



**Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”**

**Facultad de Ciencias Técnicas**

**Departamento de Matemática**

**Tesis presentada en opción al título académico de Máster en  
Matemática Educativa.**

**Título de la Tesis:** Contribución de la Lógica Matemática a la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Autora:** Ing. Yudelkis Valderrama Garrido.

**Tutor:** Dr. C. Walfredo Hernández González.

**Matanzas, 2019**

*"Todo tiempo futuro tiene que ser mejor"*

*Julio Antonio Mella*

## **Dedicatoria**

Esta investigación la dedico a mi esposo, familiares, amigos, compañeros de trabajo, y a todas aquellas personas que han estado pendientes desde el primer día, en que tomé la decisión de comenzar hasta el último en que concluye la elaboración de esta tesis.

La dedico a todo el que durante este período me ha enseñado algo, en lo personal o en lo profesional, a las buenas o a las malas, y además se lo agradezco. La dedico a aquellos compañeros de la maestría que me dieron la fuerza e inspiración de seguir no solo con sus palabras, sino con algo más poderoso, su ejemplo. Pero principalmente la dedico a todo el que se aventura en este viaje de crecimiento profesional, por las horas hasta bien tarde en la noche, por el desvelo que provoca la preocupación de que todo salga bien, a todo el que desde que decide comenzar tiene la certeza de que debe terminar, porque "respeto a los hombres de principios si saben llegar a los finales", pero para los que no cesan y buscan una segunda oportunidad, la dedico también. A todo el que dedica tiempo y amor a este proyecto, a tal punto, que lo hace tan suyo que se vuelve parte indispensable en su día a día, a todo el que, a pesar de las dificultades, después de sentarse en los momentos de aprendizaje, encuentra la fuerza para levantarse y seguir adelante. La dedico a todo el que cree en sí mismo o ya se propuso lograrlo, a todo el que en el camino no deja de pensar en la meta que desea alcanzar y no escatima esfuerzos para lograrlo pero nunca opta por subestimar, menospreciar, o irrespetar a quien encuentre a su paso. Finalmente la dedico a la persona que lucha y hace de este mundo algo mejor y la dedico a la vida por la oportunidad que me da cada nuevo día de crecer y superarme a mí misma.

## **Agradecimientos**

Gracias a todas las personas que han formado parte del claustro de esta maestría que ha logrado hacer que me enamore del resultado alcanzado, gracias a mis compañeros por los momentos compartidos y por las amistades que han logrado trascender los encuentros de clases. Gracias a los profesores por la dedicación en cada etapa, por transmitir sus conocimientos y experiencias, y gracias sobre todo a los que en esos instantes de pasión con que impartían cada clase hacían crecer en mí el deseo de ser cada vez mejor en esta profesión. Gracias al tribunal por poner su experiencia en pos de lograr un resultado final con la mayor calidad posible. Gracias a la coordinadora por su tenacidad y preocupación por cada uno de nosotros desde el día uno en que comenzó esta aventura, pero sobre todo gracias por estar dispuesta a ayudar siempre ante cada adversidad, por su paciencia y comprensión. Gracias a mi oponente que supo ser mucho más que eso, porque a pesar de respetar la formalidad y el rigor que caracteriza este proceso, ha sabido realizar esta tarea en busca de que se logre lo mejor pero siempre desde la perspectiva de no desperdiciar el tiempo de un consejo, de apoyar y comprender, más que juez ha sido tutora y amiga, algo que respeto, agradezco y considero meritorio. Gracias a mi tutor por el tiempo dedicado, por su experiencia, por la enseñanza que me ha brindado todo este tiempo. Gracias a mi co-tutora, que no solo es mi jefa de departamento sino una tutora y amiga que en cada momento de desesperación ha estado ayudando a calmarme y siempre dispuesta a buscar soluciones y mostrarme que lo más importante era seguir adelante. Gracias a mis compañeros y los amigos del departamento que han estado ahí siempre atentos a mis logros en cada una de estas etapas imprimiendo en mí con cariño, la fuerza y motivación de dar el siguiente paso.

Gracias a todos mis amigos que han pasado la prueba de fuego de la distancia y los años y siguen ahí con el mismo amor de siempre, no son muchos pero son verdaderos. Gracias a los que he encontrado en el camino y a pesar de las diferencias apuestan por nuestra amistad cada nuevo día.

Gracias a mis padres por la educación y la enseñanza que me han transmitido, por cada etapa de mi vida en la que han estado presente, gracias por hacerme comprender que no son perfectos como cada hijo desea siempre que idealiza al padre pero a pesar de eso, han dado lo mejor de sí mismos desde el conocimiento que han tenido.

Gracias a mis familiares porque a pesar de que es imposible escoger la familia, no cambiaría a ninguno, cada uno de ustedes es especial tal como es y ha contribuido de una forma u otra a mi crecimiento.

Gracias a las personas que me rodean y me acompañan en el camino, por su cariño, comprensión, respeto y sinceridad. Por compartir conmigo lo que no se recupera jamás: el tiempo.

Y finalmente mi agradecimiento especial a la persona que amo, y afortunadamente me ama, porque así lo ha demostrado, gracias por ser el mayor motor impulsor en la realización de este trabajo, gracias por creer en mí e incentivarme a superarme como mujer, como profesional y como persona cada día. Gracias por ser un tutor más escuchando una y otra vez mis ensayos siempre ante una presentación, gracias por tranquilizarme en cada momento tenso y respetar cada una de mis emociones, gracias por velar por mi bienestar y tranquilidad, por ser testigo de mis buenos y no tan buenos momentos y elegirme cada día desde que comenzamos nuestra vida juntos. Gracias por tu ecuanimidad ante cualquier obstáculo frente al que has tomado pacientemente mi mano y me has ayudado a superar. Gracias a ti mi esposo, porque a pesar de que el mañana es incierto me has permitido encontrar el camino por el que quiero andar, siempre junto a la persona que me ha enseñado lo que es un amor real, por eso, por el ánimo, por el apoyo, por tu presencia, por tu tiempo, por tu forma, por tu vida a mi disposición y el amor que pones en cada una de tus actitudes hacia mí te agradezco y te dedico este trabajo.

## **Resumen**

La Lógica Matemática es una ciencia que constituye un elemento fundamental en el surgimiento de la Informática y en su desarrollo, sus elementos son base importante dentro de las principales disciplinas de esta ciencia y potencian requisitos indispensables que debe poseer un profesional de esta área como la capacidad de abstracción y el pensamiento lógico. Teniendo en cuenta que estos, entre otros aspectos, le confieren gran importancia a la presencia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática, se realizó un estudio en la Universidad de Matanzas con el objetivo de conocer cómo se refleja la contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático. Los resultados alcanzados arrojaron dificultades en cuanto al reconocimiento, aplicación e incorporación de la Lógica Matemática, tanto por parte de los estudiantes como de los profesores. Por tal motivo la presente tesis tiene como objetivo diseñar un sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a través de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Ingeniería de Software, Programación, Base de Datos, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| Introducción.....  | 1  |
| Capítulo 1. Fundamentos teóricos y metodológicos sobre la relación entre la Lógica Matemática y disciplinas de Informática en la formación inicial del Ingeniero Informático.....  | 7  |
| 1.1 Informática y sus principales disciplinas.....   | 7  |
| 1.2 Formación inicial del Ingeniero Informático.....   | 11 |
| 1.3 La Lógica Matemática como ciencia.....   | 16 |
| 1.4 La Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.....  | 19 |
| Conclusiones del capítulo.....   | 26 |
| Capítulo 2: Sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.....   | 28 |
| 2.1 Operacionalización de la variable contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.....  | 28 |
| 2.2 Estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.....  | 30 |
| 2.3 Estructura del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.....                                    | 34 |
| 2.4 Etapas y conjunto de actividades que conforman el sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática..... | 39 |
| Conclusiones del capítulo.....   | 51 |
| Capítulo 3. Validación parcial del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.....                    | 52 |
| 3.1 Criterio de expertos.....  | 52 |
| 3.2 Aplicación del método Delphy.....  | 53 |
| 3.3 Resultados del pilotaje realizado.....   | 57 |
| Conclusiones del capítulo.....   | 60 |
| Conclusiones.....  | 61 |
| Recomendaciones.....   | 62 |
| Referencias Bibliográficas.....  | 63 |
| Anexos.....  | 67 |

## **Índice de Figuras**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Esquema del sistema de actividades propuesto. Elaboración de la autora. ....           | 37 |
| Figura 2: Resultados de la triangulación de los métodos empíricos. Elaboración de la autora..... | 59 |

## **Índice de Tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Votación de los expertos para cada indicador. Elaboración de la autora. ....         | 56 |
| Tabla 2: Resultados de la aplicación de los métodos empíricos. Elaboración de la autora. .... | 59 |

## Introducción

En la sociedad actual la Informática es aplicada en muchos sectores de la actividad humana ya que las computadoras se han extendido y existe un gran número de programas creados para facilitar el trabajo del hombre en cualquier área. Cada vez más las distintas organizaciones se ven obligadas a tomar decisiones con mayor precisión y rapidez mediante el uso de una gran cantidad de información. En este sentido, el empleo de la Informática es decisivo para transformar la organización. Los cambios en el mercado laboral, el avance de las nuevas tecnologías y la necesidad de contar con profesionales capacitados para comprender las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han contribuido a que la Ingeniería Informática tenga una alta demanda en la sociedad de hoy.

En este contexto los Ingenieros Informáticos se han convertido en profesionales necesarios en todo tipo de instituciones donde se deseen implantar las nuevas tecnologías, así como implementar y mejorar sistemas de información. Frente a esta realidad, el profesional egresado de la carrera Ingeniería Informática debe poseer una formación que le permita desempeñarse de forma competitiva en diferentes escenarios relacionados con las tecnologías teleinformáticas, ser capaz de gestionar soluciones y servicios tendientes a generar valor a las organizaciones a través de la implementación de estrategias de innovación soportadas en los procesos y la tecnología, de esta manera, debe actuar como habilitador para mejorar la productividad y la competitividad. Debe estar capacitado para el procesamiento automatizado de la información para ocuparse de los procesos de captación, transmisión, almacenamiento, tratamiento y presentación de la información, mediante el uso eficiente de las computadoras y otros medios técnicos.

Todos estos aspectos destacan la importancia de esta profesión en la sociedad actual donde los cambios tecnológicos ocurren constantemente. Por tal motivo, la Educación Superior tiene el encargo social de preparar profesionales capaces de enfrentar los retos que plantean, en los momentos actuales, la Informática y las telecomunicaciones. La formación inicial de los estudiantes de Ingeniería Informática, como proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y experiencia de la actividad creadora, debe garantizar preparación del profesional en la detección y solución de los problemas más generales y frecuentes que se manifiestan en las diferentes esferas de actuación. Por ello, confluyen distintas disciplinas que propician la preparación del estudiante para su futuro como profesional, pero la Lógica Matemática por sí misma juega un papel primordial, ya que como ciencia, no solo es la base de todo el desarrollo de la Informática, sino que propicia en los estudiantes de esta área el desarrollo de la capacidad lógico-interpretativa y de abstracción que les permite profundizar en el problema que se les proponga, comprender mejor el método a emplear y



llegar a una solución satisfactoria. Además posee estrecha relación con las principales disciplinas de Informática lo que evidencia su profunda aplicación en esta ciencia.

En la Arquitectura de Computadoras, para el diseño del hardware, tanto los ordenadores digitales como los que trabajan con circuitos integrados, utilizan la lógica en su diseño, siendo su base la lógica de predicados. La Lógica Computacional, que no es más que la Lógica Matemática aplicada a la Informática, es la base de todo el desarrollo de software y la "Programación Lógica" es un paradigma que justifica por sí solo la inclusión de la lógica en Informática. En la Ingeniería de Software la especificación, diseño y verificación de sistemas de software se realizan mediante la aplicación de técnicas basadas en conceptos lógicos matemáticos. Para la fundamentación teórica, las Bases de Datos se nutren de diferentes áreas de la Lógica Matemática y la Inteligencia Artificial la utiliza para representar hechos y expresiones del mundo real en un lenguaje representativo del conocimiento (Rodríguez & Young, 2013). Desde el punto de vista estrictamente teórico, basta señalar que las teorías de la computabilidad (teoría de máquinas de Turing, teoría de funciones recursivas), que constituyen, por así decirlo, la ciencia a priori de la computación, son una de las grandes conquistas de la Lógica Matemática del siglo XX.

Todo lo anterior evidencia la importancia de la Lógica Matemática no solo desde el punto de vista de los elementos que se imparten en el contenido de la asignatura Matemática Discreta como está estructurado en el plan de estudio E, sino como ciencia que posee una estrecha relación con las diferentes disciplinas de la Informática y que se encuentra presente de manera transversal a lo largo de toda la formación inicial del Ingeniero Informático, posibilitando el desarrollo del pensamiento analítico para resolver problemas situacionales con facilidad y contribuir al pensamiento lógico, lo cual se precisa en el desempeño de estos profesionales. Por tal razón surge la necesidad de contribuir a la formación inicial de profesionales informáticos con una base lógico-matemática sólida desde todas las disciplinas que intervienen durante la carrera.

A partir de la búsqueda bibliográfica realizada se encontraron algunos trabajos que hacen énfasis en este tema y realizan diferentes propuestas para la enseñanza de la Lógica Matemática ((Benites, 2017) y (Serna & Florez, 2013), por citar algunos) pero no se ajustan a las necesidades y características del contexto de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas, no abarcan la importancia de la relación de esta ciencia con las principales disciplinas de Informática sino que analizan su importancia en particular con solo algunas de ellas.

Las principales disciplinas de Informática que se relacionan en gran medida con la Lógica Matemática como son Programación, Ingeniería de Software, Bases de Datos, Inteligencia Artificial y Arquitectura de

Computadoras se encuentran presentes en el plan de estudio como asignaturas dentro de los currículos base, propio y optativo/electivo y en sus contenidos no se evidencia claramente la presencia de los elementos de Lógica Matemática. De lo analizado en el plan de estudio E de la carrera Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas, y de las conclusiones que se obtienen de entrevistas con profesores del departamento de la carrera, reuniones metodológicas y encuestas realizadas a los estudiantes, resulta que, no se ha encontrado evidencias de que se establezcan relaciones entre la Lógica Matemática y las disciplinas de Informática ni sobre el impacto de esta relación en la formación inicial del Ingeniero Informático. De esta manera, el estudiante no puede reconocer cómo se vincula la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, por lo que no es capaz de integrar los elementos de Lógica Matemática en los distintos escenarios docentes en los que participa durante su formación inicial. Debido a lo explicado, se declara una contradicción entre la necesidad de vincular la Lógica Matemática con las principales disciplinas en la formación inicial del Ingeniero Informático y las insuficiencias teóricas relacionadas con la vinculación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas en la formación inicial del Ingeniero Informático. Esta contradicción genera el planteamiento del siguiente **problema**: ¿Cómo contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática?

Esta investigación tiene enmarcado el **objeto de estudio** en la formación inicial del Ingeniero Informático.

Se precisa como **objetivo general** elaborar un sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

Como **campo de acción**: la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática en la formación inicial del Ingeniero Informático.

Para abordar el problema planteado y en función del objetivo se formulan las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática?
2. ¿Cuál es el estado actual de la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática?
3. ¿Qué aspectos teóricos, organizativos y metodológicos pudieran integrarse para conformar un sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática?

4. ¿Cuál es la opinión de los profesores y expertos sobre la fundamentación de las actividades para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática?

Para dar respuesta a las preguntas formuladas se determinan las siguientes **tareas de investigación**:

1. Determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.
2. Diagnóstico de las principales dificultades de la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.
3. Elaboración de un sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática que integre aspectos teóricos, organizativos y metodológicos.
4. Validación parcial del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

El desarrollo de las tareas de investigación propuestas requiere de la utilización de diversos métodos de investigación, los cuales han sido seleccionados, elaborados y aplicados sobre la base del método materialista dialéctico.

Los **métodos teóricos** permitieron revelar las relaciones esenciales del objeto de investigación y la comprensión de los hechos estudiados. Dentro de ellos, el **histórico-lógico** permitió conocer y valorar con mayor profundidad el proceso histórico de formación inicial de los ingenieros informáticos, los contenidos de la Lógica Matemática y su trayectoria en particular. También se utilizó para estudiar las tendencias nacionales e internacionales relacionadas con el tema de la investigación y definir los supuestos teóricos asumidos en la investigación. El método **analítico-sintético** se empleó tanto para la revisión bibliográfica, así como para la interpretación de los datos empíricos que se obtuvieron en diferentes momentos de la investigación, para diagnosticar el objeto de la investigación y relacionar elementos aparentemente aislados. El método **inductivo-deductivo** posibilitó establecer relaciones particulares sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Lógica Matemática y arribar a conclusiones teóricas generales referentes al objeto de estudio, al diseño y elaboración del sistema de actividades, así como para reflexionar y plantear interrogantes al enjuiciar el comportamiento del fenómeno con sus particularidades. A través del método **Enfoque de Sistema** se estudió el objeto de estudio a partir de las partes que lo componen, así como, las interrelaciones

entre ellas como un todo que lo diferencian de cada parte, aunque, cada parte debe tener contenida las características del sistema.

La investigación se sustenta además en los **métodos empíricos**, los cuales permitieron hacer una serie de investigaciones referente a la problemática planteada retomando experiencia de otros autores, además posibilitaron revelar las características fundamentales y relaciones esenciales del objeto, analizar la información, verificar y comprobar las concepciones teóricas. Entre sus técnicas se utilizó la **Observación**, mediante la visita a clases y actividades vinculadas a la práctica laboral lo que permitió conocer la realidad acerca de como se desarrollan los elementos de Lógica Matemática en los diferentes escenarios de formación inicial del Ingeniero Informático y arribar a conclusiones. Se desarrolló de manera libre y en situaciones naturales. La **Entrevista** y la **Encuesta** permitieron conocer las opiniones, intereses, motivación de los estudiantes y profesores que imparten las asignaturas que abordan los contenidos de Lógica Matemática y a partir de esto diseñar el sistema de actividades y hacer una valoración de la aplicación de los conocimientos de Lógica Matemática por parte de los estudiantes en su formación inicial. Luego se aplica la **Prueba Pedagógica** que incluye un sistema de pruebas para medir la vinculación de los elementos de Lógica Matemática en las principales disciplinas de Informática, así como valorar la capacidad de relacionar, seleccionar y expresar las ideas con claridad y precisión de los estudiantes. El **Criterio de Expertos** se aplicó para conocer la opinión de expertos sobre la validez de la fundamentación del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. El método de **Análisis Documental** permitió extraer el marco jurídico en el cual se enmarca el plan de estudios E así como las regularidades de su implementación. Los **Métodos estadísticos** se utilizaron para el manejo de la información estadística, en la cuantificación y el procesamiento de los datos obtenidos, permitiendo hacer su análisis y llegar a conclusiones.

La realización de este trabajo se apoyó en una **Población** compuesta por los 136 estudiantes matriculados en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas. Se utilizó el diseño muestral estratificado, teniendo en cuenta que fuera representativo de la población, con las características principales de la población para garantizar la calidad de la muestra y extrapolar los resultados obtenidos a toda la carrera Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas. Escogiendo una muestra de 83 estudiantes que cursan los años 1ero, 3ero y 5to. De 1ero a 3er año el estudiante comienza a recibir elementos de Lógica Matemática y las disciplinas que se analizan. Tercer año es el período donde el estudiante cierra el ciclo de la formación en las disciplinas que se analizan. En 5to año el estudiante tiene un nivel mayor en cuanto a conocimientos y cierra el ciclo completo de todas las disciplinas que intervienen en la carrera.

La **contribución teórica** de los resultados de la investigación es la sistematización de las principales integraciones que se dan en la formación inicial del Ingeniero Informático entre la Lógica Matemática y las principales disciplinas que intervienen en su carrera. Además, se establecen principios y regularidades que permitan establecer las interrelaciones teniendo en cuenta los acelerados cambios que se producen en la Informática como ciencia. Estas interrelaciones posibilitarán organizar su proceso de formación que les permitirá enfrentar los problemas profesionales con mayor eficiencia al utilizar los métodos lógicos para ello. Así, el **resultado práctico** de la investigación es el sistema de actividades para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. Con las actividades propuestas se espera contribuir a la formación inicial de un Ingeniero Informático más integral como resultado del crecimiento de la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, favoreciendo la motivación de estos por el estudio y su vinculación con la vida, su preparación para enfrentar problemas diarios a partir de conceptos, habilidades, valores, normas de conducta, entre otros. Promover la superación del docente desde el punto de vista pedagógico como investigativo, es también prioridad, ya que se requiere la recalificación y superación permanente para responder a las exigencias del propio alumnado.

La tesis se compone, además de la introducción, de tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. En el **Capítulo 1** se abordan diferentes aspectos sobre la Informática como ciencia y sus disciplinas. Aparecen distintos aspectos de Lógica Matemática y se analiza cómo sus elementos se relacionan con cada una de las principales disciplinas de Informática, con el objetivo de propiciar un mayor vínculo entre ellos, teniendo en cuenta los aspectos teóricos y metodológicos que permitan contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático, siempre desde un enfoque interdisciplinario en la relación entre las ciencias. En el **Capítulo 2** se expresan los resultados del diagnóstico realizado en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas. A partir de ellos se presenta la propuesta del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la contribución de la Lógica Matemática, se señalan sus fundamentos básicos, estructura, exigencias y actividades. En el **Capítulo 3** se presenta la evaluación parcial del sistema de actividades mediante el criterio de expertos. Se realiza un pilotaje para diagnosticar cambios durante la aplicación del sistema de actividades utilizando una triangulación de métodos.

Culmina la tesis con el conjunto de todas las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la investigación, las cuales poseen la actualidad necesaria para el tratamiento del problema que se aborda, seguido de todos los anexos que sirven de ayuda en la comprensión de los datos, las ideas y los resultados de este trabajo.

