las categorías docentes de Profesor Auxiliar y Titular.

Indicadores	Si	No
2.1. Declaración del empleo de las TIC en los programas y la preparación las asignaturas.		

2.2. Diseño de tareas docentes en la preparación de las asignaturas donde se utilicen las TIC.		
2.3. La presencia de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior		
2.4. Comunicación profesor-estudiante a través de las TIC, precisando no solo las herramientas empleadas para la comunicación, sino también en las funciones didácticas asignadas a esa comunicación.		
2.5. Comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante en la obtención y socialización de los conocimientos		
2.6. Uso de materiales con soporte TIC por el profesor con diferentes fines didácticos.		

Anexo 5. Cuestionario a estudiantes

Estimado estudiante:

Este cuestionario integra una investigación que parte de la problemática relacionada con las dificultades en la asimilación de los conceptos de la Matemática Superior así como la utilización de las TIC en su tratamiento didáctico. El objetivo es identificar las causas que dan lugar a dicha problemática para proponer acciones de mejoras.

Muchas gracias por su colaboración

1. Datos generales: carrera: _____ año: _____

En cada ítem seleccione su respuesta con una (x)

2. Con respecto a las asignaturas que ha cursado o cursa de la disciplina Matemática Superior en la Universidad, valore las siguientes cuestiones:

	Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
Se le plantean tareas docentes donde sea necesario la utilización de las TIC para su solución.					
Utiliza las TIC para la comunicación con sus profesores y otros estudiantes en la obtención y socialización de los conocimientos.					
Se utiliza las TIC para la evaluación de los conocimientos.					
Se utilizan materiales con soporte TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje con diferentes fines didácticos.					

3. Con respecto a las herramientas tecnológicas su preparación, acceso y uso en las asignaturas de la disciplina Matemática Superior, valore a partir de siguientes cuestiones

	Bajo	Casi bajo	Medio	Casi alto	Alto
¿Cuál es el nivel actual de la infraestructura tecnológica en función de la docencia?					
¿Cuál es el nivel actual del uso de software matemático/estadístico en función de la docencia?					
¿Cuál es su nivel actual de acceso a las herramientas tecnológicas?					
¿Cuál es el nivel actual del uso del entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, recursos de internet y recursos multimedia?					
¿Cuál es su preparación para utilizar las TIC en la docencia?					
¿Cuál es su disposición para utilizar las TIC como recursos de aprendizaje?					
¿Cómo usted considera el nivel de uso de las herramientas tecnológicas por sus compañeros como recursos de aprendizaje?					

4. Con respecto a las herramientas tecnológicas que usted utiliza como recursos de aprendizaje en el las asignaturas de la disciplina Matemática Superior, selecciónelas a partir de la siguientes lista:

_Software matemático/estadístico

_correo electrónico

_Entornos virtuales

_teléfono celular

_Web quests

_redes sociales

-Realidad aumentada

_redes académicas

Anexo 6. Entrevista a los estudiantes que cursan la formación de pregrado en las carreras de ingeniería

Estimado estudiante:

Este cuestionario de preguntas integra una investigación que parte de la problemática relacionada con las dificultades en la asimilación de los conceptos de la Matemática Superior así como la utilización de las TIC en su tratamiento didáctico. El objetivo es identificar las causas que dan lugar a dicha problemática para proponer acciones de mejoras

Muchas gracias por su colaboración

1. ¿En qué medida la disponibilidad de las TIC influye su utilización como recurso de aprendizaje en las asignaturas de la disciplina Matemática Superior?
2. ¿Qué impacto tiene el uso de las TIC en la docencia sobre su motivación e implicación en realización de las tareas docentes propuesta por los docentes y/o sus compañeros de año?
3. ¿Qué opina sobre la influencia en los niveles de aprendizaje de las asignaturas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las mismas?
4. ¿Qué preparación y actitud manifiestan los profesores de las asignaturas de la disciplina Matemática Superior en cuanto al uso de las TIC en la docencia?

Anexo 7. Conjunto de tareas docentes utilizadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto límite de una función

Tarea docente 1

Título: Calculando el área del círculo mediante aproximación en el sentido infinitamente próximo

Introducción

Los orígenes del cálculo se remontan unos 2 500 años por lo menos, hasta los antiguos griegos, hallaron áreas aplicando el “método del agotamiento”. Sabían cómo hallar el área de cualquier polígono al dividirlo en triángulos, y sumar sus áreas.

Es un problema mucho más complejo hallar el área de una figura curva. El método el agotamiento consistía en inscribir polígonos en la figura y circunscribir otros polígonos en torno a la misma figura y, a continuación, hacer que el número de lados de los polígonos aumentara.

En la escuela cubana, concretamente en la Secundaria Básica, octavo grado, se estudia la aproximación del área del círculo a través del cálculo de áreas de polígonos inscritos.

Objetivo: Comprender que el área de un círculo con una radio r se puede aproximar a partir de inscribir polígonos regulares y determinar sus áreas.

Situación de aprendizaje

1. Traza en el boceto una circunferencia de centro $O(0,0)$ y radio r cualquiera mediante el software Geogebra.
2. Introduzca un deslizador que permita variar los valores de 3 hasta 100 con incremento entero.
3. Inscriba un polígono regular, donde el número de lados esté en función del deslizador.
4. Calcule: áreas del círculo y del polígono,
5. Explore de la siguiente forma:

Varié con el deslizador el número de lados del polígono inscrito a la circunferencia y responda las siguientes interrogantes:

- Cuando aumentan el número de lados del polígono inscrito en la circunferencia, visualmente, ¿a qué superficie va aproximando el área del polígono?
- Desde el punto de vista numérico, ¿a qué valor se aproxima el área del polígono inscrito?

Precisiones generales

Esta tarea, dentro del conjunto de tareas, tiene como función principal, aproximar al estudiante a un nuevo concepto de la Matemática Superior, a partir de conocimientos que posee de las enseñanzas precedentes. Esto posibilita motivarlos por el nuevo aprendizaje y les muestra la concatenación entre los conocimientos matemáticos.

El siguiente gráfico ilustra cómo debe quedar el boceto.