## **Capítulo 1. Fundamentos teóricos y metodológicos sobre la relación entre la Lógica Matemática y disciplinas de Informática en la formación inicial del Ingeniero Informático.**

En este capítulo se aborda lo referente a los principales aspectos de la Informática como ciencia y sus disciplinas. Se trata sobre la Lógica Matemática como ciencia y los elementos que manifiestan su relación con las principales disciplinas de Informática. Se identifican los fundamentos teóricos y metodológicos que permiten establecer la relación de manera que esta posibilite una mejor formación inicial del Ingeniero Informático haciendo referencia de igual manera a los aspectos pedagógicos. Se tiene en cuenta la interdisciplinariedad como requisito excepcional para contribuir a una mejor preparación del Ingeniero Informático desde el vínculo entre las ciencias.

### **1.1 Informática y sus principales disciplinas.**

La Informática de manera general tiene como objeto de estudio el procesamiento automatizado de la información mediante la utilización de las computadoras. Los progresos tecnológicos se han incrementado progresivamente con el transcurso del tiempo y de igual manera la Informática se ha ido consolidando y expandiéndose a diferentes esferas de la vida social.

La Informática reúne a muchas de las técnicas que el hombre ha desarrollado con el objetivo de potenciar sus capacidades de pensamiento, memoria y comunicación. Su área de aplicación no tiene límites: la Informática se utiliza en la gestión de negocios, en el almacenamiento de información, en el control de procesos, en las comunicaciones, en el transporte, en la medicina y en muchos otros sectores. Su incursión en numerosas disciplinas, ofreciendo métodos, técnicas y herramientas (computadora), demuestra su transversalidad (Barchini, 2004).

Presenta un componente teórico y otro aplicado, como sucede con la Computación, la Ciencia de la Información y otras muchas ramas del conocimiento. Estudia la estructura, el comportamiento y la interacción de los sistemas naturales y las tecnologías de la información. Abarca, tanto el arte y la ciencia como la dimensión humana de las tecnologías de la información; el estudio, la aplicación y las consecuencias sociales del empleo de dichas tecnologías (Pinillos, Padilla, & Calderón, 2009).

Se concuerda con Sacristán (2016)(citado por (Lantigua, 2017)) en que la Informática abarca muchos más aspectos que la simple programación: desde el diseño de hardware hasta el de sistemas operativos, pasando por la estructuración de bases de datos y la validación de modelos, la Informática es una ciencia que encuentra sus fundamentos en la matemática y la ingeniería. Por otro lado, la Informática plantea la integración entre hombres y máquinas, conformando sistemas establecidos sobre bases lógicas, cuyo objetivo último es producir información. Utiliza la teoría general de sistemas y las tecnologías

computacionales para la obtención, almacenamiento, procesamiento y comunicación de la información, y es muy importante, poner estas informaciones a disposición de los usuarios de una forma oportuna y confiable como elemento fundamental para la toma de decisiones (Oceguera, Ricardo, Fernández, & Falcón, 2009).

La Informática es un tipo de ciencia nueva: ciencia y tecnología como un solo cuerpo de conocimiento, enriquece y es enriquecida por diferentes disciplinas y provee nexos entre estas a partir de sus metodologías y perspectivas, de esta manera contribuye a la creación de un paradigma científico común para el desarrollo y estimula poderosamente el avance científico y tecnológico. Algunas de estas disciplinas son Base de Datos, Ingeniería de Software, Programación, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras.

Las Bases de Datos constituyen un área clásica y bien establecida dentro del área de conocimiento de lenguajes y sistemas informáticos. Las bases de datos se interrelacionan con prácticamente todas las otras áreas, especialmente las de lenguajes y sistemas informáticos, por lo que son un área importante de la Informática. Inicialmente el desarrollo de las bases de datos estaba muy ligado al desarrollo de las estructuras de datos y los sistemas operativos. Una base de datos se entiende como un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso, es decir, es un conjunto de datos interrelacionados y su fin es servir a uno o varios usuarios, sin redundancias perjudiciales e innecesarias, es independiente de la aplicación que la utilice y tiene operaciones específicas.

Las bases de datos tienen la intención de organizar, almacenar y recuperar grandes cantidades de datos de forma sencilla. Las bases de datos digitales se gestionan mediante sistemas de gestión de base de datos para almacenar, crear, mantener y consultar los datos, a través de modelos de bases de datos y lenguajes de consulta (Andy, 2016). Los avances tecnológicos y su repercusión en la vida social han influido en gran medida en el desarrollo de las bases de datos así como inevitablemente en el proceso de desarrollo de software.

La Ingeniería de Software como disciplina ofrece métodos y técnicas para desarrollar, mantener, producir y asegurar software de alta calidad, es el proceso de construir aplicaciones de tamaño o alcance prácticos, en las que predomina el esfuerzo del software y que satisfacen los requerimientos de funcionalidad y desempeño (J. Montero, 2017). Esta disciplina trasciende la actividad de programación, incluye el análisis previo de la situación, el diseño del proyecto, el desarrollo del software, las pruebas necesarias para confirmar su correcto funcionamiento y la implementación del sistema. La ingeniería del software trata del desarrollo y mantenimiento de sistemas intensivos en software que se comporten confiable y eficientemente, que sean económicos, se entreguen a tiempo y satisfagan todos los requerimientos que los clientes han definido para ellos.

El software es más que programas, pues comprende datos, modelos, documentación y procedimientos operativos mediante los cuales los sistemas informáticos son útiles al ser humano. El software logra que los sistemas informáticos procesen, almacenen, recuperen, organicen y comuniquen los datos de interés. Diferencia a muchos productos que tienen empotrado un microprocesador y está presente en cada vez más actividades humanas (Zelaya, 2016).

Con grandes retos y promesas al futuro la Inteligencia Artificial de igual manera sigue evolucionando desde su nacimiento como disciplina dos años antes de la muerte de Alan Turing, matemático británico cuyos trabajos en Lógica y Computabilidad Matemática, así como la definición de Inteligencia Maquinal, fueron de trascendental importancia para la aparición de esta rama de las Ciencias Computacionales, pues propuso su famosa prueba para contestar a la pregunta: ¿Pueden las máquinas pensar? (Rina, 2016).

Cabe destacar que la idea de la inteligencia artificial no es nueva, pues existe desde los primitivos sistemas de control de temperatura en aparatos de aire acondicionado o calentadores de agua hasta robots actuales, que mantienen actualizados los motores de búsqueda en Internet. El autor Lanz, (2018) define la Inteligencia Artificial como una rama de la ciencia que brinda soluciones a grandes problemáticas a través de equipos informáticos como el hardware y el software, imitando el comportamiento e inteligencia humana.

Por tanto, se trata de ejecutar en computadoras conductas complejas que incluyan conciencia, inconsciente y los procesos cognoscitivos. Es una de las áreas más fascinantes y con más desafíos de la Informática, fue creada como un simple estudio filosófico de la inteligencia humana y a su vez la inquietud del hombre por querer imitar sus acciones y pensamientos.

La Inteligencia Artificial como disciplina de alta rigurosidad científica tiene como meta fundamental el desarrollo de una teoría que explique el comportamiento en seres naturalmente inteligentes y que guíe la creación de entidades artificiales capaces de mostrar comportamiento inteligente. Aunque en gran medida no han sido logradas las metas iniciales, se han obtenido grandes avances en el esclarecimiento de los mecanismos del razonamiento y de la resolución humana de problemas, los altos niveles de abstracción de la demostración de teoremas, el almacenamiento y recuperación de conocimientos, el funcionamiento de las redes neuronales que conforman el cerebro, la comunicación en lenguaje natural, los elementos más importantes de la percepción visual y el reconocimiento de voz, es decir, las facetas más relevantes del comportamiento inteligente (Ravelo & Fe, 2015). El objetivo de estas investigaciones ha sido principalmente aplicar los resultados a la construcción de máquinas capaces de presentar dicho comportamiento.

Otra de las principales disciplinas de Informática es la Arquitectura de Computadoras, encargada del estudio, diseño, construcción y aplicación de los computadores. Su concepto se refiere a la integración de su



estructura física con su estructura lógica, software, hardware, algoritmos y lenguajes de programación para el procesamiento de datos y la generación de información. Los circuitos computacionales constituyen el nivel menos abstracto dentro de una computadora y está constituido por circuitos electrónicos que responden a diferentes señales eléctricas, siguiendo los patrones de la lógica booleana; es decir, compuertas lógicas que devuelven un valor dependiendo de las entradas que se le dan al sistema. Con las compuertas lógicas se pueden formar sistemas muy complejos, estas son representadas mediante un símbolo y una tabla de valores de verdad, que es simplemente un cuadro donde se ubican todas las posibles entradas y los valores que devolvería la compuerta dados dichos valores.

El álgebra de Boole describe las operaciones que se realizan entre proposiciones u operandos de tipo lógico; los operadores que se utilizan para resolverlos se denominan Operadores Lógicos. Tanto los operandos como los resultados que se manipulan en el álgebra booleana pueden tener sólo dos valores: Falso o Verdadero (Pirsig, 2014).

Por otra parte la Programación se sustenta básicamente en la lógica. A partir de un lenguaje de programación determinado se pueden implementar soluciones lógicas según los objetivos que se tengan. Al igual que en la vida cotidiana donde cualquier actividad se puede describir como una serie de acciones o tareas, para implementar una solución mediante la programación se determinan una serie de instrucciones o tareas organizadas de manera lógica conocidas como Algoritmo. Este es un concepto fundamental dentro de la Programación y se concuerda con Gómez (2014) cuando define un algoritmo como una secuencia finita y ordenada de acciones primitivas que pueden ser ejecutadas por un procesador y que lleva a la solución de un problema.

En la programación, se usan técnicas y herramientas metodológicas que permiten llevar a cabo la construcción de algoritmos eficientes que permiten alcanzar un resultado o la resolución de un problema.

Se concuerda con Pinillos (2009) en que la Informática se centra en comprender los problemas y aplicar las tecnologías de información según sea necesario. Asimismo, se ocupa de los procesos de obtención, representación, organización, almacenamiento, recuperación y uso de la información en sistemas naturales e ingenieriles; así como de la evaluación, comunicación, transformación y el control de la información en dichos sistemas como vía para la creación de artificios capaces de reproducir ciertas funciones propias de los sistemas naturales.

Los avances tecnológicos evidencian que el campo de la Informática es extremadamente dinámico, los computadores han traído consigo la tercera revolución a la civilización del hombre: la revolución de la información. En este sentido, el desarrollo y evolución de los sistemas de cómputo sirve de impulso a muchas

ciencias. Su existencia extendida hacia todas las aristas de la sociedad ha permitido explorar áreas que eran inaccesibles para el ser humano, así como, realizar descubrimientos y desarrollar artefactos, cuya existencia, décadas atrás la mente humana no podía ni imaginar. Este análisis de la Informática permite comprender los procesos de formación inicial de los ingenieros informáticos pues constituye parte de su contenido de enseñanza en cuanto a los conocimientos y habilidades que deben ser desarrollados.

## **1.2 Formación inicial del Ingeniero Informático.**

La enseñanza de la ingeniería desde su surgimiento ha estado condicionada por diferentes cambios que la han hecho evolucionar y a la vez enriquecerse. Constituye una preocupación de todos los tiempos la formación de un ingeniero acorde con las necesidades del entorno en que vive y se desenvuelve y la manera en que debe enfrentar las mismas. Para lograr este propósito es necesario que la formación del profesional supere el paradigma en el que predominaba la adquisición y transmisión de conocimientos y se asuma uno nuevo orientado a generar nuevas formas de pensamiento y acción, más adecuadas a las características de los nuevos tiempos, que permita formar profesionales que sean capaces de lograr un aprendizaje continuo o permanente (Capote, Rizo, & Bravo, 2016).

La enseñanza de la ingeniería en la actualidad es un tema de gran significación. De ahí la necesidad a su vez de las transformaciones necesarias para una enseñanza innovadora, más eficiente, aprendizaje más profundo y responsabilidad por formar un egresado más integral. Se concuerda con Capote (2016) en que la Ingeniería surge para dar respuesta a una necesidad social; se distingue su enseñanza y la formación del ingeniero, por transitar por los siguientes campos de actuación: el diseño, la ejecución, la resolución de problemas prácticos con métodos científicos, la enseñanza basada en la relación teoría práctica con profundas relaciones con la industria y la innovación técnica.

La enseñanza de la ingeniería debe proyectar, con adecuadas bases teóricas y prácticas, modelos educativos que aporten los fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos para alcanzar el aprendizaje que se requiere en la época actual. Por ello, los actuales currículos orientados por finalidades educativas centradas en el estudiante, no pueden dejar al margen el análisis que el entorno laboral le impone a la universidad.

Una visión holística de la educación para la formación de ingenieros integra tres ejes principales: el objeto de la profesión y la formación de habilidades profesionales, el enfoque científico para la solución de problemas profesionales y la formación ética del ingeniero contemporáneo, cuestiones contenidas en el modelo del profesional declarado por el Plan de Estudio E. A partir de los elementos anteriormente descritos, los rasgos esenciales que deben caracterizar al Ingeniero Informático como profesional, tomando como base

el estudio de las tendencias internacionales de la ingeniería y la experiencia nacional e internacional recogidas en múltiples documentos y eventos se encuentran (Gorgone et al., 2010):

- Poseer un conocimiento profundo de las ciencias básicas, específicas y del ejercicio de la profesión informática, capaz e independiente y con una sólida formación teórica y científica general.
- Ser un profesional que esté en estrecha vinculación con la industria, que adquiera durante su preparación en la universidad, las habilidades profesionales básicas que le permitan resolver los problemas más generales y frecuentes de su entorno social.
- Ser un profesional informático más integral, versátil y flexible cuya virtud fundamental sea su capacidad de autopreparación y adaptación a los cambios, lo que obliga a prestar especial atención a aspectos como: desarrollo de su capacidad de comunicación, de manejo, procesamiento y utilización de la información científico-técnica, con dominio de la computación, conocimiento de lenguas extranjeras, formación económica, ecológica y humanista en general.
- Poseer una formación cultural capaz de desarrollar las relaciones humanas, para lo cual requiere de conocimientos profesionales, sociales, ambientales, información actualizada, valores y sentimientos, ética profesional y autoestima.
- Contar con un pensamiento lógico, heurístico, científico, sistémico, capaz de modelar sus ideas, flexible para asimilar los cambios rápidamente.

Por ello, y teniendo en cuenta las complejidades en que se presenta y se manifiesta hoy la realidad, la educación en ingeniería debe incorporar el enfoque integrador en el análisis y tratamiento de los problemas que se planteen. La ingeniería por ser una profesión tan cercana a la solución de problemas de la práctica requiere de una formación académica en los profesionales cada vez más integral, científica, práctica, social y humanista. Ello será posible, en la medida en que se perfeccione su formación científica, tecnológica, ecológica, social, ética, entre otras.

Como parte de lo establecido en los planes de estudio de la carrera Ingeniería Informática se incluye el Modelo del Profesional donde se especifica el objeto de la profesión, los distintos problemas profesionales que deben ser resueltos en el entorno laboral, así como, los modos y esferas de actuación de los ingenieros de este campo.

La carrera de Ingeniería Informática prepara profesionales integrales cuyo objeto de la profesión es desarrollar procesos relacionados con las soluciones y sistemas informáticos en las organizaciones, con el propósito de obtener un incremento en la eficacia y eficiencia de éstas aplicando técnicas que le permiten analizar el entorno para delimitar los procesos computacionales, la información a procesar y las

interrelaciones correspondientes; así como la gestión de proyectos informáticos con profesionalidad. De esta manera, debe brindar soluciones informáticas a problemas en las organizaciones, explotando de forma eficiente y eficaz las capacidades de las tecnologías informáticas disponibles. También debe modificar total o parcialmente soluciones informáticas existentes, en aras de mejorar la eficacia y la eficiencia de una organización como parte de los problemas profesionales que resolverá en el ejercicio de su labor como Ingeniero Informático (MES, 2017).

Según lo planteado en el Plan de estudio E los modos de actuación del ingeniero comprenden el desarrollo de los procesos del ciclo de vida de un sistema informático, la explotación de sistemas y herramientas de desarrollo y el desempeño de diferentes roles en el equipo de desarrollo y en la gestión del conocimiento. Así mismo, sus esferas de actuación son todas aquellas entidades donde se producen o se explotan sistemas informáticos, trabajando en la concepción, modelación, diseño, desarrollo, implantación, integración, mantenimiento y prueba de estos sistemas a través de la explotación de infraestructuras de almacenamiento, procesamiento e intercambio de información disponibles.

La integración multidisciplinaria con especialistas de diversas ramas para concebir y desarrollar la solución informática que brinde respuesta a las necesidades del problema en cuestión, la selección y utilización del equipamiento, técnicas y métodos más efectivos para el procesamiento de la información son los campos de acción del ingeniero informático donde deberá asumir diferentes roles. Entre los de mayor nivel en la carrera se encuentran: Programador, Analista de negocio, Analista de sistemas, Diseñador de software, Diseñador de Bases de Datos y Gestor de proyectos, teniendo en cuenta que, este profesional diseña y desarrolla soluciones informáticas a problemas de carácter muy diverso en un amplio espectro de organizaciones.

La concepción del ingeniero actual representa un cambio de paradigma. El ingeniero debe ser partícipe de su propia creación; no debe buscar trabajo, sino crearlo; debe poseer una formación integral, de clase mundial, con una perspectiva y visión amplias de las realidades nacionales y mundiales; líder, de espíritu emprendedor, capaz de trabajar en equipo y sobre todo comprometido con su entorno social, con principios éticos y con una noción clara del bien común.

Para lograrlo se requiere explorar nuevas concepciones del proceso enseñanza- aprendizaje que acentúe la participación activa del estudiante, con énfasis en el nuevo rol del docente que permita desarrollar las habilidades emocionales e intelectuales que lo preparen y lo conduzcan a ser flexible para desempeñarse laboralmente lo cual demanda formación, transformación e innovación durante toda la vida (Teixeira, 2019).

Los elementos apuntados requieren dotar al estudiante universitario de un conjunto de recursos que le permitan enfrentar el futuro; según (Smith, 2007), la Junta de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología las caracteriza en siete (7) categorías:

1. Destrezas de aprendizaje independiente e interdependiente para toda la vida.
2. Habilidades de pensamiento crítico y creativo para la solución de problemas.
3. Habilidades o competencias para el trabajo interpersonal y el trabajo en equipo.
4. Competencias comunicativas.
5. Habilidades para expresar juicios y capacidad de auto-juicio (evaluación y auto-evaluación).
6. Integración del conocimiento disciplinar.
7. Capacidad para manejar el cambio.

Para lograr el cumplimiento de estas categorías es importante abordar el enfoque de proyectos en la formación inicial del Ingeniero Informático. El enfoque de proyectos es un enfoque de enseñanza derivado del aprendizaje basado en problemas (Marcelo, 2017) reconocido ampliamente en la formación inicial de ingenieros informáticos. Este enfoque se basa en la utilización de proyectos informáticos como vía para la enseñanza de los contenidos informáticos y su posterior evaluación.

Los proyectos están integrados por los núcleos temáticos conceptuales (Hernández, 2016) que serán estructurados desde la interacción que se establece entre el profesor y el estudiante para la solución parcial del proyecto en cada clase. Siguiendo esta idea, en el sistema de clases, se garantiza la ejecución de las acciones necesarias para el éxito en la ejecución de cada proyecto, de la misma manera que la calidad de los productos que se obtengan. Durante este proceso de ejecución de acciones se van aplicando diferentes formas de evaluación donde priman las evaluaciones periódicas y parciales que van aportando elementos sobre la marcha en la solución del proyecto.

La resolución de proyectos informáticos durante la formación inicial de estos profesionales potencia la integralidad en el desarrollo de su personalidad. Varias razones argumentan esta afirmación. El estudiante se integra en relaciones profesionales propias del entorno laboral en el cual estará insertado al culminar su formación inicial pues puede ocupar los roles propios de la profesión a los cuales están asociadas las competencias profesionales que debe desarrollar (Hernández, 2017). De la misma manera va desarrollando las formas de comunicación que se establecen en las relaciones de informatización con organizaciones que le conducen a su desarrollo profesional. El estudiante, también, va interactuando con los sistemas informáticos utilizados en el entorno empresarial, que constituyen, para el profesional de la Informática, medios de enseñanza que sustentan su formación inicial.

Este enfoque permite que el estudiante busque, analice y evalúe diferentes fuentes de información para apoyar sus ideas y tomar responsabilidad para aprender en forma individual y colectiva y presentar apropiadamente los productos y procesos. Se propicia el desarrollo de la capacidad en el estudiante de tomar decisiones en el proyecto, que pueden ir desde decidir el propósito, es decir, tomar decisiones estratégicas en un marco global propuesto por el docente o tomar pequeñas decisiones en una secuencia de tareas preestablecidas.

También es una vía de integración de la universidad en la comunidad a través de la incursión de sus estudiantes en proyectos que benefician a la sociedad. Esto a su vez es un elemento importante para el desarrollo de la motivación de los estudiantes, ya que las actividades ejecutadas por diferentes roles se derivan de las contradicciones expresadas en aquellas situaciones que impulsan al individuo a la creación mediante la informatización de los procesos (González, 2016).

En el proyecto como forma organizativa de la Informática y célula generadora de sus resultados, posibilita que el estudiante se integre a un entramado social de índole productivo. En este entramado se establecen las normas de su futuro profesional, así como los valores de la profesión. De igual manera, es válido destacar el potencial regulador del proyecto para el aprendizaje de los estudiantes, pues al ser asumidas las necesidades del proyecto y del colectivo que lo integra, el estudiante las hace suyas y traza estrategias de aprendizaje que les permita cumplir las metas y aspiraciones del grupo. Esto facilita que el trabajo colectivo cobre mayor importancia. (Caballero, 2014). Además, el estudiante en este entorno se apropia del lenguaje propio de la especialidad, así como de aquellas especificidades propias de cada metodología o herramienta utilizada en el proceso de desarrollo.

Es en el proyecto donde los estudiantes completan su formación informática con los contenidos de los que deben apropiarse, por lo que se considera que es fundamental que la universidad estructure un grupo de acciones coherentes de preparación conjuntamente con las organizaciones para desarrollar el proceso formativo de manera armónica y cumplir con los principales objetivos de la carrera (MES, 2017):

- Participar activamente en la vida social demostrando en todas sus acciones una sólida preparación científica, cultural, política y social sustentada en los valores que deben caracterizar las actitudes de un Ingeniero Informático, asumiendo posiciones acordes con los principios marxistas y leninistas en que se fundamenta nuestra sociedad con conciencia del impacto social y ambiental que se pueden derivar del uso de las tecnologías.