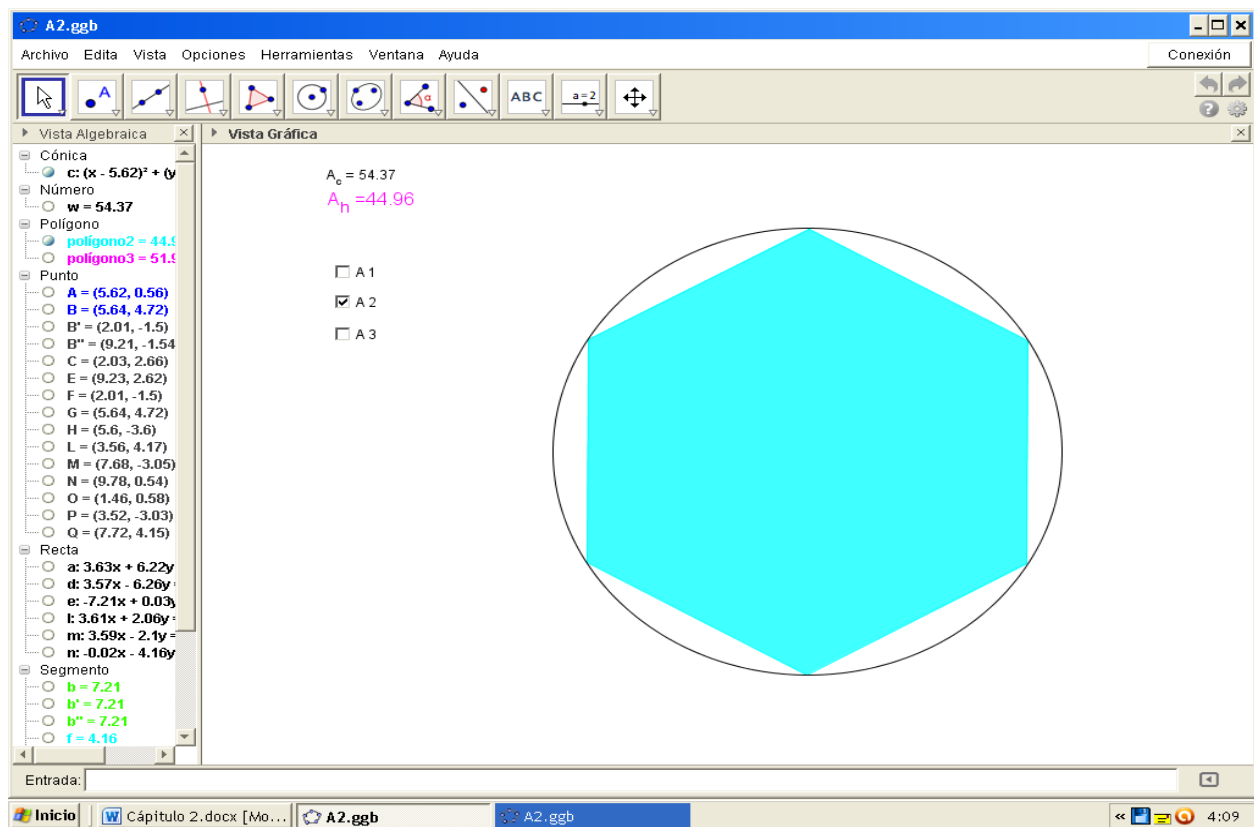


Figura 1

Después de lograr la comprensión del significado de lo que es una aproximación infinita, se propone la tarea docente 2 cuyo propósito esencial es una idea intuitiva del concepto límite de una función en un punto. En este momento se les ofrece a los estudiantes un medio para que lo utilicen sin que lo tengan que construir.

Tarea docente 2

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:

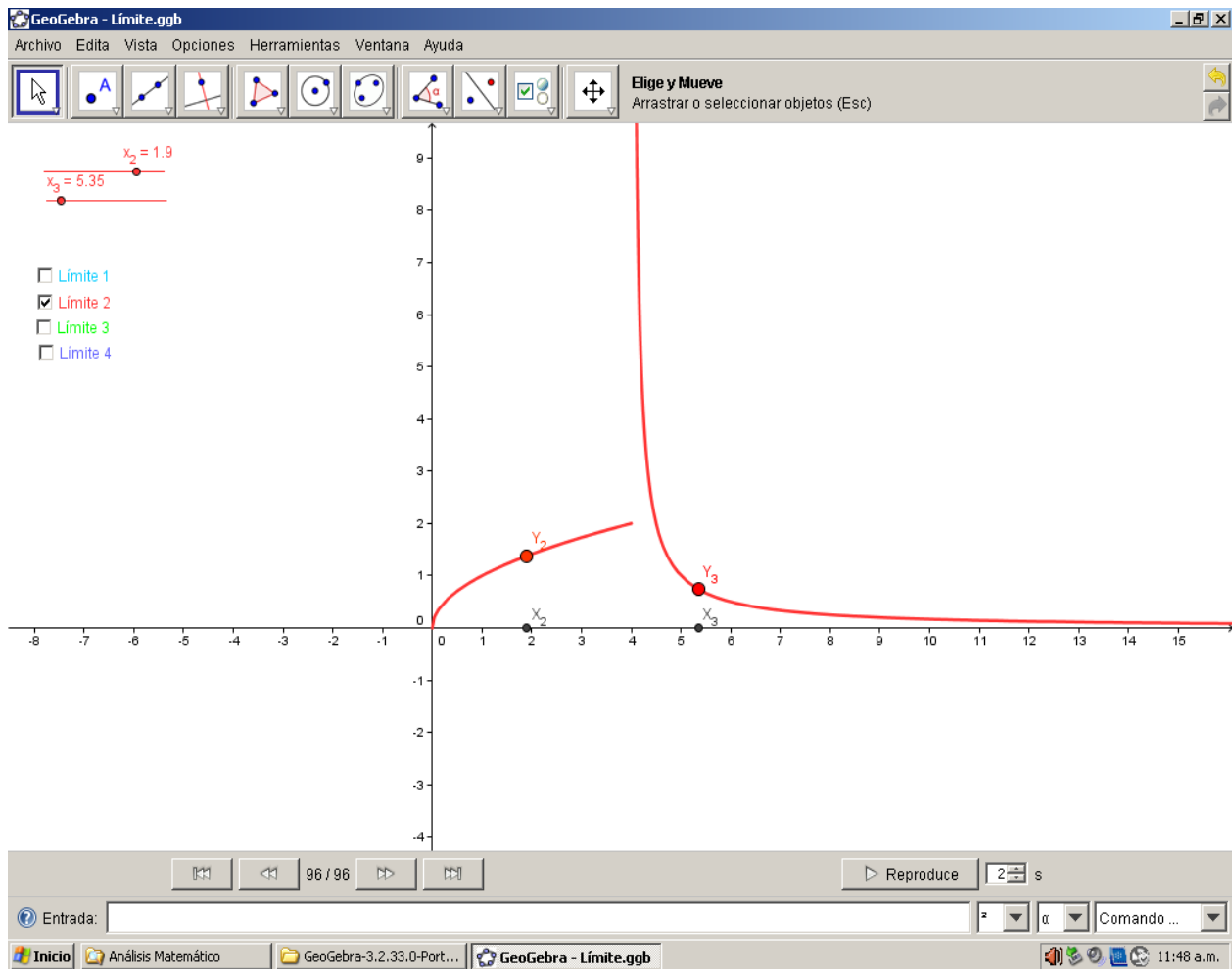


Figura 2

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 (1999): escribimos $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = l$ y decimos “el límite de $f(x)$ cuando x tiende a a , es igual a L ” si podemos acercar arbitrariamente los valores de $f(x)$ a L (tanto como deseemos) tomando x lo bastante próximo de a , pero no igual a a .

- I. Se formaliza la definición de límite de una función en punto según Cauchy de la cual se tiene una idea intuitiva al analizar el comportamiento observado en los gráficos anteriores.

Esta acción se concretará en la conferencia 2 para la que se propone la tarea docente 3 la cual tiene el propósito de garantizar el tránsito de la idea intuitiva de límite a la formalización en el “lenguaje ε - δ ”.

Tarea docente 3

Título: Definición del concepto límite según Cauchy

Introducción

La evolución histórica del concepto de límite se puede dividir en cuatro etapas:

1. De Eudoxo de Cnido a la primera mitad del siglo XVIII.
2. Segunda mitad del siglo XVIII. Transformación de los fundamentos del análisis infinitesimal.
3. Siglo XIX y principios del siglo XX. Aritmetización del Análisis.
4. Segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

Las que se diferencian básicamente por la concepción de límite que subyace en ellas aunque la separación no siempre sea nítida. En la larga evolución del concepto (desde la matemática griega hasta el siglo XIX) se observa claramente la necesidad de explicitar y formalizar la noción, que se utiliza de forma implícita desde la época griega y que no llega a su forma actual hasta el siglo pasado, en parte para validar algunos resultados ya obtenidos y en parte para demostrar otros más generales.

La definición intuitiva de límite dada anteriormente es inadecuada, porque frases tales como “cercano a” y “ $f(x)$ se acerca cada vez más a L ” son vagas. Para poder demostrar de forma concluyente que la función tiene límite en un punto se debe precisar la definición de límite.

Objetivo: Formalizar la definición de límite de una función a partir del análisis de casos donde se revelen la relación entre el entorno de un punto a y el entorno de L .

Situación de aprendizaje

Con el software Geogebra se elabora un medio de enseñanza, el cual se entrega a los estudiantes y se le solicita que activen el fichero Definición límite. ggb. Después se le orienta que realicen las siguientes acciones:

1. Explore; activando el deslizador δ y disminuya su valor.
2. Observe el comportamiento del gráfico e intente responder las siguientes interrogantes:

- Concentre la observación en el entorno de a , ¿qué sucede con la distancia de los puntos respecto a a ?
 - ¿Qué expresión matemática simboliza la distancia entre un punto x y a ?
 - Concentre la observación en el entorno de L , ¿qué sucede con la distancia entre los valores de $f(x)$ y L ?
 - ¿Qué expresión matemática simboliza la distancia entre los valores funcionales y L ?
3. Observe el gráfico en su conjunto y responda:
- ¿Qué sucede con la distancia entre los valores funcionales y L cuando la distancia entre los valores de la variable independiente y a disminuye?
 - Escriba simbólicamente la relación observada.