- Demostrar una conciencia de productores, contribuyendo además a desarrollar hábitos de organización personal y responsabilidad que requieren las actividades relacionadas con su desempeño profesional.
- Desarrollar una actuación independiente, responsable y creativa para la solución de los problemas que enfrentará, considerando el amplio espectro de equipos multidisciplinarios que integrará y las restricciones que puedan presentarse en el medio donde labora.
- Fomentar un espíritu de autosuperación que le permita mantenerse actualizado en los avances de la ciencia y la técnica en su campo profesional.
- Desarrollar su trabajo con profesionalidad, con una atención permanente a la calidad de sus resultados, lo que estará dado fundamentalmente por la aplicación de las mejores prácticas y estándares internacionales de la Ingeniería de Software, la explotación racional de la infraestructura física y por la eficiencia y eficacia de las soluciones adoptadas y de la documentación técnica generada a tales efectos.
- Planificar y ejecutar su trabajo tomando en cuenta prioritariamente las necesidades e intereses sociales, prestando atención a las orientaciones principales del Partido y Gobierno relacionadas con su perfil ocupacional.
- Demostrar capacidad para integrar equipos multidisciplinarios que permitan obtener soluciones informáticas creativas y de alto impacto en la sociedad.

De esta manera, se satisfacen las necesidades de la sociedad que exigen un profesional altamente capacitado y que pueda responder eficazmente a los disímiles problemas que debe enfrentar en el ejercicio y desempeño de su profesión debido a los acelerados cambios que se producen en los procesos de informatización de organizaciones.

Por tal motivo, la enseñanza de la ingeniería reclama necesidades y exigencias para lograr que el proceso de formación inicial responda a las exigencias del contexto, aspecto que demanda una organización del proceso docente educativo centrado en el estudiante, desarrollado de manera interactiva y colaborativa y que le permita adquirir un aprendizaje para toda la vida. Para todos estos procesos enunciados en este acápite es necesaria la Lógica Matemática como sustento por lo que es importante destacarla como ciencia y su aporte a la formación inicial del profesional informático.

### **1.3 La Lógica Matemática como ciencia.**

La Lógica Matemática es una de las ciencias que más contribuye al desarrollo del razonamiento lógico del Ingeniero Informático (Lantigua, 2017). Por tal razón, es esencial su inclusión como contenido de enseñanza

que interviene durante toda la formación inicial, a través, de su relación con las principales disciplinas de Informática. Tema que se analizará posteriormente y para el que, primero es, necesario abordar los aspectos más relevantes de esta ciencia que tanto aporta a la preparación de los estudiantes de esta carrera.

La Lógica estudia las leyes del razonamiento correcto y estudia la noción de consecuencia lógica. Desde el punto de vista de la ciencia, expone las leyes, los modos y las formas del conocimiento científico. Su contenido se dedica al estudio de las formas válidas de inferencia. Por lo tanto, la lógica se encarga del estudio de los métodos y los principios utilizados para distinguir el razonamiento correcto del incorrecto. La Lógica es ciencia de relaciones porque estudia el pensamiento y, pensar es establecer relaciones. Pero se preocupa no tanto por establecer relaciones lo cual es propio de las ciencias, sino por el estudio de las relaciones mismas (Martínez, 2013). La Lógica Formal como medio de cognición del mundo objetivo estudia el pensamiento abstracto, sus formas (conceptos, juicios y razonamientos) y leyes que reflejan el mundo en el proceso de pensamiento (Leyes lógicas: Ley de identidad, Ley de no contradicción, Ley del tercero excluido, Ley de la razón suficiente) (Guétmanova, 1991).

El período de formación de las matemáticas y el desarrollo alcanzado por las ciencias, le plantean nuevas exigencias a la Lógica Formal tradicional. Surge la necesidad imperiosa de crear una nueva lógica que no operara con ideas especulativas, sino con juicios formulados a partir del estudio directo de la naturaleza, es decir, proponía perfeccionar la Lógica Formal a partir del uso del método inductivo como vía del conocimiento. En el desarrollo de la lógica formal supuso una importante etapa; la aparición de una corriente: la Lógica Matemática, que se originó, por una parte, como resultado del empleo de nuevos métodos de investigación lógica, y por otra, del estudio de formas de demostración que antes no existían en forma desarrollada y no eran analizadas en detalles por la lógica (Alén, Cosme, & Solán, 2015).

La lógica en la disciplina de matemática se encarga de estudiar los razonamientos y demostraciones matemáticos, y de proporcionar las herramientas para ser capaces de inferir una conclusión correcta a partir de unas afirmaciones o proposiciones previas (D'Alesio, 2018). Un aspecto particular de las matemáticas es que posee un lenguaje formal y riguroso mediante el cual se puede determinar la validez de un razonamiento. Por tanto, las afirmaciones que realiza el estudiante durante la determinación de los procesos que tienen lugar como parte del negocio de una organización a informatizar, o las relaciones que se establecen entre las entidades de un modelo de Bases de Datos, son obtenidas sobre la base de la Lógica Matemática y descritas en un lenguaje riguroso establecido para cada caso.

La lógica Matemática es lógica por su objeto y matemática por su método. Según (Alén et al., 2015), la Lógica Matemática tiene un contenido puramente matemático e investiga problemas puramente matemáticos, es, al



mismo tiempo, concreción de la Lógica Formal, ya que su contenido tiene un valor puramente lógico, es una ciencia que estudia las demostraciones matemáticas y puede considerarse como una rama especial de la lógica general, que se desarrolla con vistas a las necesidades de las matemáticas.

Se concuerda con (D'Alesio, 2018) en que la Lógica Matemática abarca las herramientas necesarias por medio de las cuales se puede afirmar o negar un razonamiento matemático, una parte de la lógica y las matemáticas, que consiste en el estudio matemático de la lógica y en la aplicación de este estudio a otras áreas de las matemáticas. La Lógica Matemática tiene estrechas conexiones con las ciencias de la computación pues es la base de la teoría de algoritmos que, a su vez, es sustento de la Programación a la cual se le dedican 924 horas en el actual plan de estudios de la carrera.

A partir del desarrollo de las matemáticas, aparecieron y se consolidaron sus distintas ramas, surgió la necesidad de crear un método matemático – lógico que sirviera de fundamento teórico para resolver cualquier problema, esto condujo, a mediados del siglo XIX, a la formalización de la Lógica Matemática como ciencia autónoma. Finalizando el período se comienza toda una revisión crítica de los conceptos primarios (definiciones) y afirmaciones (axiomas) en las matemáticas; se realizaron intentos de construcción de un sistema riguroso de definiciones y demostraciones, así como de los métodos lógicos de las demostraciones matemáticas.

En el período de las matemáticas contemporáneas la Lógica Matemática se desarrolló de forma intensiva a través de los trabajos de George Boole (1815-1864) y otros lógicos de la época. Alrededor de la Lógica Matemática y su objeto de estudio existen diversos criterios: es una lógica desarrollada por métodos matemáticos, lo cual significa también que: estudiar la Lógica Matemática es estudiar la lógica utilizada en las matemáticas (Dries, 2016).

En la Informática, la lógica desempeña un papel básico ya sea en bases de datos, complejidad computacional, lenguajes de programación, inteligencia artificial, diseño y verificación de sistemas, y otros, y es sin duda uno de los fundamentos que proporcionan la madurez y agilidad necesarias para asimilar los conceptos, lenguajes, técnicas y herramientas informáticas que surjan en el futuro.

Al igual que los arquitectos e ingenieros, que analizan matemáticamente sus construcciones, los informáticos necesitan analizar las propiedades lógicas de sus sistemas mientras los diseñan, desarrollan, verifican y mantienen, especialmente cuando se trata de sistemas críticos económicamente, en seguridad, privacidad o eficiencia.

La lógica siempre se encuentra presente en cada una de las funciones de una computadora, no solamente en las instrucciones de un programa sino también en todos aquellos procesos que el usuario, bien sea

programador o administrador, desarrolle, desde los códigos, que pueden ser unos y ceros, hasta la propia ejecución del programa. Permite que se armonicen conceptos básicos humanos con la complejidad de las operaciones de las máquinas.

Se concuerda con la definición de (Martínez, 2013) que entiende que la Lógica Matemática además de ser una parte de la lógica y de las matemáticas es una ciencia con una amplia repercusión no solo en diversas áreas de la matemática sino que en la actualidad se puede apreciar como se ha convertido en una materia profunda, de gran amplitud y aplicación en muchas ciencias, incluyendo la Informática.

#### **1.4 La Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.**

En la actualidad la Lógica Matemática es considerada una rama de la Matemática. Según el Larousse de Ciencia y Técnica, la matemática es la ciencia que trata de las cantidades calculables y sus propiedades. Se puede afirmar que la Lógica Matemática mantiene una estrecha relación con la Informática, teniendo en cuenta que básicamente los ordenadores son máquinas diseñadas para automatizar trabajos intelectuales que realizan cálculos basados en operaciones aritméticas, almacenamiento, clasificación y búsqueda de datos, es decir, el funcionamiento de un ordenador está basado fundamentalmente en matemática, este tiene grabadas en la memoria las instrucciones necesarias para realizar un cálculo matemático complejo, incluso trigonometría, integrales y números complejos. También la lógica contribuye al funcionamiento de un ordenador, mediante su utilización, el microprocesador es capaz de discurrir entre diferentes posibilidades bajo un mismo sistema predefinido y resuelve la más acertada opción.

La Lógica Matemática suele dividirse en cuatro subcampos: teoría de modelos, teoría de la demostración, teoría de conjuntos y teoría de la recursión.

La Teoría de modelos le aporta al Ingeniero Informático en su formación inicial, las herramientas para las técnicas de modelado que requieren procesos como comprender el problema, abstraer, modelar y construir, así como evaluar los diseños antes del desarrollo de un producto. Para la matemática los métodos de demostración y prueba son de suma importancia y para la Informática más aún, puesto que, las pruebas se utilizan para verificar que los programas producen la salida correcta para todos los posibles valores de entrada, demostrar que los algoritmos siempre producen el resultado correcto, velar y garantizar la seguridad de un sistema y para crear inteligencia artificial (Kenneth, 2012).

Estos elementos resultan de gran aplicación en las distintas fases del proceso de desarrollo de software, tales como, la especificación de los requerimientos del usuario, el análisis de los requerimientos, el diseño de soluciones y la implementación, prueba y mantenimiento del software implementado. Las técnicas de

verificación de software ofrecen un medio para evaluar la calidad de sistemas de software y permiten conocer si su lógica ha sido correctamente implementada.

Por tanto, la enseñanza de la modelación como resultado de la abstracción en diversos procesos de desarrollo debe ser verificada utilizando los métodos que brinda la lógica como es el uso de las redes petri para la validación formal de los casos de uso de un sistema. A partir de estas ideas, los métodos formales de la lógica se constituyen en un método de enseñanza particular de la Ingeniería de Software pues establecen las acciones a ejecutar entre el profesor y los estudiantes para el logro del objetivo: modelar el diagrama de casos de uso del sistema.

En los diferentes entornos laborales donde el profesional informático desarrolla sistemas complejos como el sistema que maneja un ascensor o sistemas de manejo de aviones, donde el error no es tolerable dado que implicaría posibles pérdidas de vidas humanas, los métodos empleados utilizan un enfoque matemático tanto para la especificación, diseño y verificación de sistemas de software.

En la actualidad existen técnicas y herramientas para asegurar la correctitud de estos sistemas críticos utilizando lenguajes basados en conceptos lógicos matemáticos. Por tanto, la lógica en estos procesos conlleva a la autorregulación del aprendizaje (Hernández, 2019) pues les brinda recursos a los estudiantes para verificar la validez del desarrollo del software.

Los métodos formales, son usados para el diseño de software y hardware está motivado por la realización de un análisis matemático adecuado que puede contribuir a la fiabilidad y robustez de un diseño. El conocimiento de estos aspectos constituye una importante base teórica para la Ingeniería de Software, especialmente cuando está involucrada la seguridad o robustez.

Los métodos formales se pueden definir como lenguajes, técnicas y herramientas basadas en matemática y lógica para describir y verificar sistemas de software. Son un complemento útil para las pruebas de software, ya que ayudan a evitar errores y también pueden dar un marco para hacer pruebas. Se describen mejor como la aplicación de una amplia variedad de fundamentos teóricos de las ciencias de la computación y en particular de la Lógica Matemática (Garis, 2010).

La teoría combinatoria, es decir, el arte de contar, de calcular inteligentemente cardinales de conjuntos y de enumerar, o sea, determinar los elementos de un conjunto descrito por alguna propiedad, es una disciplina clásica que cobra nuevo auge con la aparición de los ordenadores por dos razones: por un lado, por la posibilidad de cálculo que éstos aportan, y por otro porque en el estudio de algoritmos o en el análisis de programas los problemas del tipo cálculo del número de operaciones, unidades de memoria que se precisan para realizar una cierta operación o estudio de la complejidad son problemas de tipo combinatorio.

En este sentido para la introducción y comprensión de la disciplina Programación las técnicas de conteo son muy útiles y necesarias porque en ella se trata de enfocar la atención de los estudiantes en resolver problemas matemáticos y en desarrollar la lógica del pensamiento. También las ecuaciones recurrentes que se incluyen dentro de los elementos de Lógica Matemática son útiles a disciplinas del perfil informático como la Programación y la Inteligencia Artificial, ya que la recursividad es un fenómeno que se presenta en muchos problemas, delegando la solución de un problema en la solución de otro más simple.

Por tal motivo, para analizar y resolver problemas que tienen como solución algoritmos recursivos, el profesional informático necesita como precedente dentro de los conocimientos esenciales a adquirir la recursividad y la estructura árboles, así como la resolución de problemas simples utilizando la programación lógica. Ello sugiere que al resolver un proyecto, los elementos de la lógica juegan un papel esencial tanto en la modelación de los algoritmos a implementar como de los diagramas que deben construir (González, 2018). A medida que el tiempo transcurre, el acceso a la computación, como estudio, se ha acrecentado, y se satisfacen más las necesidades a través de la evolución de las tecnologías y la creación de programas. Distintos aspectos de la Lógica Matemática permiten al Ingeniero Informático determinar el número de pasos que un algoritmo necesita ejecutar para completar una determinada tarea así como lo que implica la velocidad del algoritmo de un determinado programa. Por la importancia y aplicación de este concepto en la formación inicial del estudiante de Ingeniería Informática se debe destacar que la teoría de la computabilidad, está íntimamente relacionada con las matemáticas y su concepto clave es el concepto de algoritmo.

La teoría de la computabilidad es identificada por algunos autores como la teoría de algoritmos y fue elaborada gracias a descubrimientos de eminentes lógicos matemáticos. Esta teoría brinda un amplio conocimiento de los algoritmos así como, sobre la reducción de su complejidad, este proceso de reducción permite que los programas ejecuten mayor cantidad de acciones en computadores de bajas prestaciones. Por lo tanto, este proceso constituye otra de las habilidades fundamentales del aprendizaje de la programación que forma parte de la competencia implementar procesos de informatización en las organizaciones (Hernández, 2017).

Otro aspecto fundamental en la Programación son los lenguajes. En este sentido, el estudio matemático de los lenguajes es uno de los pilares de la Informática, entendiendo por lenguaje un sistema de símbolos y de convenios que se utilizan para la comunicación, sea ésta entre personas, entre personas y máquinas, o entre máquinas. La idea de la Programación en Lógica se comenzó a ver principalmente a partir del cálculo de predicados como lenguaje de Programación, está orientado más a la persona por lo que se ha convertido en el pilar de una nueva generación de lenguajes que el ingeniero debe dominar. En esto se aprecia que la

deducción puede ser usada para simular la computación, lo cual es, sin dudas, la idea fundamental de la programación en la lógica: la computación es deducción (Faux, 2006).

Para que los estudiantes logren un amplio conocimiento acerca de los lenguajes de programación es importante su enseñanza basado en dos conceptos fundamentales: los algoritmos ya explicados con anterioridad y los núcleos conceptuales básicos. Estos núcleos conceptuales permiten estructurar metodológicamente su enseñanza con independencia de los lenguajes de programación, lo que permite que los estudiantes se apropien de ellos y logren aplicarlos en los lenguajes de un mismo paradigma.

En el desarrollo de la Inteligencia Artificial la Lógica Matemática desempeña un rol muy importante. En esta disciplina un Agente Basado en Conocimiento (ABC) es aquel sistema que posee conocimiento de su mundo y que es capaz de razonar sobre las posibles acciones que puede tomar para cambiar el estado de su mundo. El ABC es un conjunto de sentencias, representado mediante un lenguaje de representación de conocimiento. Virtualmente los lenguajes de representación se basan, de cierta manera, en la lógica. A su vez, siempre que se ejecuta el programa del ABC la pregunta se responde mediante el razonamiento lógico. Los investigadores en Inteligencia Artificial han llegado a la conclusión de que para lograr máquinas que exhiban inteligencia artificial se deben separar los mecanismos de razonamiento y manipulación de grandes cantidades de conocimientos de los asociados con la voluntad, los sentimientos y el libre albedrío.

Por tal razón se ha acudido al formalismo de la lógica y su tratamiento del pensamiento y los procesos mentales, en busca de los modelos que servirían a los programas computacionales para que las computadoras exhiban un comportamiento inteligente (Rina, 2016).

Considerando que la Lógica es el estudio de los principios y métodos utilizados para distinguir el razonamiento correcto del incorrecto, lo cual constituye el problema central de esta disciplina, el conocimiento de todos estos elementos le permiten al estudiante de Ingeniería Informática durante su formación inicial adquirir la base para resolver ejercicios de ABC que lo preparan para futuros problemas que puedan presentarse en su labor profesional. Con ese mismo objetivo, recibe elementos de Lógica Difusa que es una de las ramas de la Lógica Matemática más utilizadas en la Inteligencia Artificial.

Otros aspectos de Lógica Matemática como la Teoría de Conjuntos y las operaciones entre ellos sirven como base y precedente al estudio de Base de Datos, puesto que una base de datos relacional conecta los rasgos de una determinada pieza de información. Para la fundamentación teórica, las bases de datos se nutren de la lógica de primer orden, la teoría de grafos, el álgebra, las lógicas para la concurrencia y otras áreas de la Lógica Matemática. También las operaciones con conjuntos se utilizan en la normalización de las bases de datos que aprenden los Ingenieros Informáticos en su formación inicial y les proporcionan estrategias de

verificación de los procesos que han tenido lugar en la normalización. En este caso, permiten la autopreparación del estudiante pues proporcionan recursos que les permite enfrentar la validación del producto obtenido: el modelo conceptual de una base de datos.

Según Hakkarainen, Moss y otros (2004-2006)(citado por (Serna & Florez, 2013)). La ingeniería es un campo de las ciencias aplicadas que descansa sobre las bases de la matemática, la física y la química. Para lograr que su trabajo responda a las necesidades sociales, sus profesionales deben adquirir una comprensión amplia y funcional de los procesos, además de un adecuado dominio de las habilidades técnicas.

Entre muchas otras habilidades los ingenieros deben lograr una comprensión profunda de los conceptos abstractos, desarrollar la capacidad de pensamiento algorítmico y un razonamiento lógico adecuado. Diversos estudios indican que el razonamiento lógico no es independiente de la capacidad intelectual general, y que los estudiantes que razonan lógicamente y resuelven adecuadamente los problemas tienden a obtener mejores resultados en cualquier materia científica. Por lo tanto, la formación en ingeniería, como área científica, debe incluir a la lógica, la abstracción, la matemática y la resolución de problemas en todos los niveles, porque como profesionales deben dominar y aplicar el pensamiento lógico.

En esta era donde la evolución social ha llevado a la humanidad a la Sociedad de la Información y el Conocimiento, se conoce que el trabajo del Ingeniero Informático consiste fundamentalmente en detectar, reconocer y resolver problemas hallando soluciones informáticas cada vez más eficaces, pero la mayoría de sistemas educativos y contenidos temáticos relacionados parecen desconocer la necesidad de formar a los estudiantes para que desarrollen un razonamiento lógico, y de esta forma puedan responder apropiadamente a este requerimiento.

Por este motivo, los sistemas de formación deben mantener una continua comunicación con la realidad, con el objetivo de preparar a los futuros profesionales para que se desempeñen adecuadamente cuando les corresponda vivirla. Este objetivo tiene una característica básica: la necesidad de desarrollar un pensamiento lógico y una adecuada interpretación abstracta para lograr la resolución eficiente y efectiva de esos problemas. En la formación de ingenieros para el siglo XXI esta necesidad es un componente básico, porque su desempeño estará regido ampliamente por una adecuada interpretación del problema, antes de presentar una solución.

En este sentido se concuerda con (Lantigua, 2017) en que sobre la base de los contenidos de Lógica Matemática que reciben los estudiantes, como, las temáticas de equivalencia lógica, reducción mediante equivalencias de unas operaciones a otras y aplicación de las leyes fundamentales y derivadas a la simplificación de expresiones lógicas, estos desarrollan el razonamiento deductivo y lógico, y comienzan a

descubrir métodos formales para la verificación de software, al mismo tiempo que potencian sus pensamientos mediante procesos, habilidades que le garantizarán poder expresar, interpretar y demostrar diversas situaciones relacionadas con las actividades y aplicaciones a desarrollar por el ingeniero en Informática. Situación por la cual se considera necesario contribuir a la formación del profesional informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

Para satisfacer esta necesidad es importante tener en cuenta las características de los planes de estudios que se han aplicado y se aplican en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas. Desde que se comenzó a preveer la introducción de máquinas computadoras y medios técnicos de computación al país, los planes de estudios se fueron diseñando con asignaturas que le proveían los conocimientos que el ingeniero debía tener para los equipos que iban apareciendo paulatinamente en ministerios, empresas y otras entidades.

Con la vertiginosa introducción y desarrollo de la Informática en el país se fueron adaptando los planes de estudio a los nuevos requerimientos provenientes de la ciencia, la tecnología, la sociedad y la economía cubanas. Así, desde su variante A hasta la que existe en el momento en que se desarrolla esta investigación, la E, los planes de estudios de los centros de educación superior han cambiado constantemente sujetos a diferentes orientaciones, actualmente pueden diseñarse sus asignaturas a partir de las necesidades y características del contexto de cada centro de estudios, de manera que cada vez puedan ser más flexibles para asimilar los cambios tecnológicos.

Por este motivo, es necesario abordar el tema de las relaciones de la Lógica Matemática y la Informática desde el punto de vista de la relación entre las ciencias que intervienen en la formación inicial del Ingeniero Informático, de manera que se puedan alcanzar resultados que no respondan a un plan de estudio en particular, es decir, que no tengan límites de uso y validez. Teniendo en cuenta la importancia de propiciar acciones de apoyo e intercambio entre las ciencias sin obstaculizar el desarrollo de éstas, resulta necesario aludir a la interdisciplinariedad como componente principal que se debe tener presente en la relación entre ellas.

La especificidad identificante de la Informática como el conjunto de conocimientos y prácticas científicas que permiten diferenciarla de otras ciencias es un aspecto muy importante como condición previa al planteamiento de la interdisciplinariedad. La Informática como disciplina científico tecnológica está compuesta por elementos disciplinares que se interrelacionan entre sí, estudia los fenómenos relacionados con los objetos de su dominio material (información, sistemas) y cuenta por un lado con un conjunto de métodos o procedimientos (modelación, abstracción) que permiten captar y estudiar los fenómenos

relacionados al tratamiento sistemático de la información, y por otro, con teorías (Teoría de la Información y las Comunicaciones, Teoría de las organizaciones) que conceptualizan los objetos de su dominio material. Como otras ciencias, tiene aplicaciones prácticas o tecnológicas que están sustentadas por las teorías específicas y, asimismo, hacen uso de sus métodos y procedimientos.

Las herramientas tecnológicas surgen como parte de la aplicación del conocimiento científico de la disciplina en la construcción de artefactos que se incorporan al mundo real o virtual en forma de productos o servicios. La Informática evoluciona mediante transformaciones o cambios paradigmáticos que se producen a lo largo de su desarrollo y que afectan a sus elementos. Estas contingencias históricas surgen generalmente como consecuencia de la aplicación de la tecnología en el mundo y producen modificaciones en las teorías; tales modificaciones a su vez impactan en el resto de los elementos constitutivos de esta ciencia (Barchini, 2004). A pesar de que existe un vasto cúmulo de definiciones de disciplinariedad e interdisciplinariedad entre autores que abordan esta temática, la presente investigación se basa en los que aquí se presentan y en las ideas de la doctora argentina Graciela Barchini quien declara que la Informática es una disciplina científico tecnológica, y en su interacción con otras disciplinas, es una disciplina bio-psico-socio-tecno-cultural con un carácter transversal y multifacético.

Barchini (2006) cita a Neira (2000) en su trabajo "Interdisciplinariedad de la ciencia hoy" cuando establece que debe haber comparación y unión de disciplinas en el conocimiento teórico, siendo mejor y más deseable la unidad del saber que su dispersión, y que además debe existir una unión entre el conocimiento y la acción. De sus artículos se citan los siguientes conceptos que tienen lugar desde el punto de vista de relación entre ciencias y disciplinas.

**Disciplina** es un cuerpo específico de conocimiento enseñable, con su propio trasfondo de enseñanza, entrenamiento, procedimientos, métodos y áreas de contenidos.

**Multidisciplinariedad** es la yuxtaposición de varias disciplinas, algunas veces sin aparente conexión entre ellas.

**Pluridisciplinariedad** es la yuxtaposición de disciplinas que se suponen más o menos relacionadas entre sí.

**Interdisciplinariedad** es la interacción entre dos o más disciplinas diferentes. Esta interacción puede ir desde una simple comunicación de ideas hasta la mutua integración de conceptos, metodología, procedimientos, epistemología, terminología, datos y la organización de investigación y docencia en un campo suficientemente amplio.

**Transdisciplinariedad** es un sistema común de axiomas para un conjunto de disciplinas.



Así mismo se hace alusión a las ideas del reconocido experto en el tema de interdisciplinariedad Piaget cuando apunta: "No tenemos por qué seguir dividiendo la realidad en estrechos compartimientos hidráulicos, ni en pandos estratos correspondientes a los aparentes límites de nuestras disciplinas científicas. Por el contrario, sentimos un impulso urgente hacía la búsqueda de interacciones y de mecanismos unitivos. La interdisciplinariedad ha llegado a ser el pre-requisito del progreso científico, y de ninguna manera un lujo innecesario ni un artículo mercable en baratillo". Y asume que en la medida en que se enfoque al hombre actual y a los complejos problemas de la sociedad, se hace imperativa la aplicación de diferentes tipos de interdisciplinariedad.

Todo conocimiento tiene identidad disciplinar, competencia disciplinar y disponibilidad interdisciplinar. La competencia disciplinar es la compleja capacidad de moverse con los diferentes componentes de la estructura disciplinar, sabiendo diferenciarlos y articularlos. También es la capacidad de orientarse en la diversidad de modelos para pensar la estructura disciplinar, pudiendo ponderar alternativas y actuar en consecuencia. La disponibilidad interdisciplinar es la compleja actitud que permite desde la diferencia abrirse a la integración. Es decir, desde la identidad disciplinar abrirse a la actitud dialogante, capaz de reconocer otros puntos de vista disciplinares y la necesidad de complementariedad en función de reconstruir una visión más totalizante y más integrada. La disponibilidad interdisciplinar no sólo permite la relación entre disciplinas, sino que es una forma de relacionar informaciones con decisiones (Barchini, 2006).

Se concuerda con la autora citada en que en el caso de la Informática sus características disciplinares y sus variados campos de aplicación han contribuido a profundizar su crisis de identidad. Se trata, obviamente, de una crisis de crecimiento debida a su origen reciente, tiene tan sólo unas cuantas décadas comparada con otras disciplinas como la lógica, matemática, historia, entre otras que tienen siglos de antigüedad.

Esta crisis responde también al desarrollo explosivo que ha tenido en su evolución, al número cada día más elevado y diverso de líneas de investigación abiertas, a su creciente influencia sobre la vida de las personas y sobre la sociedad. A pesar de su acelerado crecimiento no ha tenido el proceso de maduración necesario que acompañe a dicho crecimiento, pero aún así ha demostrado su competencia y disponibilidad interdisciplinar.

### **Conclusiones del capítulo.**

En una sociedad tan exigente como la actual por su constante evolución tecnológica es importante contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático que ocupa un lugar importante en este sentido. Los fundamentos teóricos y metodológicos expuestos y los elementos analizados desde las características de la Informática como ciencia hasta la importancia de la Lógica Matemática y su relación con las principales

disciplinas de esta ciencia, permiten diseñar un sistema de actividades para la formación inicial de estos profesionales.

Los temas abordados evidencian que el vínculo de estas ciencias propicia el desarrollo de la capacidad de razonamiento, análisis y abstracción que es prioridad en las personas que se desempeñen en esta área de la ingeniería. Además las habilidades matemáticas y la lógica propician la capacidad de los individuos de relacionarse, afrontar problemas y dificultades y a superar todo tipo de conflictos profesionales. Desde un enfoque interdisciplinario el sistema de actividades puede diseñarse de manera que posibilite una mejor formación inicial del Ingeniero Informático desde la base de todos los aspectos anteriormente analizados.

## **Capítulo 2: Sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.**

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial de la investigación a partir del análisis de documentos y obtención de información mediante la aplicación de diferentes técnicas, se presenta la propuesta del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. Además se señalan los fundamentos básicos, estructura, exigencias y actividades del sistema de actividades.

### **2.1 Operacionalización de la variable contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.**

Como parte del diagnóstico de la situación actual de la variable de investigación es preciso llevar a cabo la operacionalización de la misma por lo que es necesario determinar las dimensiones e indicadores que la caracterizan.

#### **Variables:**

**Variable Dependiente:** Contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Definición conceptual:** Condiciones favorables, teniendo en cuenta las actuales, que propicien una mejor formación del Ingeniero Informático a través del vínculo de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática mediante la existencia de teoría que demuestre la importancia de este vínculo y la aplicación de la Lógica Matemática de manera transversal en la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Definición Operacional:** Cuando se logre sustentar teóricamente el contenido del sistema elaborado. Cuando el criterio de los expertos se manifieste significativamente a favor del sistema elaborado y se demuestre su validez.

**Variable Independiente:** Sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Definición conceptual:** Conjunto de elementos, componentes o actividades relacionadas para lograr como objetivo la contribución de la Lógica Matemática a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de su relación con las principales disciplinas de Informática.

**Definición Operacional:** Un sistema de actividades que comprende actividades para la contribución de la Lógica Matemática a partir de su relación con las principales disciplinas de Informática, teniendo en cuenta la preparación de los estudiantes y la preparación metodológica de los profesores en el desarrollo del sistema.

## **Operacionalización de la variable dependiente:**

### **Dimensión 1. Teórica.**

Está relacionada con los conocimientos que evidencian la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática en la formación inicial del Ingeniero Informático.

#### **Indicadores:**

1. Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática que intervienen en la formación inicial del Ingeniero Informático.
2. Conocimiento de la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática.
3. Conocimiento de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Programación, Ingeniería de Software y Base de Datos, Arquitectura de Computadoras e Inteligencia Artificial.
4. Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática que se aplican para la resolución de problemas informáticos.

### **Dimensión 2. Práctica.**

Está relacionada con la aplicación de los conocimientos teóricos de la relación de la Lógica Matemática con cada una de las principales disciplinas de Informática para la formación inicial del profesional de esta área.

#### **Indicadores:**

1. Aplicar los conocimientos de los elementos de Lógica Matemática a las situaciones que se presentan en las diferentes disciplinas de Informática.
2. Argumentar la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática.
3. Explicar los elementos de la Lógica Matemática que contribuyen a la apropiación de nuevos contenidos que corresponden a diferentes disciplinas informáticas.
4. Aplicar los métodos de razonamiento lógico al análisis de nuevas situaciones que transcurren en su práctica laboral.
5. Aplicar la lógica y sus formas de trabajo a situaciones de la vida diaria.

La operacionalización de la variable, contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático, permite establecer los indicadores a evaluar a partir de la utilización de métodos empíricos como será declarado en el epígrafe siguiente.

## **2.2 Estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.**

Una vez abordados los aspectos teóricos y metodológicos que manifiestan la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática así como la importancia de integrar esta relación en la formación inicial del Ingeniero Informático para contribuir a su preparación, es conveniente diagnosticar el estado actual de la variable objeto de estudio.

El diagnóstico realizado durante la investigación fue iniciado con la revisión de documentos como pruebas parciales, finales y extraordinarios de las asignaturas que se relacionan con las disciplinas de Informática que se analizan, los programas analíticos de estas asignaturas, encuestas realizadas por la dirección de la facultad sobre la formación del profesional informático, artículos, tesis de maestrías y doctorados relacionados con la importancia de la Lógica Matemática y su relación con la Informática así como un análisis del plan de estudio de la carrera Ingeniería Informática. Esta documentación se revisó con el objetivo de constatar cómo se manifiesta el vínculo de la Lógica Matemática con las disciplinas de Informática que se analizan en la investigación.

De esta manera, se evidencia que los estudiantes hacen poco uso de los elementos de Lógica Matemática en las disciplinas de Informática donde ésta se integra, por otra parte en los programas analíticos de las asignaturas que pertenecen a estas disciplinas no se puede detectar claramente la presencia de la Lógica Matemática.

Los planes de estudios conformados con un grupo de asignaturas y sus contenidos le permiten al estudiante apropiarse de los conocimientos y habilidades esenciales y pertinentes para su futura labor como Ingeniero Informático. El plan de estudio de la carrera Ingeniería Informática desde su último diseño en la variante del Plan D, se ha caracterizado por un conjunto apreciable de modificaciones causadas en primera instancia por el enriquecimiento y una variación esperada del objeto de estudio en sí y la necesidad de atemperar los diseños de formación al escenario de transformaciones en la Educación Superior y a los estándares internacionales.

Como se estipula en el plan de estudio E en la formación de arquitectos e ingenieros, la educación matemática juega un papel primordial. La disciplina Matemática Superior aporta al estudiante los conocimientos necesarios para su formación académica y las 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 al desarrollo de la capacidad de abstracción, de habilidades para la comprensión y comunicación de propiedades y características matemáticas, igualmente

forma una base sólida de conocimientos, integrada y sistémica. A pesar de que en esta disciplina se abordan múltiples aspectos de matemática que son de gran significación en la formación del Ingeniero Informático es en la disciplina Inteligencia Computacional donde se le imparten a los estudiantes los elementos de Lógica Matemática que se encuentran en algunos temas de la asignatura Matemática Discreta, como son: cálculo proposicional, cálculo de predicados, demostración de teoremas, programación lógica, entre otros (MES, 2017).

El estudio realizado del plan de estudio E evidencia que los elementos de Lógica Matemática que se imparten son dispersos y escasos en algunas asignaturas en pocos años de la carrera. La importancia que impone el conocimiento de dichos elementos produce la necesidad de incorporar en el perfil profesional del Ingeniero Informático más contenidos que permitan enriquecer la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas que se analizan en la investigación por ser las de mayor impacto en la carrera. De este análisis se detectó un conjunto de dificultades con respecto a la información que existe sobre la importancia de la relación de la Lógica Matemática con cada una de las disciplinas que se analizan en la formación inicial del Ingeniero Informático.

Además se realizaron de forma sistemática varias observaciones externas, realizadas por la propia investigadora de manera abierta, directa e indirecta. Se observaron las actividades que desarrollan tanto los estudiantes como los profesores en algunos espacios docentes como las clases, laboratorios, práctica profesional, seminarios, talleres, entre otros. Dentro de las actividades observadas se encuentran 10 clases que se imparten en este período lectivo 2018-2019, se estableció como principal objetivo constatar el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas y se llevó a cabo en correspondencia con la guía de observación que se muestra en el (Anexo 1) de la tesis.

De lo observado se obtiene como resultado que en las distintas actividades docentes que desarrollan estudiantes y profesores como parte de la formación inicial del Ingeniero Informático, no se evidencia claramente la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. El estudiante recibe los contenidos de Lógica Matemática que son impartidos por los profesores de Matemática Discreta y no son capaces de establecer relación de éstos con otras asignaturas de la carrera donde también tienen importancia.

A pesar de que en muchas ocasiones en distintas asignaturas de las disciplinas de Programación, Inteligencia Artificial, por citar algunas, utilizan elementos de Lógica Matemática para llegar a la solución de

un ejercicio no son conscientes de que están haciendo uso de ellos, no conocen explícitamente de la aplicación de la Lógica Matemática en las disciplinas que son ejes fundamentales en su formación inicial sino que ven esta ciencia como una mera parte de una asignatura que deben aprobar.

Para obtener información directa sobre opiniones, valoraciones y actitudes se realizaron encuestas donde se tuvieron en cuenta los indicadores de las variables operacionalizadas con preguntas cerradas, sencillas, precisas y en relación directa con el tema que se trata en la investigación, de manera que, los estudiantes encuestados se sientan parte de lo que se investiga. Antes de la aplicación de las mismas se recurrió al criterio de los profesores del departamento de Informática con mayor experiencia para conocer la efectividad de las preguntas de acuerdo a la información que se desea obtener.

Se aplicó la encuesta que se muestra en el (Anexo 2) de la tesis a los estudiantes de 1ero, 3er y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas. Un total de 83 estudiantes que representa el 61% de la población representada por 136 estudiantes. El objetivo principal fue constatar el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, así como conocer la importancia que le confiere el estudiante a integrar la relación de estas ciencias en su formación inicial.

De los resultados obtenidos y tratados estadísticamente donde todos los datos fueron válidos se evidencia que la mayoría de los estudiantes representados por un 76, 7% del total, consideran que la Lógica Matemática es poco importante, un 58,7% considera que esta ciencia posee poca relación con las principales disciplinas de Informática, el 80% piensa que nunca se evidencian sus elementos en las clases donde reciben contenido de las disciplinas que se analizan y el 60% que no contribuye a la formación inicial del Ingeniero Informático.

De manera general se pudo apreciar que una parte significativa de estudiantes desconoce la importancia de la Lógica Matemática y el impacto que tiene en las principales disciplinas de Informática que intervienen durante su formación inicial.

Con el objetivo de enriquecer, completar y reafirmar la información obtenida por los métodos empleados se entrevistó a los profesores del departamento de Informática de la Universidad de Matanzas, principalmente a aquellos que imparten o se relacionan de alguna manera con las asignaturas que pertenecen a las disciplinas de Informática que se relacionan con la Lógica Matemática y se analizan en la investigación. Se realizaron entrevistas informativas, centradas, que permitieron conocer diferentes opiniones respecto a situaciones comunes, formulando preguntas libres y de manera individual. Su principal objetivo fue obtener información acerca del estado en que se encuentra la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas

de Informática y que importancia consideran que tiene este tema los profesores entrevistados. Las entrevistas se realizaron de acuerdo al modelo reflejado en el (Anexo 3) de la tesis.

Aunque los profesores entrevistados consideran que la Lógica Matemática es muy importante en la carrera y que posee relación con la Informática, reconocen que en sus clases pocas veces se evidencian los vínculos de sus contenidos con las principales disciplinas de Informática que se abordan en la investigación, opinan que la mayoría de las ocasiones no se perciben los elementos que demuestran la presencia y utilidad de la Lógica Matemática en diferentes escenarios docentes durante toda la carrera, además están de acuerdo en que se necesita mucha más preparación con respecto a la manera en que pudiera contribuir la relación de Lógica Matemática y disciplinas de Informática a la formación inicial del Ingeniero Informático, por otra parte concuerdan en que el estudiante no tiene conocimiento sobre el impacto e importancia de la relación de estas ciencias en su carrera e incluso para su desempeño profesional, por lo que no posee la capacidad de integrarla en las actividades de su formación inicial.

Por otra parte se aplicaron pruebas pedagógicas indistintamente a cada año de la muestra escogida de acuerdo a los contenidos que le han sido impartidos de las disciplinas que se analizan tal y como se muestra en el (Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6, Anexo 7 y Anexo 8) de la tesis.

De la prueba de Programación (Anexo 4) para un total de 39 estudiantes de 1er año, se obtuvo que 23 estudiantes que representan el 60% del total no reconocieron que la solución del ejercicio podía alcanzarse a partir de las leyes de la Lógica Matemática. El 75% de los 27 estudiantes de 3er año no supieron aplicar los contenidos de Lógica Matemática para la solución del ejercicio y en 5to año solo el 10% de los 17 estudiantes realizaron una parte del ejercicio propuesto aplicando los contenidos de Lógica Matemática.

En la prueba de Arquitectura de Computadoras (Anexo 5) aplicada a los estudiantes de 3er y 5to para un total de 44 estudiantes se obtuvo como resultado que el 80% de los estudiantes no recordaban el contenido de tablas de verdad de Lógica Matemática impartido en el primer año de la carrera ni sabían reconocer el álgebra de Boole en el tipo de ejercicio propuesto.

Por su parte, la prueba de Bases de Datos (Anexo 6) aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año demostró que los estudiantes en su mayoría representados por un 75% poseen insuficiencias a la hora de trabajar con teoría de conjuntos, contenido de Lógica Matemática que es elemental en esta disciplina. Así mismo en las pruebas de Ingeniería de Software (Anexo 7) e Inteligencia Artificial (Anexo 8) un 84,8% de los 44 estudiantes que cursan el 3er y 5to año no pudieron resolver los ejercicios propuestos mediante el uso de los elementos de Lógica Matemática como el de Lógica Difusa, mostraron dificultad en la lógica del orden de las operaciones y las condiciones que se planteaban.



Los resultados del diagnóstico realizado evidencian carencias en lo teórico, en lo práctico y en lo metodológico, en profesores y estudiantes, para conocer y aplicar la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. El sistema de actividades que se propone está dirigido a la calidad de la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la contribución de la Lógica Matemática y su relación con las principales disciplinas de Informática.

### **2.3 Estructura del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.**

Por la importancia de integrar la Lógica Matemática en las principales disciplinas de Informática durante toda la formación inicial del Ingeniero Informático se desea contribuir a la preparación de estudiantes y profesores con un sistema de actividades que posibilite remediar las dificultades detectadas con el diagnóstico en la carrera Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas.

El sistema como resultado científico, puede definirse como el “Conjunto de principios sobre una materia, enlazados entre sí formando un cuerpo de doctrina. Conjunto ordenado de cosas que contribuyen a un fin” según el diccionario de la Lengua Española (Diccionario, 2003) y el diccionario de sinónimos y antónimos destaca en el sistema “Un método, conjunto, plan, procedimiento, normas, modo, medio, régimen, técnica, fórmula, ordenación, organización” (Diccionario de sinónimos y antónimos, 2010), citado por (Lantigua, 2017).

Stuart y Alvarez (2017) citado por (Coloma, 2018, p. 39), definen como sistema al “...conjunto de componentes interrelacionados entre sí, desde el punto de vista estático y dinámico, cuyo funcionamiento está dirigido al logro de determinados objetivos”.

Se concuerda con González (2009) que plantea, que el sistema de actividades puede definirse como resultado científico, de la siguiente forma: conjunto de actividades relacionadas entre sí de forma tal que integran una unidad, el cual contribuye al logro de un objetivo general como solución a un problema científico previamente determinado, y lo considera viable, valioso y factible de aplicar.

El término “sistema” está estrechamente vinculado a la historia de la ciencia en general, y al desarrollo de la filosofía desde la antigüedad. También posee gran significación en lo relacionado con el enfoque holístico, la teoría general de sistemas y el enfoque sistémico. Para analizarlo se deben tener en cuenta categorías filosóficas que se le relacionan estrechamente: (González, 2009)

- Lo general: agrupa los rasgos generales que se manifiestan, sin excepción, en todos los objetos de una clase.

- Lo particular: integra los rasgos propios y específicos de algunos de los objetos de una clase determinada.
- Lo singular: determina los rasgos particulares de un objeto, que hacen que sea único e irrepetible y permiten agruparlos en determinadas clases.