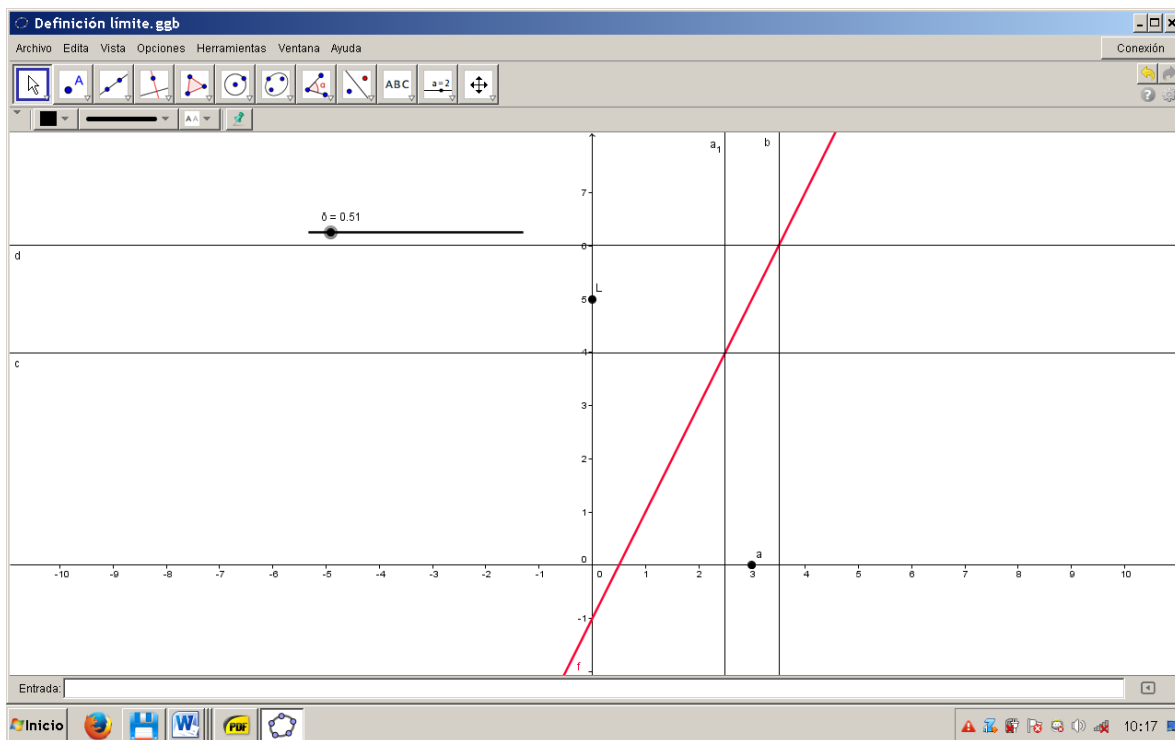


Figura 3

En este momento se está en condiciones de formalizar la definición del concepto límite de una función en un punto. Se propone asumir la enunciada por Stewart (2014):

Definición. Sea f una función definida en un intervalo abierto que contiene el número a , excepto cuando a se define a sí misma. Entonces decimos que el límite de $f(x)$ cuando x tiende o se aproxima a a es L y escribimos: $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$

Si para cada número $\varepsilon > 0$ hay un correspondiente número $\delta > 0$ tal que: $|f(x) - L| < \varepsilon$ siempre que $0 < |x - a| < \delta$.

Precisiones generales

Es importante la precisión de los niveles de ayuda que se le ofrecerán a cada docente en formación en función de nivel actual de desarrollo. Esto significa hacer énfasis en lo individual sin olvidar el objetivo general de la tarea.

Para aclarar la idea anterior se propone el siguiente ejemplo, el que se realizará mediante la ejecución de la tarea docente 4. La solución de la tarea se propone se realice en elaboración conjunta:

Tarea docente 4

Título: un ejemplo esclarecedor

Introducción

Estudiante en esta tarea estudiarás del comportamiento de los valores funcionales de una función cuando la variable independiente se aproxime a un valor.

Por favor concentra tu atención en lo que observes cuando explores y recuerda la tarea docente 3.

Objetivo: Explicar la relación que se establece entre ε y δ en la definición del concepto límite de una función en un punto.

Situación de aprendizaje

A los estudiantes se les orienta que activen el fichero elaborado en Geogebra donde se representa la función.

$f(x) = \begin{cases} 2x - 1, & \text{si } x \neq 3 \\ 6, & \text{si } x = 3 \end{cases}$, cuyo gráfico es el que se muestra en la figura 4

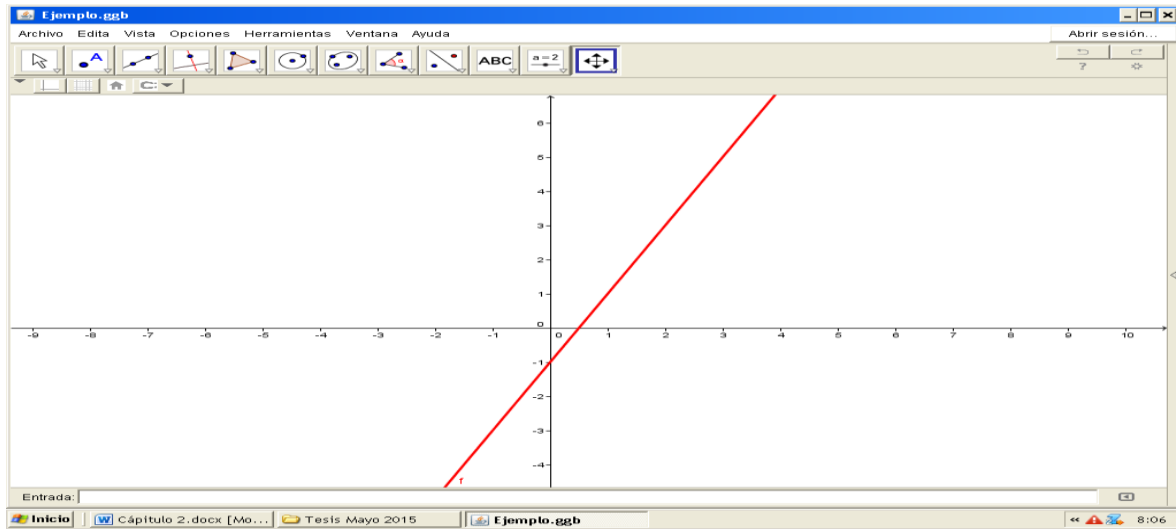


Figura 4

Intuitivamente es claro que cuando x está cerca de 3, pero distinto de dicho valor, entonces $f(x)$ está cerca de 5 y por tanto $\lim_{x \rightarrow 3} f(x) = 5$.

Para obtener información más detallada de cómo varían los valores funcionales cuando x está cerca de 3, se le propone la siguiente pregunta.

¿Qué tan cerca de 3 debe estar x para que $f(x)$ diste de 5 una distancia menor que 0,1? Y luego se reflexiona como sigue:

La distancia de x a 3 es $|x - 3|$ y la distancia de 5 a $f(x)$ es $|f(x) - 5|$ de modo que nuestro problema es el de encontrar un número δ tal que $|f(x) - 5| < 0,1$ si $|x - 3| < \delta$ pero $x \neq 3$.

Nótese que si $0 < |x - 3| < \frac{0,1}{2} = 0,05$, entonces $|f(x) - 5| = |(2x - 1) - 5| = |2x - 6| = 2|x - 3| < 0,1$ esto es, $|f(x) - 5| < 0,1$ si $0 < |x - 3| < 0,05$.

De modo que la solución del problema está dado por δ o 0,05; es decir, si x está a distancia no mayor que 0,05 de 3 entonces $f(x)$ estará a una distancia no mayor que 0,1 de 5.

Si se cambia el número 0,1 en el problema inicial a 0,01, entonces con el mismo procedimiento se determina que $f(x)$ estará a una distancia no mayor que 0,01 del valor de 5 siempre que x no diste de 3 más que $(0,01)/2=0,005$.

En este momento se pueden proponer que intenten generalizar los casos anteriores. Después de valorar todas las propuestas se concluye: $|f(x) - 5| < \varepsilon$ si $0 < |x - 3| < \delta = \frac{\varepsilon}{2}$.

II. Se observa el comportamiento de algunas funciones cuando los valores de la variable independiente se aproximan a un valor y por la definición de la función es necesario hacerlo por exceso y por defecto. Así como de algunas funciones cuando los valores crecen o decrecen a números cada vez más grandes y pequeños respectivamente.