Se considera que estas categorías filosóficas expresan las conexiones objetivas del mundo, así como las etapas de su conocimiento. Se relacionan con lo relativo al sistema, pues expresan las relaciones entre el todo y la parte, lo complejo y lo simple, así como el análisis y la síntesis, aspectos que deben ser tenidos en cuenta siempre por los investigadores. Se destaca la coincidencia existente entre las diferentes definiciones ofrecidas, al señalar como aspectos esenciales del sistema al conjunto de elementos, componentes o actividades interrelacionadas para lograr un objetivo.

Es necesario advertir en este sentido que, el sistema de actividades se asume como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, dirigido a contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático, siendo este su objetivo fundamental y principal resultado a partir de abordar actividades tanto para los profesores como para los estudiantes.

Por tal motivo es importante precisar el carácter de las actividades que conforman el sistema de acuerdo al contexto donde se ejecutan y al objetivo que persiguen. Por tanto, se considera que las actividades del sistema propuesto pueden clasificarse en:

- Docentes: Se realizan en el contexto de una actividad docente y las dirige el profesor.
- Didácticas: Su objetivo es contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente dentro de la clase u otras de sus formas organizativas.
- Metodológicas: Se vinculan al trabajo metodológico del centro escolar y tienen como objetivo contribuir a la preparación metodológica de los profesores.
- De aprendizaje: Dirigidas a los estudiantes como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- De capacitación: Dirigidas a los docentes como parte de su sistema de superación.

Para la elaboración del sistema de actividades se asumió que el proceso de formación del Ingeniero Informático es un escenario propicio para la participación activa del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje y está orientado a contribuir a una mejor preparación del futuro profesional en los distintos ámbitos de su desempeño laboral. Este sistema cumple requisitos como:

- Aplicación del sistema de actividades a partir de la formación, experiencia profesional y capacidad del profesor de ofrecer soluciones a los problemas de su práctica educativa. Se deberán concebir las actividades desde la experiencia de los profesores, con los recursos tecnológicos disponibles y

contextualizarlas, sobre la base de la vinculación con las empresas y organizaciones, potenciar el conocimiento de la profesión y desarrollar vínculos afectivos positivos relacionados con esta.

- Participación activa y reflexiva de los estudiantes en el proceso de formación profesional. Este requisito pretende ofrecer el decisivo lugar de participación de los estudiantes en su propia formación.
- Flexibilidad del sistema, se refiere a las variaciones posibles a establecer en cuanto a las actividades, con la inclusión, eliminación o cambios que se correspondan con las características del contexto y condiciones en las cuales se aplica este resultado.
- Coherencia del sistema con las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera Ingeniería Informática.

Las características del sistema de actividades serían las siguientes:

- Posee un carácter dialéctico que se expresa en la contradicción entre el estado actual y el que se desea, por lo que se dirige al cambio cualitativo.
- Tiene como fin la formación del estudiante en su interrelación con la realidad que lo circunda. Considera la relación interdisciplinar como una necesidad para el desarrollo del conocimiento teórico y de la práctica dirigida a la formación de un educando más integral.
- Es transferible porque se adecua a las características concretas de los estudiantes y profesores a los que va dirigida y al contexto en que se desarrolla.
- Contiene actividades definidas y estructuradas.

Por tanto el resultado científico propuesto en la investigación se define como el sistema de actividades para la formación del Ingeniero Informático a través de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. A continuación se presenta un esquema para su mayor comprensión:

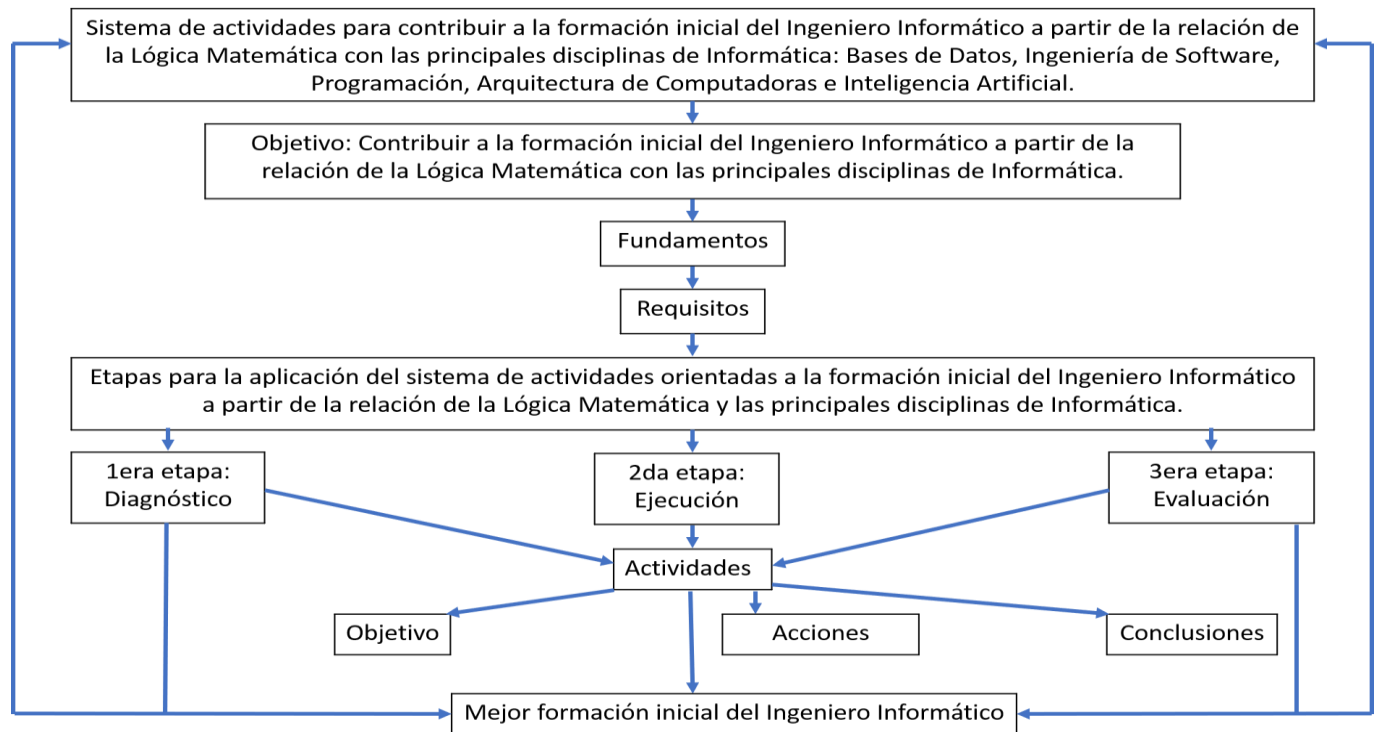


Figura 1: Esquema del sistema de actividades propuesto. Elaboración de la autora.

Se coincide con (Espinosa & Castillo, 2013) en que el profesor es el encargado de poner en práctica las concepciones que se manejan en un sistema de actividades y este necesita tener un conjunto de recomendaciones para la planificación, dirección y control del proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación se precisan algunas de ellas:

1. Determinar con precisión los objetivos instructivos y educativos y los contenidos de las actividades.
  - Conocer el estado real del conocimiento de los estudiantes.
  - Precisar los contenidos de la Lógica Matemática y las disciplinas de Informática con las que se establecen la relación.
  - Determinar las habilidades que se trabajarán en cada actividad.
  - Tener presente la interdisciplinariedad como elemento fundamental en las actividades.
  - Tener en cuenta los programas directores y transversales relacionados con los contenidos de Lógica Matemática y las disciplinas de Informática que puedan ser trabajados.
  - Determinar los trabajos investigativos que se pueden asignar en las actividades.
  - Conciliar el contenido de aprendizaje con los estudiantes a partir de intereses individuales y colectivos.

2. Diseñar las actividades docentes que respondan a los contenidos seleccionados, para esto es necesario:
  - La concreción de las acciones y operaciones a realizar por el estudiante y el profesor.
  - Tener en cuenta los niveles de apropiación en las habilidades.
  - Niveles de comprensión para las habilidades receptivas.
  - La complejidad de la tarea docente en la clase y otros espacios docentes.
  - Predominio de actividades interactivas, reflexivas, motivantes, estratégicas, personalizadas, sistémicas, desarrolladoras y formativas.
  - Tránsito de las actividades por las tres etapas (orientación, ejecución y evaluación).
3. Seleccionar los métodos y procedimientos, así como los medios o recursos didácticos para lo que será necesario:
  - Utilizar un estilo democrático (libertad con responsabilidad).
  - Crear un clima cordial de colaboración y participación mutua donde los estudiantes se manifiesten dispuestos y desinhibidos.
  - Lograr que las actividades se conciban atendiendo al contexto real de los estudiantes.
  - Emplear de manera sistemática el trabajo investigativo.
  - Combinar el uso de medios tradicionales con métodos activos basados en el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
4. Organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera tal que:
  - Se aprovechen las potencialidades del grupo en el trabajo individual, por parejas o equipos.
  - Se considere el papel del profesor como facilitador, orientador, desarrollador y conductor del proceso de enseñanza-aprendizaje.
  - Se potencie al estudiante y al grupo como protagonistas.
  - Se facilite un momento de autorreflexión y autovaloración para el proceso de enseñanza-aprendizaje.
  - Se logre una sistematización en la utilización de software, así como de otras fuentes de información y las comunicaciones.
5. Diseñar el proceso de evaluación del aprendizaje a partir de:
  - Estimular la autovaloración y valoración, reflexión y autorreflexión en los estudiantes.
  - Evaluar el desempeño de cada estudiante en las actividades.

- Crear un clima agradable en los momentos de evaluación.
- No utilizar la evaluación como recurso de coacción o de imponer disciplina.
- Combinar diferentes técnicas evaluativas.
- Orientar cómo utilizar el software en las actividades que se proponen.
- Controlar sistemáticamente el desarrollo que alcanzarán los estudiantes.
- Brindar ayuda mientras realizan las actividades en caso necesario.

La propuesta que se ofrece no entra en contradicción con las actividades instructivas y educativas de la Universidad de Matanzas, sino que se dirigen a precisar un trabajo encaminado a fortalecer los elementos que contribuyen a la formación inicial del Ingeniero Informático. Teniendo en cuenta todas las consideraciones y aspectos abordados anteriormente, en correspondencia con la lógica del resultado que se muestra como producto de la investigación y basada en la propuesta del Dr. C. Luis Ernesto Martínez González se presenta la estructura de las actividades que conforman dicho sistema:

- Actividad.
- Objetivo.
- Acciones.
  - Introducción.
  - Desarrollo.
- Conclusiones.

No se pretende que esta estructura constituya un modelo rígido a seguir sino una guía para que se desarrollen las actividades de acuerdo al contexto y a la creatividad de quienes la pongan en práctica, siempre y cuando se cumpla con el objetivo de contribuir de manera positiva a la formación inicial del estudiante de Ingeniería Informática.

#### **2.4 Etapas y conjunto de actividades que conforman el sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.**

El sistema de actividades propuesto transita por varias etapas con el objetivo de organizar las actividades y lograr un mejor resultado en la aplicación de las mismas, estas siguen un orden y una lógica procesal pues su expresión es funcional no temporal. La etapa de Diagnóstico, está dirigida a conocer cómo los estudiantes y profesores aplican la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, es decir, esta primera etapa está encaminada a la determinación de las debilidades que posee el estudiante en este sentido y las necesidades básicas de preparación de los profesores del departamento de Informática

para conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en torno al tema tratado. A partir de ese conocimiento se procede al desarrollo de las actividades de la siguiente etapa que se proyectan y desarrollan por la vía del trabajo metodológico para contribuir a la superación de los profesores de manera que puedan conducir las actividades que permiten la preparación de los estudiantes en cuanto a la contribución de la Lógica Matemática a su formación inicial como Ingeniero Informático.

La etapa de Ejecución implica la puesta en práctica de las actividades donde se integran el componente metodológico, investigativo, académico y laboral, teniendo en cuenta para la realización de las mismas la importancia de aplicar el enfoque de proyecto. Para la práctica laboral las actividades propuestas posibilitan que los estudiantes apliquen el método científico en la obtención y procesamiento de información relacionada con la contribución de la Lógica Matemática a la formación inicial del Ingeniero Informático mediante su relación con las principales disciplinas de Informática. Es importante para el desarrollo de las actividades de esta etapa la participación consciente, activa y comprometida tanto de los profesores como de los estudiantes. La etapa Evaluación posibilita comprobar la efectividad de las actividades diseñadas y en función de los resultados obtenidos modificar o ajustar lo que se obtuvo.

A continuación se muestran las actividades del sistema que corresponden a cada una de las etapas expuestas anteriormente:

### **Etapa Diagnóstico**

**Objetivo:** Determinar logros y dificultades que poseen los profesores y estudiantes con respecto a la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática y su contribución en la formación inicial del Ingeniero Informático, además, obtener resultados a cerca de cómo en los distintos espacios docentes se integra la Lógica Matemática en las principales disciplinas que intervienen en la carrera.

#### **Actividades diagnósticas generales:**

- Determinación del objetivo y contenido del diagnóstico a efectuar relacionado con la contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.
- Determinación de las vías a emplear para realizar el diagnóstico.
- Elaboración, aplicación y procesamiento de los instrumentos a utilizar para el diagnóstico.
- Determinación de logros y dificultades en el proceso de formación inicial del Ingeniero Informático con respecto a la relación de la Lógica Matemática y las principales disciplinas de Informática, a partir de los resultados del diagnóstico.
- Análisis individual y colectivo con los profesores y estudiantes sobre los resultados obtenidos en el diagnóstico.

- A partir de las deficiencias encontradas ubicar nuevos temas en el banco de problemas de la carrera Ingeniería Informática.

Para el desarrollo de las actividades diagnósticas se propone la utilización de diferentes métodos empíricos como entrevistas, encuestas, observación a las distintas actividades docentes que se desarrollan en la carrera y otras que, en el momento en que se lleven a cabo las actividades, se necesiten para reunir información complementaria. La aplicación de los métodos empíricos depende de las necesidades del investigador, la situación en la cual se encuentren los estudiantes y profesores y el plan de estudios que se encuentre vigente. Algunas de las actividades que se proponen en esta etapa son:

**Actividad 1:** Planificación del diagnóstico inicial.

**Objetivo:** Planificar el diagnóstico inicial para conocer el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Acciones:**

- Explicar el objetivo y la importancia de realizar el diagnóstico inicial como parte de la aplicación del sistema de actividades propuesto.
- Escoger los instrumentos más factibles para llevar a cabo el diagnóstico inicial que permita medir el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Bases de Datos, Ingeniería de Software, Programación, Arquitectura de Computadoras e Inteligencia Artificial, teniendo en cuenta los criterios de los profesores y especialistas del departamento.
- Elaborar los distintos instrumentos seleccionados para conocer el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Conclusiones:** Elaborar un informe donde estén recogidos todos los aspectos del diagnóstico inicial que se necesitan para su aplicación en la carrera Ingeniería Informática.

**Actividad 2:** Aplicación del diagnóstico inicial.

**Objetivo:** Conocer el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Acciones:**

- Aplicar el diagnóstico inicial con la cooperación de los profesores del departamento de manera que se pueda garantizar la organización y calidad de la actividad.
- Procesar los datos que se obtengan de cada instrumento de manera que se facilite el análisis de los mismos.



- Determinar los aspectos en los que se debe incidir para potenciar la preparación de profesores y estudiantes sobre la contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de su relación con las principales disciplinas de Informática.

**Conclusiones:** Orientar el inicio de la etapa posterior comenzando lógicamente por las actividades que contribuyan a la superación del profesor y después las que contribuyan a la preparación de los estudiantes en el tema de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

### **Etapa Ejecución**

**Objetivo:** Aplicar las actividades diseñadas para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática. Teniendo en cuenta la importancia de priorizar las actividades de preparación del profesor de manera que este pueda conducir correctamente las actividades encaminadas a la preparación del estudiante.

#### **Actividades de ejecución:**

- Orientar diferentes actividades de preparación metodológica para contribuir a una mayor preparación del profesorado del departamento de Informática.
- Aplicar el enfoque de proyecto para realizar las actividades del sistema teniendo en cuenta las que se realizan de manera individual o colectiva.
- Orientación de tareas investigativas que alienten el interés de los estudiantes por los temas de Lógica Matemática.
- Preparar talleres, seminarios, clases y otras formas de organización del proceso docente educativo donde se propicien momentos en que el estudiante pueda evidenciar la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.
- Planificar encuentros con profesionales y recién graduados que se especialicen en temas de Informática que utilicen la Lógica Matemática.
- Planificar visitas a distintas empresas de desarrollo informático donde los estudiantes puedan interactuar con el entorno laboral donde se desempeñarán después de graduarse.

**Actividad 3:** Presentación de las etapas subsiguientes del sistema de actividades.

**Objetivo:** Exponer los principales resultados de la investigación realizada sobre la contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.

#### **Acciones:**

- Abordar la situación problémica que hace necesaria la aplicación de un sistema de actividades que permita contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.
- Abordar todo lo referente al resto de las actividades que componen el sistema de actividades que se obtuvo como resultado de la investigación, así como sus principales características, principios y etapas.
- Resumir algunas de las recomendaciones que se plantean para la aplicación del sistema y obtener criterios al respecto.

**Conclusiones:** Resaltar la importancia de utilizar el sistema de actividades para potenciar la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática y contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Actividad 4:** Reunión metodológica.

**Objetivo:** Analizar los aspectos fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje de los elementos de Lógica Matemática que propicien la correcta aplicación del sistema de actividades.

**Acciones:**

- Ofrecer ideas generales con respecto a la aplicación del sistema de actividades de manera que se propicie el debate.
- Analizar los fundamentos teóricos y metodológicos del tratamiento de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática que se analizan en la investigación.
- Analizar las insuficiencias en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje que provocan dificultades de aprendizaje de los elementos de Lógica Matemática y las posibles causas.
- Propiciar que el debate se realice desde el respeto de criterios, la crítica constructiva y la retroalimentación desde los diferentes puntos de vistas sobre la aplicación del sistema de actividades.
- Destacar la importancia del papel del estudiante dentro de su propia formación inicial.
- Abordar el proyecto como forma organizativa fundamental en la Informática y que debe ser utilizada para el desarrollo de las actividades del sistema.

**Conclusiones:** Se propone continuar con la aplicación de otras formas de trabajo metodológico, desarrollar una clase metodológica instructiva y un taller siempre a partir de las necesidades y demandas de los participantes.

**Actividad 5:** Elaboración de carpetas digitales que contengan materiales teóricos y metodológicos para su uso en la docencia.

**Objetivo:** Propiciar la autopreparación de los profesores sobre la importancia de la Lógica Matemática en la Informática.

**Acciones:**

- Crear un espacio digital al que de manera segura los profesores del departamento puedan acceder a material que le permita desarrollar las actividades docentes desde la integración de manera transversal de la Lógica Matemática con las principales disciplinas que intervienen durante la formación inicial del Ingeniero Informático.
- Depositar en una carpeta digital todos los materiales que se consideren útiles en el desarrollo de las actividades docentes donde sea posible evidenciar la importancia de la Lógica Matemática y su relación con las disciplinas de Informática.
- Ubicar en la carpeta digital la investigación realizada para que esté disponible entre los materiales como apoyo para los profesores que necesiten estudiarla.
- Permitir que los profesores a su vez puedan facilitarle a los estudiantes bibliografía con la que puedan profundizar en el tema propiciando así fortalecer su formación inicial.

**Conclusiones:** Resaltar la importancia de utilizar bibliografía que permita dominio del tema que se trate en los diferentes espacios docentes donde sea necesario demostrar la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Actividad 6:** Clase Metodológica Instructiva.

**Objetivo:** Orientar a los docentes sobre el tema de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, analizando cada una de ellas.

**Acciones:**

- Explicar, argumentar y analizar los problemas metodológicos sobre cómo abordar el tratamiento de los contenidos de Lógica Matemática desde su relación con las principales disciplinas de Informática analizadas en la investigación.
- Argumentar los fundamentos teóricos y metodológicos para abordar lo referente con la integración de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.
- Tener en cuenta la importancia de la Lógica Matemática como ciencia.

- Presentar los aspectos que evidencian la relación de la Lógica Matemática con cada una de las principales disciplinas de Informática: Bases de Datos, Ingeniería de Software, Programación, Arquitectura de Computadoras e Inteligencia Artificial.
- Precisar los rasgos del Ingeniero Informático que potencia la integración de la Lógica Matemática en su formación inicial.

**Conclusiones:** Abordar, de manera general, la necesidad de fortalecer la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático.

**Actividad 7:** Taller Metodológico.

**Objetivo:** Debatir las experiencias más significativas en el cumplimiento de lo orientado en la clase metodológica instructiva a cerca del tratamiento de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Acciones:**

- Crear diferentes equipos de trabajo a los que se les entreguen diferentes temas de las principales disciplinas con los que se relacione la Lógica Matemática.
- Realizar propuestas metodológicas que favorezcan la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, de manera, que se pueda integrar este vínculo en la formación inicial del Ingeniero Informático, teniendo en cuenta el enfoque de proyecto.
- Socializar las diferentes propuestas metodológicas que se realicen a partir del tema planteado.
- Discutir las propuestas metodológicas elaboradas en cada equipo.
- Propiciar un debate amplio de las propuestas metodológicas en el que todos tengan participación activa.

**Conclusiones:** Socializar ideas, criterios y valoraciones sobre las propuestas metodológicas a partir de los conocimientos y experiencias adquiridos en el trabajo.

**Actividad 8:** Entrega de una guía de ejercicios que contribuya a la preparación en cuanto al tema de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

**Objetivo:** Reconocer la importancia de la Lógica Matemática en su relación con la Informática para su formación inicial.

**Acciones:**

- Orientar la elaboración de un resumen de los contenidos de Lógica Matemática que le han sido impartidos.

- Presentar un conjunto de ejercicios de los diferentes temas que pertenecen a las disciplinas de Informática, de manera que se puedan comprender y solucionar con los diferentes elementos de Lógica Matemática que se relacionan en ellos.

**Conclusiones:** Se resuelven los ejercicios propuestos de manera individual o a través de la resolución conjunta entre profesores del departamento, tutores y estudiantes.