Este propósito es el esencial, en la conferencia 3 y para su concreción en el proceso de enseñanza y aprendizaje se muestra un medio elaborado a los estudiantes para que solucionen la tarea que a continuación se presenta:

Tarea docente 5

Título: límites laterales

Introducción

En intento de buscar el límite, de una función en punto, donde su expresión analítica la define de forma

distinta alrededor de dicho punto, por ejemplo: la función de Heaviside $f(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ 1 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$ se observa que

existen los límites a ambos lados del cero pero no son iguales, entonces cabría preguntarse, ¿existe el límite en el punto? ¿qué tipo de límites son los que existen? ¿qué relación existe entre ellos?

Objetivo: Comprender el concepto de límite lateral, para utilizarlo en la investigación de límites puntuales para algunas funciones.

Situación de aprendizaje

Se les orienta en el momento inicial de la conferencia que abran el medio elaborado con el Geogebra nombrado *límitelateral.ggb* y se le indican que ejecuten las siguientes acciones:

1. Active el botón Límite 1.
2. Observe el gráfico de la función dibujada en el tapiz y diga: dominio e imagen
3. Explore de la siguiente forma: aproxime los valores de la variable independiente a tres, excepto en el caso tres que debe ser a cero, mediante los deslizadores x_0 y x_1 .
4. 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?
5. Repetir las acciones anteriores activando sucesivamente los tres botones restantes, desactivando previamente los anteriores.
6. En los casos 1 y 4, ¿a qué valores se aproximan los valores funcionales? ¿existirá el límite? ¿por qué es necesario analizarlo por la derecha y por la izquierda?

Precisiones generales

Después de solucionar esta tarea asistida por el Geogebra en ese proceso mediante preguntas el docente puede, precisar cuándo y bajo qué condiciones es que se puede conjeturar que el límite en el punto existe a partir de analizar la existencia de los límites laterales.

Utilizando razonamientos análogos a los efectuados para formalizar la definición de límite en un punto se puede realizar para los límites laterales y plantear la siguiente definición.

Definición del límite lateral izquierdo, según Stewart (2014), se dice que $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L$ si para todo número $\varepsilon > 0$ existe un número correspondiente $\delta > 0$ tal que $|f(x) - L| < \varepsilon$ siempre que $a - \delta < x < a$.

De forma análoga se define el límite por la derecha, solo el intervalo donde se encuentra la variable independiente.

La figura 5 ilustra cómo quedaría el tapiz en un caso.

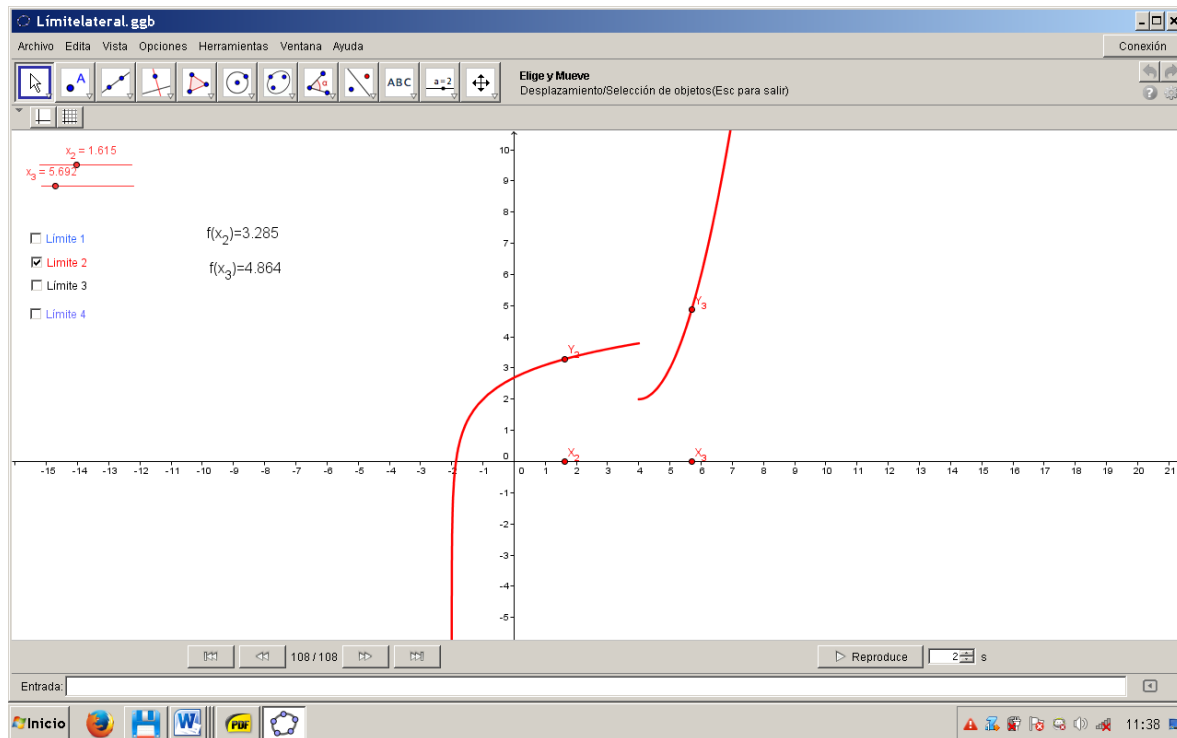


Figura 5

En esta misma conferencia mediante la realización por parte de los educandos de las siguientes tareas docentes pueden conjeturar sobre la regla de Leibniz para el cálculo del límite al infinito de una función racional, límites notables como el trigonométrico y el algebraico.

Tarea docente 6

Introducción

En ocasiones es necesario investigar el comportamiento de los valores funcionales cuando la variable independiente crece o decrece infinitamente. Este estudio se iniciará por las funciones racionales. Para aproximarnos a esta situación lo haremos valorando casos particulares de fracciones propias e impropias.

Objetivo: Conjeturar sobre los posibles valores de los límites de las funciones racionales cuando la variable tiende al infinito.

Situación de aprendizaje

Se les orienta en el momento inicial de la conferencia que abran el medio elaborado con el Geogebra nombrado Límite al infinito.ggb y se le indican que ejecuten las siguientes acciones:

1. Active el botón Límite 1.
2. Observe el gráfico de la función dibujada en el tapiz y diga: dominio e imagen y clasifica la fracción algebraica.
3. Explore de la siguiente forma: aumente o disminuya los valores de la variable independiente, mediante el deslizador x_0 , observe tanto los valores funcionales como el punto Y_0 y responda las siguientes interrogantes:
 - ¿a qué valor se aproximan los valores funcionales?
 - ¿podremos conjeturar sobre el valor del límite?
4. Repita las mismas acciones activando los otros dos botones, no olvide desactivar el anterior.
5. Después de observar el comportamiento de los tres casos y su relación con el grado de los polinomios que forman la función racional, ¿a qué conclusión pueden arribar?

La figura 6 muestra cómo queda el tapiz en el primer caso.

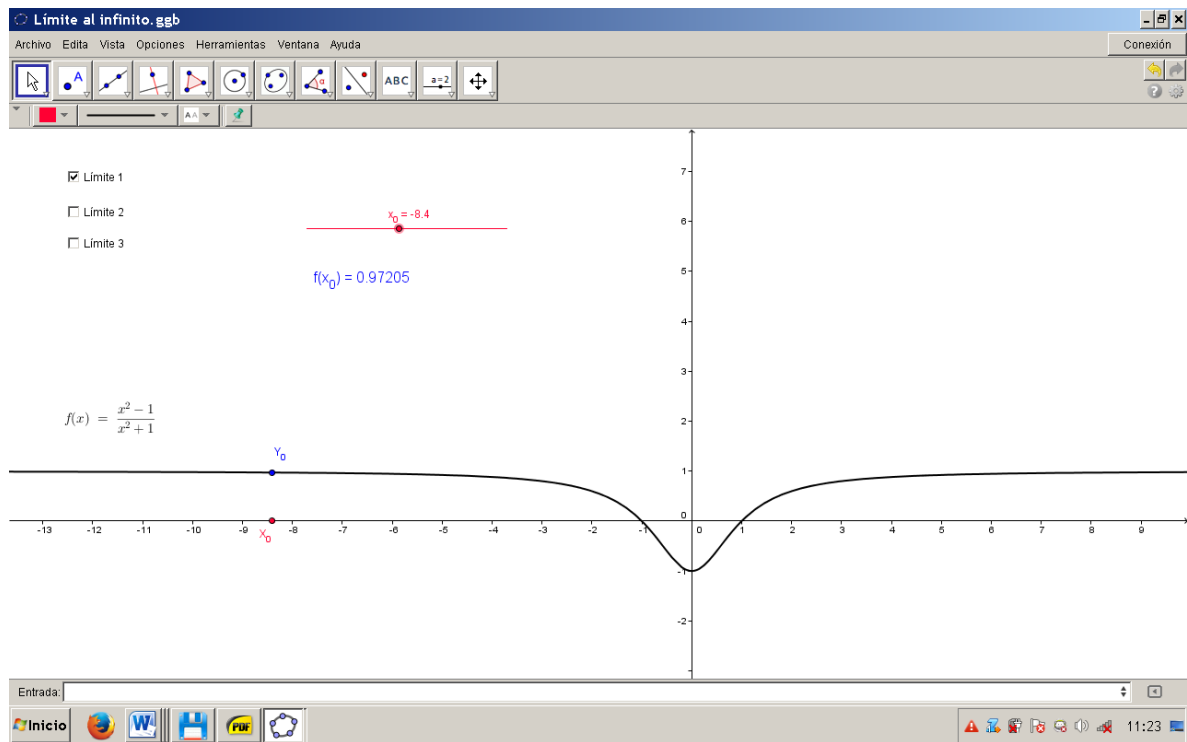


Figura 6

Precisiones generales

Después de analizados estos tres casos utilizando el medio elaborado previamente, el docente puede motivar a que los estudiantes experimenten con otros casos y exploren su comportamiento desde el punto de vista numérico y geométrico. Esto permitirá plantear a los alumnos una proposición muy importante como la regla de Leibniz para el cálculo de límites al infinito de funciones racionales.

En este momento de la conferencia se le puede proponer analizar un caso de mucha importancia en lo que sigue del curso, el comportamiento al infinito de la función $f(x) = (1 + \frac{1}{x})^x$, para le proponemos la tarea docente 7.

Tarea docente 7

Título: límites notables

Introducción

En el intento de calcular otros límites al infinito nos encontramos con comportamiento muy interesantes, un caso que se analiza en todo curso de Análisis Matemático es el nombrado límite fundamental algebraico.

Objetivo: Conjeturar sobre el valor del límite fundamental algebraico, a través de la variación de los valores de la variable independiente.

Situación de aprendizaje

Se le oriente que activen en las computadoras el software Geogebra, y que ejecuten las siguientes acciones:

1. Represente la función $f(x) = (1 + \frac{1}{x})^x$
2. Introduzca un deslizador a .
3. Represente los puntos $(a, 0)$ y $(a, f(a))$.
4. Trace un segmento entre ambos puntos.
5. Mediante el comando ABC introduzca un texto donde se visualice los valores funcionales.
6. Explore variando el deslizador, observe y responda:
 - Geométricamente, ¿qué sucede con el punto $(a, f(a))$?
 - Numéricamente, liste algunos valores que asume la función, ¿a qué valor se aproximan los valores funcionales?

Precisiones generales

La tarea docente facilita que los estudiantes conjeturen sobre el valor de este límite que es de extraordinaria importancia para el cálculo de algunos límites. También el docente tiene que explicitar que se está en el caso de una indeterminación del tipo 1^∞ .

Por otra parte, acto seguido puede usar el hecho de que este resultado se había demostrado para las funciones definidas de \mathbb{N} en \mathbb{R} , o sea las sucesiones y en este caso es una generalización para funciones de \mathbb{R} en \mathbb{R} .

Una idea similar se puede ejecutar para el límite fundamental trigonométrico, basta con representar la función $g(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$ e investigar su comportamiento cuando la variable independiente se aproxima a cero para poder conjeturar el valor del límite.

Los casos anteriores nos ilustran una vía general para suponer el valor de límites que sean difíciles de calcular.

Anexo 8A. Programa del taller de socialización con los profesores del Departamento de Matemática que valoraron la pertinencia del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y de la estrategia para su concreción en la formación de pregrado de ingenieros en la Universidad de Holguín

Tema: Análisis y evaluación del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y de la estrategia para su concreción práctica.

Objetivo: Valorar la pertinencia del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y de la estrategia para su concreción práctica.

Participantes: profesores del Departamento de Matemática de la Universidad de Holguín

Facilitador: M. Sc. Reol Zayas Batista

Tiempo: 3 horas y 40 minutos

Estructura del taller

- Apertura del taller. Breve descripción sobre qué caracteriza la actividad a realizar, las reglas de trabajo en grupo y la propuesta del tema a tratar en el taller de socialización. (10 minutos).
- Presentación de una síntesis del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y de la estrategia para su concreción práctica. (60 minutos).
- Trabajo en equipos: Formar cinco equipos para analizar el modelo y la estrategia didáctica, a partir de los indicadores establecidos y las escalas evaluativas. (60 minutos).
- Trabajo en plenario: Cada equipo emite sus consideraciones a partir de los indicadores y escalas evaluativas que se le brindaron y se arriba a un consenso general. (60 minutos).

- Elaboración de un informe del proceso de socialización, que recoge las intervenciones y recomendaciones, desde la reflexión, la valoración crítica, y la aprobación por parte de los participantes. (30 minutos).
- Análisis de la pertinencia del modelo y la estrategia didáctica mediante los indicadores establecidos con sus respectivas escalas evaluativas.

Indicadores:

Para la valoración de la pertinencia del modelo, se tuvieron en cuenta los indicadores siguientes:

1. El modo en que el modelo didáctico explica globalmente la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.
2. La estructuración del modelo en componentes y subcomponentes.
3. El modo en que se hacen evidentes las relaciones entre los componentes y subcomponentes.
4. La suficiencia con que el modelo reúne las características de un sistema.
5. La denominación dada a los componentes, la explicación de su contenido y sus funciones.
6. La denominación dada a los subcomponentes, la explicación de su contenido y sus funciones
7. La definición de las cualidades resultantes de la sinergia de los subcomponentes de los componentes.
8. La definición de la cualidad resultante del sistema devenida de la sinergia de sus componentes y subcomponentes.

Los indicadores utilizados para evaluar el comportamiento de la pertinencia de la estrategia didáctica fueron:

1. La aptitud que tienen las etapas y acciones de la estrategia para precisar los momentos que deben ser considerados, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y para hacerla viable.
2. Las posibilidades que ofrece la estrategia para la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.

3. La definición del objetivo general y el marco temporal de la estrategia didáctica y de las responsabilidades de los implicados en su aplicación.
4. La coherencia general entre las etapas y acciones.
5. La denominación de las etapas de la estrategia didáctica.
6. La definición de los objetivos de las etapas de la estrategia didáctica.
7. La denominación de las acciones de la estrategia didáctica.
8. La precisión de la orientación que ofrecen los objetivos y acciones de las etapas de la estrategia didáctica.

Anexo 8B. Cuestionario para valorar la pertinencia del modelo y de la estrategia didáctica (taller de socialización)

Compañeros, a partir de los indicadores establecidos para cada caso, exprese sus valoraciones con el empleo de las categorías: Muy adecuado (5), Bastante adecuado (4), Adecuado (3), Poco adecuado (2) y No adecuado (1). Muchas Gracias.

Modelo

Indicadores para la valoración de la pertinencia del modelo	5	4	3	2	1
El modo en que el modelo didáctico explica globalmente de mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.					
La estructuración del modelo en componentes y subcomponentes.					
El modo en que se hacen evidentes las relaciones entre los componentes y subcomponentes					
La suficiencia con que el modelo reúne las características de un sistema.					
La denominación dada a los componentes , la explicación de su contenido y sus funciones					
La denominación dada a los subcomponentes, la explicación de su contenido y sus funciones.					
La definición de las cualidades resultantes de la sinergia de los subcomponentes de los componentes.					
La definición de la cualidad resultante del sistema devenida de la sinergia de sus componentes y subcomponentes.					