**Actividad 9:** Orientación de tareas del proyecto en las que se integre la Lógica Matemática.

**Objetivo:** Integrar la Lógica Matemática en las actividades que desarrolla como parte de las responsabilidades de su rol en el proyecto.

**Acciones:**

- Presentar situaciones reales en las que tengan que emplear la Lógica Matemática para resolver algún problema de su profesión que permita lograr algún beneficio común.
- Orientar actividades vinculadas a los proyectos que se desarrollan en las organizaciones donde se reconozca la aplicación de la Lógica Matemática.
- Motivar la creación de situaciones profesionales donde se tenga que emplear la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, de manera que se logre la sensación de ser protagonista del propio aprendizaje.
- Facilitar el uso de softwares y tecnologías que propicien desarrollar y aplicar el conocimiento adquirido sobre la contribución de la Lógica Matemática.

**Conclusiones:** Se orientan tareas vinculadas al proyecto en las que tengan que intervenir varios roles, cada uno con su propia responsabilidad en la solución de un problema vinculado a las disciplinas de Informática para el que sea necesario aplicar elementos de Lógica Matemática.

**Actividad 10:** Orientación de tareas investigativas en los distintos espacios docentes.

**Objetivo:** Estimular el interés por la investigación, principalmente por los temas de Lógica Matemática.

**Acciones:**

- Orientar tareas de investigación en las que se tengan que tratar temas de Lógica Matemática y su relación con las principales disciplinas de Informática.
- Orientar tareas investigativas que aborden cómo la Lógica Matemática se integra a los proyectos que se desarrollan en las organizaciones.
- Desarrollar talleres, seminarios, clases, entre otros que potencien el desarrollo de actividades que necesiten de una previa investigación sobre temas como: Surgimiento de la Lógica Matemática. ¿Cómo comenzó a extenderse la Lógica Matemática a la Informática y sus principales aportes? ¿De

qué manera se relaciona actualmente la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Bases de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial, Programación y Arquitectura de Computadoras?

**Conclusiones:** Se pueden mostrar fotografías de las principales figuras que contribuyeron al desarrollo de la Lógica Matemática y hacer mención de datos interesantes que despierten el gusto por la investigación de estos temas.

**Actividad 11:** Planificación de encuentros de intercambio con ingenieros informáticos que laboran en empresas de la ciudad.

**Objetivo:** Lograr que el estudiante se identifique con las funciones de su desempeño laboral.

**Acciones:**

- Realizar charlas de preparación laboral donde el estudiante además de ampliar sus conocimientos pueda exponer sus criterios e inquietudes.
- Abordar temas sobre el desempeño laboral del Ingeniero Informático en las empresas de la localidad de Matanzas.
- Propiciar la retroalimentación mediante la explicación de los proyectos de tesis que se desarrollan y otras actividades realizadas como parte de la formación inicial.
- Debatir sobre las mayores necesidades de empleo en el área de Informática según las características de la ciudad.
- Debatir sobre la importancia de la Lógica Matemática y su aplicación en las disciplinas de Informática y verificar la posibilidad de creación de proyectos que aborden este tema.

**Conclusiones:** Intercambio de información, conocimientos y tratados de colaboración entre las organizaciones y la universidad para potenciar la formación inicial de los ingenieros informáticos.

**Actividad 12:** Debate del material "El juego de la imitación".

**Objetivo:** Motivar hacia el conocimiento de la Lógica Matemática y su importancia en la profesión del Ingeniero Informático al ver como Turing crea la computadora a través del uso de la Lógica.

**Acciones:**

- Coordinar el lugar donde se va a desarrollar la actividad de manera que se logre un clima agradable y entretenido, se inicia con una breve explicación del objetivo que se persigue con la actividad y se invita a los estudiantes a visualizar el material.

- Propiciar el debate del material visualizado utilizando como guía las siguientes interrogantes: ¿De qué trata la película? ¿Se aborda la importancia de la Lógica Matemática? ¿Cómo valora la personalidad de Turing? ¿Qué enseñanza le transmite la película?
- Promover la reflexión colectiva a cerca de los principales procesos que realiza un Ingeniero Informático y a través de la elaboración conjunta con los profesores.
- Tener en cuenta cómo se refleja la importancia del trabajo en equipo a través de la aplicación del enfoque de proyecto que se manifiesta en el material.

**Conclusiones:** Se redactan de manera conjunta los distintos criterios y apreciaciones que se tengan sobre el material visualizado.

**Actividad 13:** Debate de la película "Steve Jobs".

**Objetivo:** Reconocer los rasgos indispensables que debe tener un informático que se destacan en la personalidad de Steve Jobs y cómo utiliza la Lógica en el desarrollo de aplicaciones informáticas.

**Acciones:**

- Coordinar el lugar donde se va a desarrollar la actividad de manera que se logre un clima agradable y entretenido, se inicia con una breve explicación del objetivo que se persigue con la actividad y se invita a los estudiantes a visualizar el material para poder valorar finalmente la figura de Steve Jobs.
- Comenzar el debate del material utilizando como guía las siguientes interrogantes: ¿De qué trata la película? ¿Qué características posee Steve Jobs que usted considera no debe dejar de tener un Ingeniero Informático? ¿De qué manera utiliza la Lógica Steve Jobs? ¿Qué enseñanza le transmite el material visualizado? ¿Qué conocimientos le aporta?
- Reflexionar de manera colectiva a cerca de las principales características que se muestran de Steve Jobs a través del personaje de la película y permitir que el estudiante exprese sus criterios o aspectos interesantes que conozca no abordados en el material.
- Debatir sobre los aspectos de Ingeniería Informática que se destacan en el material.

**Conclusiones:** Se redactan de manera conjunta los distintos criterios y apreciaciones que se tengan sobre el material visualizado.

**Etapas Evaluación:**

**Objetivo:** Valorar el cumplimiento de las actividades del sistema de actividades propuesto en función del objetivo por el que fue diseñado.

**Actividades de evaluación:**

- Control sistemático en la ejecución de las actividades mediante la observación a clases.

- Análisis de las dificultades presentadas por los profesores y estudiantes en la ejecución de las actividades para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática y las principales disciplinas de Informática.
- Evaluación del desarrollo alcanzado en la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de las actividades desarrolladas.
- Valoración de la implementación del sistema de actividades propuesto.

**Actividad 14:** Valoración del sistema de actividades por los profesores del departamento de Informática.

**Objetivo:** Conocer los criterios de los profesores del departamento sobre la efectividad de la aplicación del sistema de actividades.

**Acciones:**

- Permitir retroalimentación entre los integrantes del grupo donde se desarrolle la actividad.
- Realizar una lluvia de ideas para dar la posibilidad al grupo de profesores de expresar cómo los elementos de Lógica Matemática se pudieron evidenciar y aplicar en el sistema de actividades.
- Proponer materiales a discutir en los cuales se abordan cuestiones relacionadas con el Ingeniero Informático y sus roles laborales, así como, los elementos esenciales de la relación de Lógica Matemática e Informática que intervienen en su formación inicial.
- Realizar una síntesis de los criterios emitidos y de cómo el profesor puede contribuir a elaborar su propia estrategia de acorde a las características del contexto donde se va a desenvolver o la actividad que va a realizar.
- Debatir sobre los elementos que demuestran la relación de Lógica Matemática e Informática que se ponen de manifiesto en el sistema de actividades, su importancia para la sociedad en general y en particular en el ejercicio de la profesión de los ingenieros informáticos.
- Analizar con conciencia crítica la posibilidad de seleccionar alternativas y valorar decisiones que demuestren interés por las temáticas abordadas en el sistema de actividades.

**Conclusiones:** Se reconoce si se presenta deficiencia por la falta de conocimientos sobre la integración de la Lógica Matemática en la formación inicial de los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática y, si es necesario, seguir trabajando en este sentido aportando ideas de forma natural y sincera.

**Actividad 15:** Taller de intercambio sobre las actividades realizadas.

**Objetivo:** Valorar la satisfacción de los participantes de la carrera Ingeniería Informática con las actividades propuestas en el sistema de actividades.

**Acciones:**



- Describir de manera crítica el conjunto de actividades realizadas como parte del sistema propuesto, los aciertos y desaciertos en cada una de ellas. Se les pide sinceridad a los profesionales y que expresen sus opiniones de manera abierta.
- Realizar un debate acerca de los elementos esenciales para el análisis de cada actividad, sus expectativas con el trabajo realizado, así como los niveles de satisfacción esperados.
- Compartir experiencias e intercambio de conocimientos sobre los elementos esenciales de las actividades realizadas teniendo en cuenta la intención con que fueron creadas.
- Analizar el desarrollo de las actividades del sistema vinculadas a los proyectos, compartir experiencias de las tareas de los roles y el trabajo del equipo involucrado.
- Propiciar el diálogo en un ambiente informal y franco en el cual primen la espontaneidad y el análisis crítico de las fortalezas y debilidades de cada actividad.
- Determinar la necesidad de aportar nuevas actividades que permitan enriquecer el sistema, un mayor conocimiento, sensibilidad y conciencia sobre la motivación, culminación de la profesión y características sobre el futuro ambiente laboral.
- Elaborar en conjunto, con profesores y estudiantes que representen los intereses de sus respectivos grupos, los aspectos positivos y negativos de las actividades ejecutadas así como las nuevas propuestas de actividades que se consideren incluir.

**Conclusiones:** Se recogen los criterios de los participantes para arribar a conclusiones sobre la aplicación del sistema de actividades, a partir de la necesidad de la inclusión o no de nuevas actividades que propicien un análisis crítico acerca de la completitud del sistema, y su efectividad en relación con la contribución de la Lógica Matemática a la formación inicial de los estudiantes de Ingeniería Informática.

Por cada etapa del sistema de actividades, se presentan un conjunto de actividades generales y otras más específicas que fueron diseñadas con la intención de contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de los aspectos que favorecen la relación entre Lógica Matemática y las principales disciplinas de Informática. Teniendo en cuenta las actividades de preparación de los profesores por el rol que desempeñan como guía, orientador y facilitador en la formación inicial de los estudiantes de la carrera y aquellas que de alguna manera se centran más en el estudiante como elemento activo dentro de su propia formación inicial. Con el conjunto de todas las actividades, de manera general, se desea que el sistema propuesto sea un elemento mediante el cual se posible contribuir a una mejor preparación del Ingeniero Informático.

### **Conclusiones del capítulo.**

Del diagnóstico realizado se encontraron dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Lógica Matemática y la relación que posee con las principales disciplinas de Informática a las que se hace referencia. A partir del análisis de los resultados se obtuvieron los elementos que deben estar presentes en la creación y aplicación del sistema de actividades propuesto, como respuesta al problema científico de la investigación, este ha sido diseñado para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático.

Aunque se considera que deben aplicarse además otras alternativas, se prevé una mejor preparación del estudiante de Ingeniería Informática con la aplicación de dicho sistema, por lo cual, es necesario contar con el criterio y experiencia de un grupo de expertos que posibiliten analizar y estudiar las mejores vías para desarrollar las actividades del sistema de manera que se puedan lograr los objetivos propuestos y una validación parcial mediante su puesta en práctica.

### **Capítulo 3. Validación parcial del sistema de actividades para la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.**

Durante la investigación realizada es evidente la importancia de la Lógica Matemática como elemento fundamental en las diferentes disciplinas de Informática. Con el objetivo de conocer como se comportaba la relación entre estas ciencias en los distintos escenarios docentes en los que participan estudiantes y profesores de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas se realizaron como parte de un diagnóstico observaciones, encuestas, entrevistas y pruebas pedagógicas que aparecen en los anexos que se destacan en el capítulo anterior. De su aplicación se obtuvieron resultados que demuestran que los elementos de Lógica Matemática que se abordan en las disciplinas de la carrera son escasos y que en gran medida se desconoce sobre el impacto de la relación de estas ciencias en la formación inicial del estudiante de Ingeniería Informática.

La recolección y análisis de los datos obtenidos permitió diseñar, en respuesta al resultado que se espera de la investigación, un sistema que reúne actividades tanto docentes, didácticas como metodológicas con el cual se desea contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

Con el objetivo de valorar la validez del sistema de actividades, lo cual constituye el objeto de este capítulo, se realizó una consulta a un grupo de expertos que a partir de su experiencia emiten criterios que permiten el perfeccionamiento del sistema de actividades. De los resultados favorables obtenidos de la consulta a los expertos se introducen elementos del sistema de actividades en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas con el objetivo de comprobar si posibilitan una mejor formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la contribución de la Lógica Matemática. De esta manera, se obtiene una primera aproximación en la práctica acerca de su validez y los aspectos necesarios para su corrección.

#### **3.1 Criterio de expertos.**

El criterio de expertos es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación que se define como "... una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones" (Escobar & Cuervo, 2008, p. 29).

Tras someter el resultado de una investigación a la consulta y juicio de expertos éste ha de reunir dos criterios de calidad: validez y fiabilidad, con el objetivo de que los investigadores puedan aplicarlo. La validez se define como el grado en que un objeto sirve para el propósito para el que ha sido construido y la fiabilidad expresa

la consistencia, es decir, nivel de cohesión entre los diferentes ítems o aspectos del objeto, y la estabilidad temporal que alude a la escasa variabilidad de las medidas del objeto cuando éste se aplica en situaciones distintas. En este sentido la tarea del experto se convierte en una labor fundamental para eliminar aspectos irrelevantes, incorporar los que son imprescindibles y/o modificar aquellos que lo requieran. La valoración de los expertos es cualitativa pues deben juzgar la capacidad del objeto para evaluar todas las dimensiones que se desean medir (Garrote & Rojas, 2015).

La aplicación de este método permite obtener información sobre el resultado que se propone al problema inicialmente planteado en la investigación. En cuanto al proceso de selección de expertos existen diversos métodos desde los que no implican filtros de elección ya sea por afinidad o cercanía entre el experto y el investigador hasta los que utilizan criterios más estructurados como el de coeficiente de competencia del experto que se utiliza en el presente trabajo. De esta manera se parte de las personas que inicialmente se han considerado expertos para que con su opinión y autovaloración indiquen su nivel sobre el conocimiento acerca del objeto de investigación, así como de las fuentes que le permiten argumentar y justificar dicho nivel.

Por el hecho de que no hay un acuerdo unánime para la determinación del número de expertos, en este caso, la selección de los expertos dependió de aspectos como la facilidad para acceder a ellos y la posibilidad de conocer expertos suficientes sobre la temática objeto de la investigación, por lo que para la recogida de la información brindada por los expertos se realizó a través del método Delphi, técnica en la que cada experto realiza la evaluación individualmente y se recogen las opiniones de manera individual y anónima, se le envía a cada uno de ellos la mediana obtenida y se le pide que reconsidere su juicio hasta llegar a un consenso. En la fase final del proceso de consulta a los expertos se elaboran las conclusiones en términos de validez y fiabilidad del sistema de actividades, sin desestimar la presencia de aspectos como la personalidad o las habilidades sociales de los expertos que pueden generar criterios a favor de uno o varios elementos del sistema de actividades.

### **3.2 Aplicación del método Delphy.**

El método Delphy es considerado como uno de los métodos subjetivos más confiables. Está encaminado a obtener las opiniones y criterios de los expertos sobre determinada cuestión. Consiste en la organización de un diálogo anónimo con los expertos consultados individualmente, mediante un cuestionario, con vista a obtener un consenso general. Esta técnica permitió extraer la información de los expertos que conforman un grupo heterogéneo, analizar las convergencias de opiniones en torno al problema que aborda la investigación, facilitar a los expertos entrevistados emitir sus opiniones sin saber qué es lo que otros colegas

opinan llegando a un consenso de ideas, reflexiones, criterios incidiendo en la mejora de la problemática planteada. Según (Crespo, 2007, p. 13) "... se entiende por experto a un individuo, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer con un máximo de competencia, valoraciones conclusivas sobre un determinado problema, hacer pronósticos reales y objetivos sobre efecto, aplicabilidad, viabilidad, y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone y brindar recomendaciones de qué hacer para perfeccionarla" (Coloma, 2018).

Se asumen en la investigación además las definiciones dadas por el mismo autor de los siguientes aspectos:

**Aplicabilidad:** Si los resultados pueden ser satisfactorios, puede que sean aplicables tal como se propone, aplicarse parcialmente o haciendo modificaciones.

**Viabilidad:** Está relacionada con la aplicabilidad pero se precisa más, porque depende de si por circunstancias presentes, tiene probabilidades o no de poderse aplicar, así, puede ser que una propuesta científica sea aplicable y con ella obtener resultados muy satisfactorios, pero en la condiciones actuales de desarrollo de los docentes o por cuestiones económicas no sea viable su aplicación.

**Relevancia:** Cualidad o condición de relevante, importancia, significación en la esfera donde se investiga, novedad teórica y práctica que representa la futura aplicación del resultado que se valora.

A partir de la secuencia de acciones de carácter lógico y metodológico que proponen (Guardo, Mesa, & Vidaurreta, 2010) para el método de evaluación por criterio de expertos primeramente se trazó como objetivo explícito de la consulta a expertos la valoración del sistema de actividades, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes.

En la selección de los expertos se tuvo en cuenta la competencia del experto sobre el tema, la cual se midió a partir de obtener el coeficiente K (coeficiente de competencia del experto) mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{2} (K_c + K_a).$$

Donde:

K<sub>c</sub>.- Coeficiente de conocimiento del experto sobre el tema.

K<sub>a</sub>.- Coeficiente de argumentación del experto sobre el tema.

El cuestionario aplicado a los expertos aparece indicado en el (**Anexo 9**), este cuestionario fue explicado a cada uno de los expertos de forma individual, destacando la responsabilidad que aumían al emitir sus criterios y la importancia de estos para la validación parcial del resultado de la investigación, en este proceso se logró que los expertos se motivaran por el tema, existiendo siempre una buena comunicación entre expertos y facilitador posibilitando el trabajo.

Al precisar la información recogida a partir de la aplicación del cuestionario de autoevaluación de los expertos se obtuvo que su coeficiente de competencia (K) es del orden de 0,85 y se establece que cuando K se encuentra entre los valores de 0,8 y 1 ( $0.8 < K < 1$ ), es confiable la selección realizada (**Anexo 10**). El resultado de 0,85 corrobora que el coeficiente de competencia de los expertos es alto, por lo que se procedió a la selección de los expertos cuyo coeficiente de competencia sea mayor de 0.85 obteniéndose 15 expertos. Seguidamente se compilan los criterios acerca de los indicadores a evaluar puestos en consideración de los expertos y se procesó la información, reestructurando determinadas ideas y acciones derivadas del juicio de estos en el sistema de actividades, previo a su aplicación en la práctica pedagógica.

La aplicación del coeficiente se realizó a 15 de los posibles expertos, el 100% tiene más de 10 años de experiencia en la actividad que realizan y todos desarrollan la actividad docente.

El grupo de expertos seleccionados estuvo conformado por: profesores de la Facultad de Ciencias Técnicas y de diferentes Facultades en la Universidad de Matanzas. De ellos 1 es doctor en ciencias en determinada especialidad, 8 son doctores en educación superior y 6 son máster en ciencias de la especialidad. En relación con la categoría docente: 4 son Auxiliares, y 11 Profesores Titulares.

Este análisis permitió caracterizar a los expertos en cuanto a (**Anexo 9**):

- Dominio en la temática de sistema de actividades.
- Dominio en la formación inicial del Ingeniero Informático.
- Más de 10 años de experiencia en la docencia.
- Categoría científica y docente elevada.

El procesamiento y análisis de la información permite determinar si hay convergencia o no en la opinión de los expertos. Con los resultados obtenidos se conforma una matriz, denominada Matriz de Rango, donde se resumen las evaluaciones de los diferentes expertos sobre cada uno de los atributos definidos en el estudio apoyándose en la escala de evaluación propuesta por el Dr. Rafael Espín Andrade referenciado por Hernández (2004) (**Anexo 11**):

- Verdadera (1)
- Casi verdadera (0.9)
- Bastante verdadera (0.8)
- Algo verdadera (0.7)
- Más verdadera que falsa (0.6)
- Tan verdadera como falsa (0.5)
- Más falsa que verdadera (0.4)

- Algo falsa (0.3)
- Bastante falsa (0.2)
- Casi falsa (0.1)
- Falsa (0)

Atributos a evaluar:

- Importancia del tema seleccionado.
- Perspectiva de aplicación del resultado que se presenta.
- Ajuste de las condiciones concretas del nivel de educación al que se dirige.
- Nivel de concreción de la propuesta.
- Requerimientos para el empleo del sistema de actividades.
- Estructura y contenido de las actividades.
- Valor didáctico de la propuesta.

De la votación realizada por los expertos, a partir de la entrega del sistema de actividades o de la tesis en los casos necesarios, se obtiene la tabla que se muestra a continuación:

|                   | Atributo 1 | Atributo 2 | Atributo 3 | Atributo 4 | Atributo 5 | Atributo 6 | Atributo 7 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Experto 1         | 0,9        | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          |
| Experto 2         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 3         | 1          | 0,9        | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          |
| Experto 4         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 0,9        |
| Experto 5         | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          |
| Experto 6         | 1          | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 1          |
| Experto 7         | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 8         | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          |
| Experto 9         | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 10        | 1          | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 0,9        |
| Experto 11        | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 12        | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 13        | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 0,9        | 0,9        |
| Experto 14        | 1          | 0,9        | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Experto 15        | 1          | 1          | 1          | 1          | 0,9        | 1          | 1          |
|                   | 0,98       | 0,96666667 | 0,98666667 | 0,98666667 | 0,98       | 0,97333333 | 0,98       |
| variación         | 0,0016     | 0,00222222 | 0,00115556 | 0,00115556 | 0,0016     | 0,00195556 | 0,0016     |
| desviación típica | 0,04140393 | 0,048795   | 0,03518658 | 0,03518658 | 0,04140393 | 0,04577377 | 0,04140393 |

Tabla 1: Votación de los expertos para cada indicador. Elaboración de la autora.

Una vez finalizada la evaluación de los expertos, se tienen en cuenta sus aportaciones para realizar las modificaciones oportunas, ya que sus sugerencias avalan una concordancia entre el diseño del sistema de actividades que se valida y su eficacia con respecto al objetivo para el que ha sido creado.