Estrategia

Indicadores para la valoración de la pertinencia de la estrategia	5	4	3	2	1
La aptitud que tienen las etapas y acciones de la estrategia para precisar los momentos que deben ser considerados, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior y para hacerla viable.					
Las posibilidades que ofrece la estrategia para la medición de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.					
La definición del objetivo general y el marco temporal de la estrategia didáctica y de las responsabilidades de los implicados en su aplicación.					
La coherencia general entre las etapas y acciones.					
La denominación de las etapas de la estrategia didáctica					
La definición de los objetivos de las etapas de la estrategia didáctica.					
La denominación de las acciones de la estrategia didáctica.					
La precisión de la orientación que ofrecen los objetivos y acciones de las etapas de la estrategia didáctica.					

Anexo 8C. Aval del taller de socialización con especialistas

 **Universidad de Holguín**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
DPTO. MATEMÁTICA

Holguín, 20 de febrero de 2020
"Año 62 de la Revolución"

A quien pueda interesar:


Por medio de la presente damos a conocer que el M. Sc. Reol Zayns Batista desarrolló un taller de socialización con especialistas en el Departamento de Matemática de la Universidad de Holguín.


En dicho taller el doctorando presentó una síntesis de las principales contribuciones teóricas y metodológicas de su investigación doctoral titulada: **El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en las carreras de ingeniería**, lo que propició un fructífero debate que produjo importantes sugerencias y recomendaciones para el perfeccionamiento de la tesis.

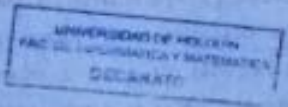
A su vez, se consideró que las aportaciones de la investigación son válidas, pertinentes y viables, pudiendo contribuir a elevar la significatividad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Superior en general y de los conceptos y sus definiciones en particular. Esta cualidad puede favorecer los resultados del aprendizaje de una disciplina que es vista por los estudiantes como un obstáculo para graduarse.

Asimismo, se agradeció al investigador haber trabajado una temática necesaria y de actualidad, la que según se planteó, a pesar de identificarse como una problemática anteriormente no se había logrado concretarse en la práctica pedagógica.

Sin otro asunto que tratar, se emite el siguiente aval a los 20 días del mes de febrero de 2020.


Esp. Yanciel Almirales Almirales
2. Jefa del Departamento de Matemática


Dr. C. Miguel Escalona Rcyes
Decano


UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
FAC. DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
DPTO. MATEMÁTICA
DECANATO

Universidad de Holguín
Calle 13 de Agosto No. 111, San Juan de los Rios, Holguín, Cuba
Teléfono: (53) 74 482888 / (53) 74 482873 - www.uho.edu.cu

Anexo 9A. Cuestionario para la selección de expertos

Al reconocer en usted a un(a) profesional de la docencia y la investigación de la Matemática Superior, solicito su colaboración para la valoración de la pertinencia del modelo didáctico de la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones y de la estrategia para su concreción durante el desarrollo de la disciplina Matemática Superior en las carreras de ingeniería, que constituyen los principales resultados de la investigación que realizó en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación. Le estaré siempre agradecido por su inestimable ayuda.

Por las exigencias del método de criterio de expertos, antes de emitir sus opiniones, le solicito sus respuestas a los aspectos siguientes:

- a) Nombres y apellidos: _____
- b) Cargo que ocupa: _____
- c) Centro de trabajo: _____
- d) Marque con una cruz: Doctor _____ Master _____ o Especialista de postgrado _____
- e) Años de experiencia como docente universitario: _____
- f) Categoría docente: _____

1. Marque con una cruz (x), en la tabla siguiente, el valor que corresponde a su grado de conocimiento para aportar juicios de valor sobre la pertinencia del tema en cuestión. (La escala es ascendente, va creciendo de 0 hasta 10).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2. Autovalore el grado de influencia que cada una de las fuentes que se le presentan a continuación, ha tenido en su conocimiento y criterios sobre el tema planteado: (Marque con una cruz (x), según corresponda, en A (alto), M (medio), B (bajo)).

Fuente de Argumentación	Grado de influencia de cada fuente		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Investigaciones o trabajo metodológico realizado por usted.			
Experiencia adquirida en su actividad profesional impartiendo docencia de Matemática Superior.			
Estudio de literatura especializada y publicaciones de autores nacionales			
Estudio de literatura especializada y publicaciones de autores internacionales			
Su propio conocimiento del estado actual de la problemática.			
Su intuición			

Anexo 9B. Composición y algunas características de los expertos que valoraron el modelo y la estrategia didáctica

No	Grado científico	Título académico	Categoría docente	Años de experiencia docente
1	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	28
2	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	40
3	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	38
4	Dr. C.	M. Sc.	P. Auxiliar	42
5	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	36
6	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	18
7	-	M. Sc.	P. Auxiliar	40
8	Dr. C.	M. Sc.	P. Auxiliar	44
9	Dr. C.	M. Sc.	P. Auxiliar	40
10	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	30
11	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	24
12	-	M. Sc.	P. Auxiliar	27
13	-	M. Sc.	P. Auxiliar	39
14	Dr. C.	-	P. Titular	28
15	-	M. Sc.	P. Auxiliar	18
16	-	M. Sc.	P. Auxiliar	18
17	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	14
18	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	16
19	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	20
20	Dr. C.	M. Sc.	P. Titular	14

Anexo 9C. Cuestionario a expertos para la valoración de la pertinencia del modelo y la estrategia didáctica

Compañero o compañera:

Elaborar una estrategia didáctica sustentada en un modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior en la formación de pregrado de las carreras de ingeniería, para favorecer la asimilación del sistema conceptual de la disciplina, constituye el objetivo de la investigación que llevo a cabo como parte del proceso para optar por el grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.

Por tal razón, le solicito su valiosa colaboración mediante el llenado de este cuestionario, agradeciéndole de antemano por la ayuda que representa su contribución a estos resultados. Le adjunto un material que contiene los mismos.

1. En relación con el modelo didáctico valore los criterios que se señalan, utilizando las categorías de Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA), No Adecuado (NA).

Criterios		(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
1	El grado de adecuación con el modelo didáctico propuesto se atiene a las particularidades de este tipo de resultado científico.	10	5	5	0	0
2	El modo en que el modelo didáctico explica la mediación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la Matemática Superior.	9	5	5	1	0
3	La estructuración del modelo didáctico en componentes y subcomponentes.	12	3	4	1	0
4	El modo en que están expresadas las relaciones entre los componentes y subcomponentes.	11	5	2	2	0

5	La suficiencia con que el modelo didáctico reúne las características de un sistema.	10	6	4	0	0
6	La denominación del componente “contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería”.	10	8	2	0	0
7	La precisión de la función y los subcomponentes del componente “contenido conceptual”.	11	4	4	1	0
8	La denominación del subcomponente “conocimiento conceptual”.	10	6	4	0	0
9	La explicación del subcomponente “conocimiento conceptual”.	11	7	2	0	0
10	La denominación del subcomponente “conocimiento procedimental”.	12	2	1	0	0
11	La explicación del subcomponente “conocimiento procedimental”.	13	4	3	0	0
12	La denominación del subcomponente “habilidades profesionales”.	12	5	3	0	0
13	La explicación del subcomponente “habilidades profesionales”.	10	6	3	1	0
14	La identificación y definición de la cualidad resultante de la sinergia de los subcomponentes del componente “contenido conceptual de la Matemática Superior para las carreras de ingeniería”.	11	5	4	0	0
15	La denominación del componente “entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	11	8	1	0	0

16	La precisión de la función y los subcomponentes del componente “entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	10	8	2	0	0
17	La denominación del subcomponente “contextos de apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”	12	6	2	0	0
18	La explicación del subcomponente “contextos de apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”	13	5	2	0	0
19	La denominación del subcomponente “tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la formación y aplicación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	12	6	2	0	0
20	La explicación del subcomponente “tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la formación y aplicación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	10	8	1	1	0
21	La denominación del subcomponente “formas de organización del trabajo docente de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	14	4	2	0	0

22	La explicación del subcomponente “formas de organización del trabajo docente de la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	12	7	1	0	0
23	La identificación y definición de la cualidad sistémica resultante de la sinergia de los subcomponentes del componente “entorno de enseñanza-aprendizaje para la apropiación de conceptos y definiciones matemáticos en las carreras de ingeniería”.	12	6	2	0	0
24	La identificación y definición de la cualidad sistémica resultante de la sinergia de los componentes y subcomponentes componentes del modelo	10	8	2	0	0

2. En relación con la estrategia didáctica valore los criterios que se señalan

Criterios		(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
1	El grado de adecuación con que la estrategia concreta el modelo didáctico que le sirve de sustento teórico-metodológico.	10	5	5	0	0
2	El grado de adecuación de la estructura general de la estrategia didáctica.	9	5	5	1	0
3	La precisión de la definición conceptual de la estrategia	12	3	4	1	0
4	El grado de suficiencia que tienen las condiciones previas de la estrategia para concretar su objetivo general.	11	5	2	2	0
5	La formulación de la intencionalidad de los objetivos específicos de la estrategia para concretar su objetivo general.	10	6	4	0	0

6	El grado de suficiencia que tienen las etapas de la estrategia para precisar los momentos que debe abarcar.	10	8	2	0	0
7	El grado de suficiencia que tiene el conjunto las acciones de la estrategia para hacer viable el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y sus definiciones de la matemática Superior.	11	4	4	1	0
8	La pertinencia de la primera etapa, “diagnóstico de las condiciones previas”, y las acciones que la concretan para viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.	10	6	4	0	0
9	La pertinencia de la segunda etapa, “diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto”, y las acciones que la concretan para viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.	11	7	2	0	0
10	La pertinencia de la tercera etapa, “orientación y ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto”, y las acciones que la concretan para viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.	12	2	1	0	0
11	La pertinencia de la cuarta etapa, “evaluación”, y las acciones que la concretan para viabilizar el proceso enseñanza-aprendizaje.	13	4	3	0	0

Anote a continuación las sugerencias de modificación o cualquier otra que considere prudente para mejorar la propuesta valorada. Le agradezco encarecidamente que haya dedicado parte de su preciado tiempo para colaborar en esta investigación.

Anexo 9D. Resultados del criterio de expertos para la valoración del modelo didáctico

Tabla I								
Criterios	C1	C2	C3	C4	Suma	Promedio	N-promedio	Categoría
1	0	0.67	3.49	3.49	7.65	1.91	0.06	MA
2	-0.13	0.52	1.64	3.49	5.52	1.38	0.59	BA
3	0.25	0.67	1.64	3.49	6.05	1.51	0.46	BA
4	0.13	0.84	1.28	3.49	5.74	1.44	0.54	BA
5	0	0.84	3.49	3.49	7.82	1.96	0.01	MA
6	0	1.28	3.49	3.49	8.26	2.07	-0.10	MA
7	0.13	0.67	1.64	3.49	5.93	1.48	0.49	BA
8	0	0.84	3.49	3.49	7.82	1.96	0.01	MA
9	0.13	1.28	3.49	3.49	8.39	2.10	-0.13	MA
10	0.84	1.5	3.49	3.49	9.32	2.33	-0.36	MA
11	0.39	1.04	3.49	3.49	8.41	2.10	-0.13	MA
12	0.25	1.04	3.49	3.49	8.27	2.07	-0.10	MA
13	0	0.84	1.64	3.49	5.97	1.49	0.48	BA
14	0.13	0.84	3.49	3.49	7.95	1.99	-0.02	MA
15	0.13	1.64	3.49	3.49	8.75	2.19	-0.22	MA
16	0	1.28	3.49	3.49	8.26	2.07	-0.10	MA
17	0.25	1.28	3.49	3.49	8.51	2.13	-0.16	MA
18	0.39	1.28	3.49	3.49	8.65	2.16	-0.19	MA
19	0.25	1.28	3.49	3.49	8.51	2.13	-0.16	MA
20	0	1.28	1.64	3.49	6.41	1.60	0.37	BA

21	0.52	1.28	3.49	3.49	8.78	2.20	-0.23	MA
22	0.25	1.64	3.49	3.49	8.87	2.22	-0.25	MA
23	0.25	1.28	3.49	3.49	8.51	2.13	-0.16	MA
24	0	1.28	3.49	3.49	8.26	2.07	-0.10	MA
Suma	5.56	37.95	101.86	115.17	260.54	65.14		
Pto. Corte	0.17	1.15	3.09	3.49	7.9	1.97	=N	

Anexo 9E. Resultados del criterio de expertos para la valoración de la estrategia didáctica

Tabla I								
Criterios	C1	C2	C3	C4	Suma	Promedio	N-promedio	Categoría
1	0	0.67	3.49	3.49	7.65	1.9125	-0.0725	MA
2	-0.13	0.52	1.64	3.49	5.52	1.38	0.46	BA
3	0.25	0.67	1.64	3.49	6.05	1.5125	0.3275	BA
4	0.13	0.84	1.28	3.49	5.74	1.435	0.405	BA
5	0	0.84	3.49	3.49	7.82	1.955	-0.115	MA
6	0	1.28	3.49	3.49	8.26	2.065	-0.225	MA
7	0.13	0.67	1.64	3.49	5.93	1.4825	0.3575	BA
8	0	0.84	3.49	3.49	7.82	1.955	-0.115	MA
9	0.13	1.28	3.49	3.49	8.39	2.0975	-0.2575	MA
10	0.84	1.5	3.49	3.49	9.32	2.33	-0.49	MA
11	0.39	1.04	3.49	3.49	8.41	2.1025	-0.2625	MA
Suma	1.74	10.15	30.63	38.39	80.91	20.2275		
Punto Corte	0.16	0.92	2.78	3.49	7.36	1.84	=N	

Anexo 10 A. Prueba inicial de diagnóstico para el pre-experimento

1. En la educación preuniversitaria estudiaste el concepto de función, menciona al menos tres características del mismo.

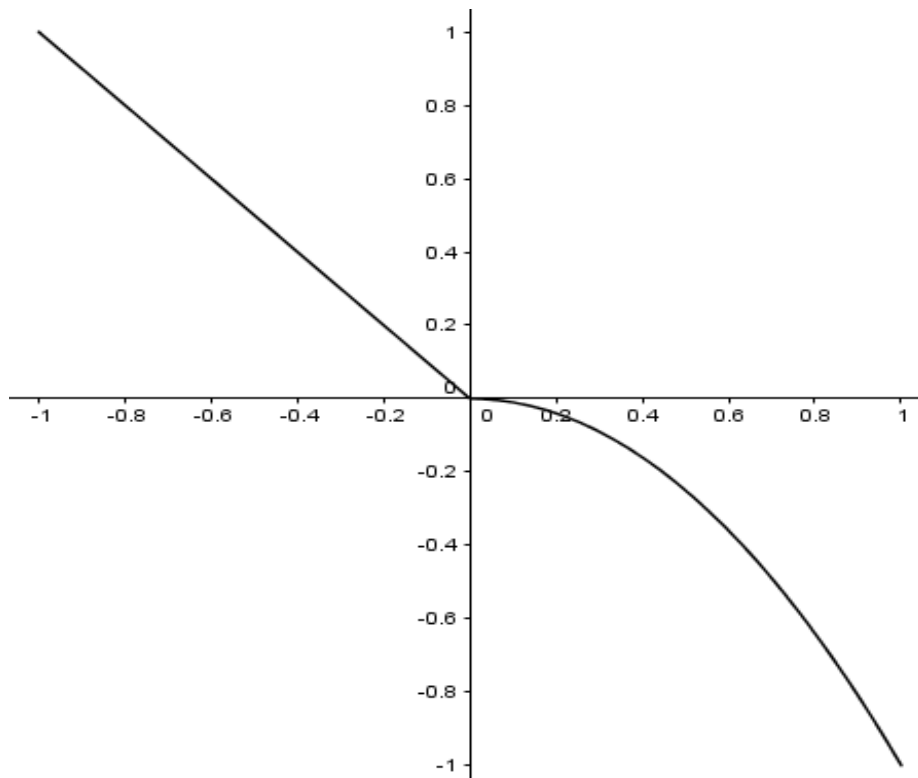
2. Dada una función $f(x)$

2.1. Su representación simbólica es: $f(x) = \begin{cases} |x|, & -1 \leq x < 0 \\ -x^2, & 0 \leq x \leq 1 \end{cases}$

2.2. Al calcular los valores $f(x)$ para algunos valores de x se obtiene la siguiente tabla:

x	-1	-0,5	-0,3	-0,1	-0,01	-0.0001	0.0001	0,01	0,1	0,3	0,5	1
$f(x)$	1	0,5	0,3	0,1	0,01	0.0001	0.0000001	0.00001	0,01	0,09	0,25	-1

2.3. Si se representa gráficamente $f(x)$ se obtiene el siguiente gráfico:



a) Al conocer las representaciones simbólica, numérica y gráfica de la función $f(x)$, mostradas anteriormente, estás en condiciones de responder las siguientes interrogantes:

- ¿A qué valor parece aproximarse los de valores de x ?