Con la Varianza y la Desviación Típica se puede conocer cuánto varía la votación del experto con respecto a la media, de esta manera como es pequeña la diferencia y la media es 0,9 entonces la valoración de los expertos es Verdadera. Esto permite que a partir de los aspectos de calidad que se miden al aplicar el criterio de experto se considere que el resultado es válido ya que tiene utilidad para el propósito para el que ha sido creado, es fiable porque existe cohesión entre los elementos que conforman el sistema de actividades y las medidas u objetivos del mismo ofrecen pocos cambios ante las nuevas situaciones que puedan surgir.

De esta manera, se califica por parte de los expertos al sistema de actividades como una propuesta viable de la que se pueden obtener resultados satisfactorios y puede ser aplicable tal como se propone. Posee relevancia e importancia en la Ingeniería Informática, así como novedad teórica y práctica. De esta manera se valida parcialmente el sistema y se procede a realizar una primera puesta en práctica a partir de un pilotaje para constatar como influye la aplicación del sistema de actividades en la formación inicial del Ingeniero Informático.

### **3.3 Resultados del pilotaje realizado.**

En toda investigación el pilotaje es un proceso fundamental que permite la obtención de datos que reflejan la situación real del problema investigado. En este sentido, algunos métodos como la Entrevista, la Encuesta y la Observación por sí mismas carecen de una objetividad absoluta. Cualquier sujeto involucrado en la temática de la investigación que sea entrevistado o encuestado puede emitir opiniones que no siempre se corresponden a la realidad, ya que emite la imagen que tiene de las cosas a partir de su carga subjetiva de intereses, prejuicios y estereotipos. En cuanto a la Observación esta va a depender de las características y condiciones específicas del observador, es decir, depende de la perspectiva del investigador.

Debido a estas cuestiones se consideró necesario aplicar la triangulación de métodos para lograr un mayor nivel de objetividad a la hora de constatar como se comportan los diferentes indicadores, teóricos y prácticos, durante la aplicación del sistema de actividades. La utilización de este método no solo posibilita que se pueda examinar los datos desde diferentes perspectivas sino también permite enriquecer la comprensión de los mismos.

La efectividad de la triangulación se basa en la premisa de que las debilidades de cada método individual serán compensadas por la fortaleza balanceadora de otro. Los diversos métodos, en conjunto, producen resultados ampliamente consistentes y convergentes. Triangulación es optimizar las ventajas y neutralizar,



más que combinar, las debilidades, por tal motivo cuando hay convergencia entre los métodos la confianza en los resultados crece considerablemente. En conjunto, el investigador que triangula debe buscar un ordenamiento lógico entre los resultados de los varios métodos (Borges, Bencomo, Bencomo, & Cevallos, 2018).

Según Borges (2018) la triangulación metodológica consiste en la confrontación de resultados obtenidos con la aplicación de diferentes métodos empíricos para la recogida de datos en la etapa diagnóstica de las investigaciones científicas.

Finalmente, se considera que la triangulación metodológica consiste en la combinación de varios métodos de recogida y análisis de datos para acercarse a la realidad investigada. Para llevar a cabo este método, se cruzaron los datos obtenidos a partir de la realización de encuestas a los estudiantes, entrevistas a los profesores, observaciones a clases y a práctica profesional, así como pruebas pedagógicas aplicadas indistintamente a cada año de la muestra seleccionada en dependencia de los contenidos de las disciplinas que tienen relación con la Lógica Matemática.

Estas técnicas fueron aplicadas conjuntamente en cuatro momentos diferentes durante la puesta en práctica del sistema de actividades. Un primer momento fue al realizar las actividades del sistema que corresponden a la etapa de Diagnóstico. Durante la realización de las actividades de la etapa de Ejecución se aplicaron en dos momentos diferentes, inicio y final de la etapa, las técnicas de recolección de datos que se emplean en la triangulación. Finalmente una vez realizadas las actividades de la etapa Evaluación se procedió a una última aplicación del método de triangulación. En cada momento se obtuvieron datos que permitieron medir el cumplimiento de los indicadores de cada una de las dimensiones, teórica y práctica respectivamente, de la variable dependiente: Contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático.

A continuación se muestran los resultados obtenidos durante la aplicación de la triangulación de métodos para cada uno de los indicadores de las dimensiones, expresados en cantidad de estudiantes en los que se pudo constatar cada indicador.

| Método         | Dimensión 1 |      |      |      | Dimensión 2 |      |      |      |      |
|----------------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|
|                | Ind1        | Ind2 | Ind3 | Ind4 | Ind1        | Ind2 | Ind3 | Ind4 | Ind5 |
| Encuesta1      | 3           | 2    | 3    | 2    | 2           | 4    | 5    | 2    | 2    |
| Entrevista1    | 5           | 4    | 1    | 5    | 2           | 3    | 1    | 2    | 4    |
| Observación1   | 2           | 2    | 3    | 7    | 2           | 1    | 4    | 5    | 2    |
| Observación PL | 3           | 3    | 4    | 5    | 7           | 6    | 8    | 5    | 5    |
| PP             | 4           | 6    | 7    | 3    | 6           | 8    | 5    | 9    | 8    |
| Encuesta2      | 15          | 18   | 13   | 12   | 11          | 18   | 16   | 20   | 23   |
| Entrevista2    | 17          | 13   | 10   | 14   | 16          | 20   | 23   | 19   | 51   |
| Observación2   | 22          | 19   | 23   | 28   | 20          | 22   | 21   | 24   | 28   |

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Observa PL   | 20 | 19 | 25 | 26 | 19 | 27 | 24 | 29 | 26 |
| PP           | 27 | 30 | 34 | 29 | 27 | 32 | 30 | 29 | 33 |
| Encuesta3    | 50 | 49 | 40 | 45 | 53 | 48 | 56 | 47 | 47 |
| Entrevista3  | 46 | 49 | 53 | 50 | 49 | 48 | 55 | 60 | 58 |
| Observación3 | 49 | 48 | 52 | 58 | 50 | 54 | 60 | 62 | 60 |
| Observac PL  | 51 | 56 | 50 | 55 | 61 | 50 | 66 | 59 | 50 |
| PP           | 60 | 59 | 64 | 60 | 57 | 64 | 60 | 62 | 60 |
| Encuesta4    | 73 | 70 | 71 | 68 | 70 | 73 | 69 | 70 | 75 |
| Entrevista 4 | 76 | 78 | 79 | 75 | 74 | 74 | 72 | 70 | 76 |
| Observación4 | 80 | 77 | 76 | 74 | 72 | 79 | 76 | 76 | 79 |
| Observac PL  | 81 | 83 | 82 | 83 | 83 | 83 | 80 | 81 | 83 |
| PP           | 82 | 80 | 81 | 83 | 82 | 82 | 81 | 83 | 81 |

Tabla 2: Resultados de la aplicación de los métodos empíricos. Elaboración de la autora.

De los datos reflejados en la tabla se obtuvo un gráfico que permite comprender con mayor facilidad cómo se comportaron los resultados obtenidos a medida que se aplicaba el sistema de actividades.

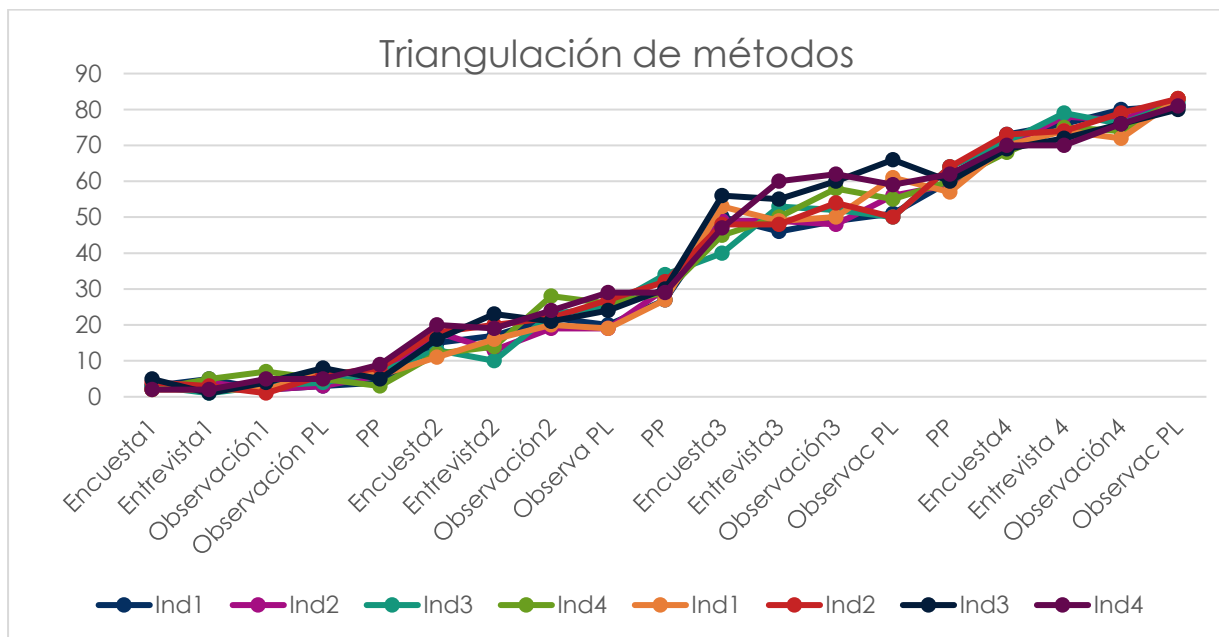


Figura 2: Resultados de la triangulación de los métodos empíricos. Elaboración de la autora.

Tanto en la tabla como en la gráfica que muestran los resultados de la triangulación, se refleja un crecimiento continuo de la cantidad de estudiantes en los que se pudo constatar el cumplimiento de los indicadores. A medida que se evoluciona en las etapas de realización de las actividades del sistema propuesto se evidencia un mayor cumplimiento de los indicadores de las dimensiones teórica y práctica. Aunque ambas dimensiones se centran en aspectos diferentes del problema, son complementarias y llevan a un enfoque más completo. Como se puede apreciar, los resultados convergen, se confirman mutuamente y apoyan las mismas conclusiones.

Este análisis permite llegar a la conclusión de que el sistema de actividades como resultado de la investigación y variable independiente ha influido positivamente en la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la contribución de la Lógica Matemática. Por lo que se puede afirmar que existe una mejora apreciable en cuanto a:

- Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática.
- Conocimiento de la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática.
- Conocimiento de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática: Programación, Ingeniería de Software y Base de Datos, Arquitectura de Computadoras e Inteligencia Artificial.
- Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática que se aplican para la resolución de problemas informáticos.
- Aplicación de los conocimientos de los elementos de Lógica Matemática a las situaciones que se presentan en las diferentes disciplinas de Informática.
- Argumentación de la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática.
- Explicación de los elementos de la Lógica Matemática que contribuyen a la apropiación de nuevos contenidos que corresponden a diferentes disciplinas informáticas.
- Aplicación de los métodos de razonamiento lógico al análisis de nuevas situaciones que transcurren en su práctica laboral.
- Aplicación de la lógica y sus formas de trabajo a situaciones de la vida diaria.

### **Conclusiones del capítulo.**

El sistema de actividades que se propone, se diseña desde una concepción integradora que permite alcanzar la solución del problema asumido en la investigación. La valoración obtenida de la aplicación del criterio de expertos permitió corroborar la factibilidad de su futura aplicación lo cual, además, se pudo constatar mediante el pilotaje realizado. Los resultados obtenidos del diagnóstico con la aplicación de la triangulación de métodos posibilitan afirmar que el sistema de actividades contribuye a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

## Conclusiones

Con la culminación de la investigación se arriban a las siguientes conclusiones que responden a los objetivos planteados al inicio de la misma:

- Del análisis de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la formación inicial del Ingeniero Informático se pudieron hallar elementos que evidencian el vínculo de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, posibilitando de esta manera el estudio de los elementos que demuestran la importancia de la Lógica Matemática en la Informática de manera general.
- En la fase del diagnóstico de la investigación se pudieron obtener datos del estado actual de la formación inicial del Ingeniero Informático con respecto a la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática, lo que permitió, a partir de ese conocimiento, precisar los aspectos necesarios para el diseño del sistema de actividades.
- El sistema de actividades que constituye el resultado final y el más importante de la investigación, está integrado por su fundamentación, objetivo, requerimientos y 15 actividades, fue creado teniendo en cuenta cada detalle que propiciara la mejor elaboración de las actividades que lo componen con el objetivo de contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.
- El sistema de actividades fue sometido a la valoración de un grupo de expertos competentes y con dominio del tema de la investigación y a partir de sus criterios se tuvieron en cuenta los aspectos que permitirán alcanzar resultados positivos de su puesta en práctica. Se demostró su validez a partir del criterio positivo de los expertos que lo consideran como un resultado satisfactorio que responde a la solución del problema por el que fue creado.
- El pilotaje realizado permitió conocer desde un acercamiento inicial como influirá totalmente el sistema de actividades en la formación inicial del Ingeniero Informático a partir de la contribución de la Lógica Matemática. La triangulación de los métodos empleada permitió arribar a conclusiones válidas al constatar la convergencia de cada una de las técnicas utilizadas, se evidenció gradualmente cómo con una primera aplicación parcial del sistema de actividades se puede contribuir a la formación inicial de los estudiantes de Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

## **Recomendaciones**

En aras del alcance de la investigación y con el objetivo de posibilitar la continuidad de la misma se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Dar a conocer los resultados de la presente investigación a la dirección de investigaciones de la Universidad de Matanzas a fin de que se determine la posible puesta en práctica de este resultado de manera total.
2. Continuar perfeccionando la propuesta por vías del trabajo científico metodológico a través de la elaboración de materiales docentes, sistema de ejercicios y exposición de criterios de los involucrados en la puesta en práctica del sistema de actividades.
3. Ampliar las experiencias y resultados de la investigación a otras áreas de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

## Referencias Bibliográficas

- (MES), M. d. E. S. (2017). Plan de Estudio E. Ingeniería Informática.
- Alén, H. M. F., Cosme, Y. G., & Solán, S. D. (2015). Una aproximación al estudio de la Lógica Matemática. *Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País García, Cuba.*
- Alpes, P. (2019). ¿Somos conscientes de los retos y principales aplicaciones de la Inteligencia Artificial? , from <https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/que-es-inteligencia-artificial>
- Andy, Y. (2016). Informática y sus ramas. <https://www.lifeder.com/ramas-informatica/>
- Angulo, H. H. (2014). Lógica Informática. Importancia de la Lógica en las Ciencias de la Computación. *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. FACULTAD TECNOLÓGICA. BOGOTÁ D.C.*
- Aparicio, A. (2012). Programa de Ingeniería de Software.
- Arana, L. L., Escobar, M. G., Rodríguez, A. S., Martínez, M. C. N., Rivero, R. M. M., & Rivero, B. R. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Cienfuegos, Cuba.*
- Baltodano, L., & Vanessa, N. (2018). Programa del Curso Lógica para Informáticos. *Universidad de Costa Rica.*
- Barchini, G. (2004). La Informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar. *Argentina.*
- Barchini, G. (2006). Informática. Una disciplina bio-psico-socio-tecno-cultural. *Argentina.*
- Beltrán, G., & Martínez, R. (2000). Breve historia de la Informática. *División de Informática Industrial ETSI Industriales. Madrid, España.*
- Benites, K. (2017). *Proceso metodológico de la asignatura Lógica Matemática aplicada en los discentes del primer semestre de la carrera de Licenciatura en Informática de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación Guía Andragógica.*
- Borges, A. E. P., Bencomo, D. B. P., Bencomo, E. R. P., & Cevallos, E. C. (2018). Objetividad en la triangulación del diagnóstico. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 1, 1-8.*
- Brady, M. (2016). Mathematical logic. <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Mathematicallogic>
- Cáceres, J. R. R., & Martínez, M. L. L. (2007). La importancia de la Ingeniería de Software en el desarrollo de Software Educativo. *Universidad Veracruzana (UV). Av. Xalapa esq. Av. Ávila Camacho s/n Col. Obrero Campesina CP.91020, Xalapa, Ver. México.* <https://www.uv.mx/mis/files/2012/11/LinaLopezMtzANIEI2007.pdf>
- Capizzo, M., Nuzzo, S., & Zarcone, M. (2006). "The impact of the pre-instructional cognitive profile on learning gain and final exam of physics courses: A case study".

- Capote, G., Rizo, N., & Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad una explicación necesaria.
- Cobrerros, P. (2017). Lógica Matemática. <http://dia.austral.edu.ar/Lógicamatemática>
- Coloma, A. (2018). *El Desarrollo de la motivación profesional por la Informática en el Instituto Tecnológico Bolivariano*.
- Crespo, T. B. (2007). Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo de expertos en la investigación pedagógica. *San Marcos, 1(Lima - Perú)*.
- Cruz, J. C. R., Mojica, M. L., & Aké, L. (2018, julio-septiembre). Importance of mathematics in special education degree in their initial training. *Atenas, 3*, 100-114.
- D'Alesio, J. V. (2018). Lógica Matemática: origen, qué estudia, tipos.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). "Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance".
- Dries, L. V. d. (2016). Mathematical Logic. Importance. . *Fall Semester*.
- Eckerdal, A., & Berglund, A. (2005). "What does it take to learn 'Programming thinking'?" . *Proc. 1st Int. Computing Education Research Workshop, Seattle*.
- Escobar, J. P., & Cuervo, A. M. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización., 27-36. Retrieved from En Avances en Medición website: [http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
- Espinosa, A., & Castillo, B. (2013). Sistema de actividades para el aprendizaje de la Química Orgánica.
- Faux, R. (2006). Impact of preprogramming course curriculum on learning in the first programming course.
- Garis, A. G. (2010). Temporal Logic in the Verification of Software Models.
- Garrote, P. R., & Rojas, M. d. C. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Lingüística Nebrija*.
- Gavira, S. A., & Osuna, J. B. (2015). LATRIANGULACIÓN DE DATOS COMO ESTRATEGIA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. *Revista de Medios y Educación, 73-88*.
- Gómez, J. R. (2014). Herramientas para desarrollar el pensamiento algorítmico. *Egresado del doctorado en Educación desarrollo y complejidad, Maestría en TI, Lic. En Educación Física y Lic. En Informática*.
- González, L. E. M. (2009). El Sistema de Actividades como resultado científico en la maestría en Ciencias de la Educación: ¿Ser o no ser?
- Gorgone, H., Galli, D., Acedo, F., Guillen, G., Diab, J., & Voda, D. (2010). Nuevo enfoque en la enseñanza de la ingeniería. Futuro y relación con el desarrollo sustentable.

- Grisolia, J. (2016). Interdisciplinariedad. *Revista del Instituto de Estudios Interdisciplinarios en Derecho Social y Relaciones del Trabajo (IDEIDES) de la Universidad Nacional de Tres de Febrero*.
- Grodon, D. B. (2004). Information Systems Conceptual Foundations: Looking Backward And Forward.
- Guardo, M. E. (2009). Los componentes del diseño teórico de la Investigación Científica. Una reflexión práxiológica.
- Guardo, M. E., Mesa, M., & Vidaurreta, R. (2010). Distinciones entre criterio de expertos, especialistas y usuarios en la evaluación de un resultado científico. *Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte "Manuel Fajardo". Cuba*.
- Guétmanova, A. (Ed.) (1991) Diccionario Moscú.
- Heredia, R. D. (2003). *El protagonismo de los estudiantes de las escuelas de oficios: agente de transformación de la escuela, el taller y el entorno comunitario donde desarrollan su vida*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas), ISP"Frank País García". Santiago de Cuba.
- Iglesias, C. M. C. (2015). *ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA CONTRIBUIR A LA FORMACIÓN DE LA HABILIDAD PROFESIONAL ESENCIAL "REALIZAR EL PASO DEL SISTEMA REAL AL ESQUEMA DE ANÁLISIS" EN EL INGENIERO MECÁNICO*. (Tesis presentada en opción al título de Doctor en Economía), Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Retrieved from <http://eumed.net>
- Isaac, M. I. O. (2011). El protagonismo estudiantil. Una necesidad en la formación inicial. *Cuadernos de Educación y Desarrollo. Revista académica semestral.*, 3.
- Kenneth, H. R. (2012). Discrete Mathematics and Its Applications. *7th Edition*. NewYork: McGraw-Hill.
- Kopnin, P. V. (1983). Lógica Dialéctica. *La Habana, Editorial Pueblo y Educación*.
- Lantigua, M. E. (2017). *Sistemas de acciones para contribuir a la formación del Ingeniero Informático a partir de las relaciones interdisciplinarias de Matemática Discreta con otras asignaturas bases*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Matemática Educativa), Universidad de Matanzas.
- Lanz, L. (2018). ¿Qué es la Inteligencia Artificial en la Informática?
- López, I. R. A. H. (2017). El papel de la interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Andalucía, España. Comunidad de educadores para la Cultura Científica*.
- Martínez, M. R. (2013). Lógica de Programación. *Bahía Honda, Artemisa, Cuba*.
- Montero, J. (2017). La importancia de la Ingeniería de Software. Retrieved from Funktionell. Mexico website: <https://medium.com/@FunktionellMx>



- Montero, L. (2002). La formación inicial, ¿puerta de entrada al desarrollo profesional? . *Universidad de Santiago de Compostela*.
- Oceguera, S. M., Ricardo, C. E., Fernández, G. D., & Falcón, E. B. (2009). Metodología de la enseñanza de la Informática. *La Habana, Cuba*.
- Pimentel, L. (2018). La formación inicial del Licenciado en Educación Primaria para la atención a los alumnos con dificultades de aprendizaje en el cálculo escrito.
- Pinillos, C. G., Padilla, G. C., & Calderón, M. F. (2009). La Informática y su relación con otras ciencias.
- Pirsig, R. M. (2014). An Introduction to Computer Architecture. <https://www.oreilly.com/library/view/designing-embedded-hardware>
- Ravelo, A. M., & Fe, S. C. d. I. (2015, Octubre-Diciembre de 2015). La producción científica en Inteligencia Artificial: revistas del primer cuartil indexadas en Scopus Sciverse. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 9*, 72-88.
- Rina, F. (2016). La Lógica como paradigma de la programación en Inteligencia Artificial.
- Rizo, N. (2007). *Estrategia Didáctica de Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Carrera de Ingeniería Informática*. (Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas.), Universidad de Cienfuegos.
- Rodríguez, R., & Young, R. (2013). Relación entre la Lógica y la Informática. [https://prezi.com/r2-akr\\_j6w1i/relacion-entre-la-logica-y-la-informatica](https://prezi.com/r2-akr_j6w1i/relacion-entre-la-logica-y-la-informatica)
- Russel, S. (2017). Inteligencia Artificial de beneficios probados. *California, Estados Unidos*.
- Serna, E., & Florez, G. (2013). El razonamiento lógico como requisito funcional en ingeniería.
- Smith, R. A. (2007). La formación científica del ingeniero para el año 2020.
- Sorel, O., & Pennequin, V. (2008). "Aging of the Planning process: The role of executive functioning".
- Teixeira, P. D. (2019). Computer Science. Informatics. <https://www.ed.ac.uk>
- Torres, A. L. (2018). La inteligencia artificial marca la disciplina de ingeniería centrada en el ser humano La IA está creando una oportunidad para concebir un nuevo tipo de ingeniería.
- Zelaya, I. T. (2016). Las disciplinas informáticas, perspectiva académica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. Retrieved from Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación. CAMTIC website: <https://www.camtic.org/hagamos-clic/las-disciplinas-informaticas-perspectiva-academica>

## Anexos

### Anexo 1

Guía de observación para constatar la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras.