- ¿A qué valor parece aproximarse los de valores de $f(x)$?
 - ¿Será posible recorrer el gráfico de la función sin levantar el lápiz?
 - Menciona al menos cinco propiedades que cumple la función $f(x)$.
3. En tu historia estudiantil, desde la educación primaria, has estudiado matemáticas; considerando tu experiencia, valora los siguientes aspectos según la escala dada:

	SI	NO
3.1. La Matemática es una ciencia difícil de aprender	84.31% (43)	15.69 % (8)
3.2. En las clases de Matemática me aburro	50.98 % (26)	49.02% (25)
3.3. Estudiar Matemáticas siempre me ha gustado	23.53% (12)	76.47% (39)
3.4. En las clases de Matemática hemos usado TIC para estudiar los nuevos conocimientos	9.80% (5)	90.20% (46)
3.5. La Matemática es una ciencia interesante	19.61% (10)	80.395 (41)
3.6. La Matemática me ha dificultado obtener la carrera que quería	45.10% (23)	50.90% (28)

4. Mencione al menos tres aspectos que cambiaría de las clases de Matemática
5. Señale con una (X), de los recursos informáticos y telemáticos que se le mencionan a continuación, cuáles sabes utilizar.

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Computadoras personales 100% (51) | <input type="checkbox"/> Teléfono celular 100% (51) |
| <input type="checkbox"/> Software matemático 15.69% (8) | <input type="checkbox"/> Redes sociales 92.16 % (47) |
| <input type="checkbox"/> Correo electrónico 88.24% (45) | <input type="checkbox"/> Paquete de ofimática 19.61% (10) |

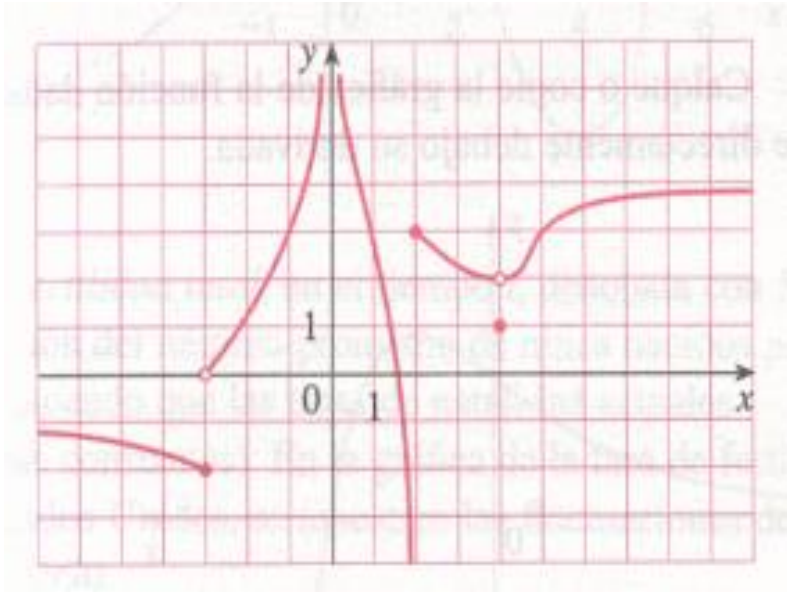
Anexo 10 B. fragmento del plan calendario de la asignatura Matemática I, donde se evidencia los contenidos, tipos de clases y recursos informáticos y telemáticos utilizados durante la intervención en la práctica

Contenidos	T. clase	TIC
Problemas matemáticos y de ingeniería que se modelan por una aproximación en el sentido infinitamente próximo. Una primera definición del concepto límite de una función. Definición precisa de límite. Propiedades de los límites. Límites laterales. Límites al infinito.	Conferencia	Geogebra, entorno virtual de la asignatura, móvil, correo-e, redes digitales
Solución de ejercicios sobre la comprensión del concepto límite de una función y de problemáticas ingenieriles que se modelan por dicho concepto.	C. práctica	Geogebra, entorno virtual de la asignatura, móvil, correo-e, redes digitales
Concepto de continuidad de una función en un punto. Funciones discontinuas y su clasificación. Continuidad lateral. Continuidad en un intervalo. Propiedades de las funciones continuas.	Conferencia	Geogebra, entorno virtual de la asignatura, móvil, correo-e, redes digitales
Solución de ejercicios sobre la comprensión del concepto continuidad de una función y de problemáticas sociales que se modelan por dicho concepto.	C. práctica	Geogebra, entorno virtual de la asignatura, móvil, correo-e, redes digitales
Solución de ejercicios y problemas donde se identifiquen, realicen y apliquen los conceptos estudiados y los procedimientos de solución asociados	Seminario	Geogebra, entorno virtual de la asignatura, móvil, correo-e, redes digitales

Anexo 10 C. Prueba¹ de salida después de la intervención en la práctica a los estudiantes del grupo

1.3

Pregunta 1. Dada la gráfica de la función f



a) Encuentre cada uno de los siguientes límites y en el caso que no exista explique por qué.

i. $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x)$

v. $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$

ii. $\lim_{x \rightarrow -3^+} f(x)$

vi. $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x)$

iii. $\lim_{x \rightarrow -3} f(x)$

vii. $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$

iv. $\lim_{x \rightarrow 4} f(x)$

viii. $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$

b) Identifique los valores de la variable independiente donde la función f es discontinua explique por qué y clasifique la discontinuidad.

¹ Las preguntas han sido tomadas o modificadas del texto básico para la asignatura

Pregunta 2. Sea la función $f(x)=\begin{cases} 2-x & \text{si } x < 2 \\ x^2 - 2x & \text{si } x > 2 \end{cases}$ explique por qué esta función es discontinua para $x = 2$. Si es posible construya una nueva función a partir de $f(x)$ que sea continua en todos los números reales.

Pregunta 3. En la investigación espacial se usa un horno de crecimiento de cristales para determinar cómo se deben manufacturar los cristales usados en los componentes electrónicos del “taxi espacial”. El proceso requiere un control preciso de la potencia de entrada. Suponga que la relación está dada por $T(w) = 0.1w^2 + 2.155w + 20$ donde T es la temperatura en grados Celsius y la potencia de entrada en watts.

- ¿Cuánta potencia de entradas se necesita para mantener la temperatura en 200°C ?
- ¿Si la temperatura puede variar hacia arriba o debajo de 200°C en $\pm 1^\circ\text{C}$ qué variación en potencia, en watts, será permitida?
- En términos de la definición ε, δ , de $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$. ¿Qué es x ? ¿Qué es $f(x)$? ¿Qué es L ? ¿Qué valor de ε se da? ¿Cuál es el δ correspondiente?

Anexo 10 D. Tabla de frecuencias de la prueba de salida del cuasi experimento

	Límite de una función											
	Identificación				Realización				Aplicación			
	Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Alto	12	48.00	4	15.38	9	36.00	5	19.23	4	16.00	2	7.69
Medio	9	36.00	11	42.31	15	60.00	10	38.46	11	44.00	7	26.92
Bajo	4	16.00	11	42.31	1	4.00	11	42.31	10	40.00	17	65.38
	Continuidad de una función											
	Identificación				Realización				Aplicación			
	Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Alto	9	36.00	2	7.69	12	48.00	4	15.38	4	16.00	3	11.54
Medio	15	60.00	7	26.92	9	36.00	11	42.31	14	56.00	8	30.77
Bajo	1	4.00	17	65.38	14	56.00	11	42.31	7	28.00	15	57.69

Anexo 10 E. Estadísticas y gráfica de caja y bigote de la prueba de salidos del pre-experimento obtenidos por el SPSS.v19

Estadísticos

		Identificacion Lexp	Identificacion Lctr	RealizacionL exp	RealizacionLctr	AplicacionLex p	AplicacionLctr
N	Válido	25	26	25	26	25	26
	Perdidos	1	0	1	0	1	0
Media		2,32	1,73	2,32	1,77	1,76	1,42
Mediana		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00
Desviación estándar		,748	,724	,557	,765	,723	,643
Percentiles	25	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
	50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00
	75	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00