**Objetivo:** Constatar el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Disciplina de Informática:**\_\_\_\_\_.

**Asignatura:**\_\_\_\_\_ **Tema:**\_\_\_\_\_.

**Objetivo:**\_\_\_\_\_ **Actividad observada**\_\_\_\_\_.

**Año:**\_\_\_\_\_ **Grupo:**\_\_\_\_\_.

#### Elementos a observar:

-Integración de la Lógica Matemática en las asignaturas que pertenecen a las disciplinas que se relacionan con ella:

- Se demuestra la presencia de la Lógica Matemática cuando se utilizan sus elementos en la resolución de ejercicios o en la explicación de algún contenido dentro de la clase u otro espacio docente.

Sí\_\_\_\_. No\_\_\_\_. A veces\_\_\_\_.

- Se vinculan en las clases pertenecientes a las disciplinas que se analizan en la investigación elementos de Lógica Matemática.

Siempre\_\_\_\_. Algunas veces\_\_\_\_. Nunca\_\_\_\_.

- Se organizan los contenidos de las clases a impartir de manera que en algún momento de la clase se pueda resaltar la importancia de la Lógica Matemática.

Sí\_\_\_\_. No\_\_\_\_. A veces\_\_\_\_.

- Importancia que se le atribuye a la Lógica Matemática en los distintos escenarios donde se imparten contenidos de las disciplinas científicas de la Informática.

Mucha\_\_\_\_. Poca\_\_\_\_. Ninguna\_\_\_\_.

-Labor del docente en cuanto a utilizar los elementos de Lógica Matemática en las clases que imparte y se vinculan con esta ciencia:

- Se le atribuye importancia a la Lógica Matemática como elemento fundamental en las principales disciplinas de Informática. de manera que el estudiante pueda conocer y aplicar la relación que existe entre ellas.

Sí\_\_\_\_.            No\_\_\_\_.            A veces\_\_\_\_.

- Se le presentan al estudiante situaciones en las que tiene que identificar que la Lógica Matemática es la base que se necesita para alcanzar una solución.

Siempre\_\_\_\_.    Algunas veces\_\_\_\_.    Nunca\_\_\_\_.

- El docente facilita actividades en las que el estudiante puede reconocer como la Lógica Matemática se encuentra presente en todo el transcurso de la carrera en las distintas asignaturas.

Sí\_\_\_\_¿Cómo las realiza?.    No\_\_\_\_.

- Potencia la búsqueda de diferentes vías de solución a los ejercicios mediante los elementos de Lógica Matemática.

Sí\_\_\_\_.    No\_\_\_\_.

- Utiliza varias vías de solución con y sin la Lógica Matemática de manera que el estudiante pueda reconocer cuánto esta ciencia facilita el proceso de solución.

Sí\_\_\_\_¿Cómo las utiliza?.    No\_\_\_\_.

- Promueve la aparición y análisis de problemas diferentes a los tratados en clase en cuya solución se emplee la Lógica Matemática.

Sí\_\_\_\_.            No\_\_\_\_.            A veces\_\_\_\_.

- Propicia la elaboración de pequeños reportes de investigación que propicie en los estudiantes las formas del trabajo científico.

Sí\_\_\_\_.            No\_\_\_\_.            A veces\_\_\_\_.

- Potencia en los estudiantes la búsqueda de soluciones mediante la Lógica Matemática a problemas de la realidad.

Sí\_\_\_\_.            No\_\_\_\_.            A veces\_\_\_\_.

-Papel del estudiante ante el vínculo de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de su carrera:

- Sabe reconocer que la Lógica Matemática es la ciencia que se relaciona con las principales disciplinas de Informática y conoce la importancia de esta relación.

Sí\_\_\_\_.            No\_\_\_\_.

- Es consciente de utilizar los elementos de Lógica Matemática en los ejercicios o situaciones que estos permiten resolver el problema de manera más eficaz.

Siempre\_\_\_\_. Algunas veces\_\_\_\_. Nunca\_\_\_\_.

- Reconoce en las distintas asignaturas de la carrera los elementos de Lógica Matemática que se ponen de manifiesto.

Sí\_\_\_\_. No\_\_\_\_. A veces\_\_\_\_.

- Reconoce ante situaciones contradictorias de otras asignaturas el uso de la Lógica Matemática.

Sí\_\_\_\_. No\_\_\_\_.

- Muestra interés en el aprendizaje de la Lógica Matemática.

Siempre\_\_\_\_. Algunas veces\_\_\_\_. Nunca\_\_\_\_.

## **Anexo 2**

Encuesta aplicada a los estudiantes de 1ero, 3er y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Constatar el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

### **Cuestionario de la encuesta.**

Estimado estudiante:

A continuación le ofrecemos la oportunidad de contribuir, con sus ideas, a la investigación que se está desarrollando. Para ello marque con una cruz (X) la opción que corresponda. Muchas gracias.

1. ¿Considera importante la Lógica Matemática en su carrera?

\_\_\_\_ Extremadamente importante.

\_\_\_\_ Muy importante.

\_\_\_\_ Importante.

\_\_\_\_ Poco importante.

\_\_\_\_ Nada importante.

2. ¿Considera que existe relación entre la Lógica Matemática y las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras?

\_\_\_\_ mucha \_\_\_\_ poca \_\_\_\_ ninguna.

3. ¿En las clases de las asignaturas de las disciplinas Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras se evidencian los contenidos de Lógica Matemática que se le imparten en la carrera?

\_\_\_ Siempre.

\_\_\_ Algunas veces.

\_\_\_ Nunca.

4. ¿Considera que la Lógica Matemática en alguna medida pudiera contribuir a su formación inicial?

\_\_\_ Mucho.

\_\_\_ Poco.

\_\_\_ Nada.

### **Anexo 3**

Entrevista realizada a los profesores del departamento de Informática que se relacionan directamente con las disciplinas científicas de la carrera que se analizan en la investigación.

**Objetivo:** Obtener información acerca del estado en que se encuentra la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática y que importancia consideran que tiene este tema los profesores entrevistados.

#### **Indicadores:**

- Opinión de los profesores sobre la importancia de la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras y como repercute en la formación del estudiante para su desempeño como Ingeniero Informático.
- Importancia que le conceden los profesores a los elementos de Lógica Matemática que se imparten en la carrera Ingeniería Informática.
- Valoración de los profesores sobre tener en cuenta la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en los estudios actuales para el futuro desempeño de la profesión.

#### **Cuestionario de la entrevista:**

1. ¿Considera usted que existe relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras? Argumente.
2. ¿Considera usted que es importante conocer la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras? Diga sus criterios.

3. ¿Considera usted que es necesario tener en cuenta la Lógica Matemática en cada una de las asignaturas de las disciplinas científicas de Informática que se le imparten al estudiante?

4. ¿Cuál es su criterio sobre la preparación que poseen los profesores de la carrera para contribuir a la formación inicial del Ingeniero Informático desde la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras?

5. ¿Poseen los estudiantes conocimiento la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática?

#### Anexo 4

Prueba Pedagógica de Programación aplicada a los estudiantes de 1ero, 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios simplificación de expresiones en un lenguaje de Programación.

Ejercicio: Simplificación de expresiones lógicas en un lenguaje de programación

```
if ((x<5) or ((x>=5) and (y>6) and (z<20)))
```

```
then
```

```
    procedimiento1
```

```
else
```

```
    procedimiento2;
```

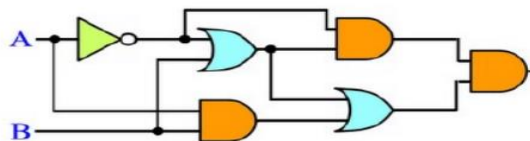
#### Anexo 5

Prueba Pedagógica de Arquitectura de Computadoras aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de circuitos lógicos.

Ejercicio:

**3. ¿Cuál es la salida Booleana del siguiente circuito? Escribir además una Tabla de Verdad para el mismo.**



Trazando las señales a través de las funciones lógicas, obtenemos lo siguiente:

#### Anexo 6

Prueba Pedagógica de Bases de Datos aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios mediante el álgebra relacional.

Ejercicio:

Suministrador

| snum | snom   | Tipo | mun   |
|------|--------|------|-------|
| S1   | Pérez  | 30   | Cerro |
| S2   | Ramos  | 10   | Playa |
| S3   | Arenas | 20   | Cerro |

Producto

| pnum | pnom     | precio | peso |
|------|----------|--------|------|
| P1   | Clavo    | 0.10   | 12   |
| P2   | Tuerca   | 0.15   | 17   |
| P3   | Martillo | 3.50   | 80   |

SP

| s  | p  | cant |
|----|----|------|
| S1 | P1 | 3    |
| S2 | P1 | 4    |
| S2 | P2 | 2    |
| S3 | P3 | 1    |

Obtener los números de suministradores del municipio '10 de Oct' con tipo>20.

Obtener los nombres de los suministradores que sirven el producto P2.

Obtener los nombres de los suministradores que sirven todos los productos.

## Anexo 7

Prueba Pedagógica de Ingeniería de Software aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de Diagrama de Casos de Uso del Negocio y Diagrama de Actividades.

Ejercicio: Realice el Diagrama de Caso de Uso del Negocio y el Diagrama de Actividades del siguiente ejercicio: Un cliente se presenta en la central para solicitar una factura telefónica. La operadora verifica en el registro central si es usuario de la central o no, si no lo es se le informa que él no es abonado de la central y por confidencialidad no es posible obtener la factura y la persona se retira. En caso positivo se procede a la obtención de la factura. Para obtener una factura se busca en la carpeta de servicios solicitados, si dicho abonado tiene contratado alguno de ellos para proceder al cobro de los mismos. Posterior a esto la operadora solicita al Sistema de Control de Llamadas, el listado de todas las llamadas realizadas por el abonado, ya sean locales o de larga distancia, para proceder al cobro por concepto de llamadas efectuadas. Con toda esta información se procede a la confección de la Factura la cual se imprime y se entrega una copia al usuario de la central y se retira de la central.

## Anexo 8

Prueba Pedagógica de Inteligencia Artificial aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de sistemas basados en conocimiento.

Ejercicio: Dada la siguiente colección de observaciones:

| Día | Vista    | Temperatura | Humedad | Viento | JuegaTennis |
|-----|----------|-------------|---------|--------|-------------|
| D1  | Soleado  | Cálida      | Alta    | Débil  | No          |
| D2  | Soleado  | Cálida      | Alta    | Strong | No          |
| D3  | Nublado  | Cálida      | Alta    | Débil  | Si          |
| D4  | Lluvioso | Templado    | Alta    | Débil  | Si          |
| D5  | Lluvioso | Frío        | Normal  | Débil  | Si          |
| D6  | Lluvioso | Frío        | Normal  | Strong | No          |

a) Diseñe un sistema de RBC que permita definir el valor de la variable JuegaTennis dado el valor del resto de los atributos. Hint: Defina organización de la BC, medida de similitud y estrategia de adaptación.

## Anexo 9

### Guía de autoevaluación para la selección de los expertos.

**Objetivo:** Obtener información para la selección de los expertos según la determinación de su coeficiente de competitividad utilizando el método DELPHY.

#### Datos generales:

|                                      |           |                        |                       |              |        |          |
|--------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------------|--------------|--------|----------|
| Marcar con una X                     | Asistente | Profesor/a<br>Auxiliar | Profesor/a<br>Titular | Especialista | Máster | Doctor/a |
| Profesor(a) en la Educación Superior | Sí        |                        |                       | No           |        |          |
| Años de experiencia en la Educación  |           |                        |                       |              |        |          |
| Centro de trabajo                    |           |                        |                       |              |        |          |

Estimado profesor, este es el cuestionario para su autoevaluación como posible experto sobre el tema que trabajo en la Maestría en Matemática Educativa.

Mediante este instrumento se determinarán su “coeficiente de conocimiento” (Kc) o de información sobre el problema y el “coeficiente de argumentación” (Ka) según sus propios criterios.

Le anticipo mi agradecimiento por su colaboración.

1. Si tuviera que decidir sobre una escala creciente de 0 a 10 el conocimiento que usted posee sobre la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas científicas de Informática ¿dónde usted se ubicaría?

Desconocimiento

Conocimiento

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

2. En la siguiente tabla marque en qué grado cada una de las fuentes indicadas ha influido en su conocimiento sobre la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas científicas de Informática.

| Fuentes que han influido en sus conocimientos sobre estos aspectos     | Grado de influencia de cada una de las fuentes |       |      |
|--|--|-------|------|
|  | Alto   | Medio | Bajo |
| Su análisis teórico sobre este tema.                                   |  |       |      |
| Sus experiencias en el trabajo profesional.                            |  |       |      |
| Consultas de sitios nacionales.  |  |       |      |
| Consultas de sitios internacionales.                                   |  |       |      |
| Sus conocimientos/experiencias sobre estos aspectos en el extranjero.  |  |       |      |
| Su intuición basada en sus conocimientos y experiencias profesionales. |  |       |      |

Le agradezco su colaboración. Atentamente:

## Anexo 10

### Coefficiente de competencia de los expertos.

| Expertos | Coefficiente de conocimiento (Kc) | Coefficiente de argumentación (Ka) | Coefficiente de competencia (K) | Valoración |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------|
| 1        | 0.85                              | 0.85                               | 0.85                            | Alto       |
| 2        | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 3        | 0.85                              | 0.85                               | 0.85                            | Alto       |
| 4        | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 5        | 0.8                               | 1                                  | 0.9                             | Alto       |
| 6        | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 7        | 0.8                               | 0.9                                | 0.85                            | Alto       |
| 8        | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 9        | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 10       | 0.8                               | 0.9                                | 0.85                            | Alto       |
| 11       | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 12       | 0.8                               | 0.9                                | 0.85                            | Alto       |
| 13       | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |
| 14       | 0.8                               | 0.9                                | 0.85                            | Alto       |
| 15       | 0.9                               | 1                                  | 0.95                            | Alto       |

## Anexo 11

### Guía para la validación del sistema de actividades por los expertos.

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Categoría Docente: \_\_\_\_\_ Grado Académico o Científico: \_\_\_\_\_ Años de Experiencia: \_\_\_\_\_

Experiencia en el proceso de formación inicial del Ingeniero Informático: \_\_\_\_\_

Estimado compañero: Se realiza una investigación sobre: “la contribución de la Lógica Matemática en la formación inicial del Ingeniero Informático”. Como parte de la misma, se ha elaborado un sistema de actividades sobre el cual se requiere de su valoración profesional con la mayor objetividad posible. Se agradece su sincera respuesta.

En cada caso se incluyen 11 opciones de las cuales usted debe seleccionar una para cada aspecto a evaluar en los espacios en blancos situados, de acuerdo con la escala siguiente:

- Verdadera (1)
- Casi verdadera (0.9)
- Bastante verdadera (0.8)
- Algo verdadera (0.7)
- Más verdadera que falsa (0.6)
- Tan verdadera como falsa (0.5)
- Mas falsa que verdadera (0.4)
- Algo falsa (0.3)
- Bastante falsa (0.2)
- Casi falsa (0.1)
- Falsa (0)

| No | Aspectos a evaluar   | Valor de la escala |
|----|--|--------------------|
| 1  | Importancia del tema seleccionado.   |                    |
| 2  | Perspectiva de aplicación del resultado que se presenta.                     |                    |
| 3  | Ajuste de las condiciones concretas del nivel de educación al que se dirige. |                    |
| 4  | Nivel de concreción de la propuesta.   |                    |
| 5  | Requerimientos para el empleo del sistema de actividades.                    |                    |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 6 | Estructura y contenido de las actividades. |  |
| 7 | Valor didáctico de la propuesta.           |  |

Le solicito añada al dorso cualquier sugerencia que entienda prudente para el perfeccionamiento del resultado que se presenta.

Sugerencias:

---

Datos de Especialistas

| Nombre y Apellidos | Centro y Lugar | Grado | Categoría docente | Años de experiencia |
|--------------------|----------------|-------|-------------------|---------------------|
|                    |                |       |                   |                     |
|                    |                |       |                   |                     |

## Anexo 12

Encuesta aplicada a los estudiantes de 1ero, 3er y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Constatar el estado actual de la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

### Cuestionario de la encuesta.

Estimado estudiante:

A continuación le ofrecemos la oportunidad de contribuir, con sus ideas, a la investigación que se está desarrollando. Para ello marque con una cruz (X) la opción que corresponda. Muchas gracias.

1. ¿Considera usted que la Lógica Matemática juega un papel esencial en su carrera?

\_\_\_ Extremadamente importante.

\_\_\_ Muy importante.

\_\_\_ Importante.

\_\_\_ Poco importante.

\_\_\_ Nada importante.

2. ¿Considera que existe relación entre las asignaturas de la especialidad y la Lógica Matemática?

\_\_\_ mucha \_\_\_ poca \_\_\_ ninguna.

3. ¿En las clases de las asignaturas de la especialidad los profesores utilizan los contenidos de Lógica Matemática que ya ustedes conocen?

\_\_\_ Siempre.

\_\_\_ Algunas veces.

\_\_\_ Nunca.

4. ¿Considera que la Lógica Matemática en alguna medida pudiera contribuir a su formación inicial?

\_\_\_ Mucho.

\_\_\_ Poco.

\_\_\_ Nada.

### **Anexo 13**

Entrevista realizada a los profesores del departamento de Informática que se relacionan directamente con las disciplinas científicas de la carrera que se analizan en la investigación.

**Objetivo:** Obtener información acerca del estado en que se encuentra la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática y que importancia consideran que tiene este tema los profesores entrevistados.

#### **Indicadores:**

- Opinión de los profesores sobre la importancia de la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras y como repercute en la formación del estudiante para su desempeño como Ingeniero Informático.
- Importancia que le conceden los profesores a los elementos de Lógica Matemática que se imparten en la carrera Ingeniería Informática.
- Valoración de los profesores sobre tener en cuenta la relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática: Programación, Base de Datos, Ingeniería de Software, Inteligencia Artificial y Arquitectura de Computadoras en los estudios actuales para el futuro desempeño de la profesión.

#### **Cuestionario de la entrevista:**

1. ¿Considera usted que la Lógica Matemática tiene estrecha relación con las disciplinas informáticas que se les imparte a los estudiantes? Argumente.

2. ¿Considera usted que la relación entre la Lógica Matemática y las demás asignaturas de la especialidad es importante conocerla para impartírsela de esta manera a los estudiantes? Diga sus criterios.

3. ¿Considera usted que es necesario tener en cuenta la Lógica Matemática en cada una de las asignaturas de las disciplinas científicas de Informática que se le imparten al estudiante?
4. ¿Se ha dedicado tiempo a la preparación de los profesores en la relación entre la Lógica Matemática y el resto de las asignaturas de la especialidad?
5. ¿Poseen los estudiantes conocimiento de la importancia de la Lógica Matemática en la carrera Ingeniería Informática?

#### Anexo 14

Prueba Pedagógica de Programación aplicada a los estudiantes de 1ero, 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios simplificación de expresiones en un lenguaje de Programación.

Ejercicio: Simplificación de expresiones lógicas en un lenguaje de programación

```
if ((x<5) or ((x>=5) and (y>6) and (z<20)))
```

```
then
```

```
    procedimiento1
```

```
else
```

```
    procedimiento2;
```

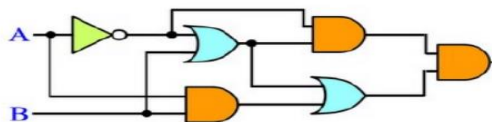
#### Anexo 15

Prueba Pedagógica de Arquitectura de Computadoras aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de circuitos lógicos.

Ejercicio:

3. ¿Cuál es la salida Booleana del siguiente circuito? Escribir además una Tabla de Verdad para el mismo.



Trazando las señales a través de las funciones lógicas, obtenemos lo siguiente:

#### Anexo 16

Prueba Pedagógica de Bases de Datos aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios operaciones del álgebra relacional.

Ejercicio: Suministrador

| snum | snom   | Tipo | mun   |
|------|--------|------|-------|
| S1   | Pérez  | 30   | Cerro |
| S2   | Ramos  | 10   | Playa |
| S3   | Arenas | 20   | Cerro |

Producto

| pnum | pnom     | precio | peso |
|------|----------|--------|------|
| P1   | Clavo    | 0.10   | 12   |
| P2   | Tuerca   | 0.15   | 17   |
| P3   | Martillo | 3.50   | 80   |

SP

| s  | p  | cant |
|----|----|------|
| S1 | P1 | 3    |
| S2 | P1 | 4    |
| S2 | P2 | 2    |
| S3 | P3 | 1    |

- Obtener los números de los productos suministrados por el suministrador S2.
- Obtener los números de los suministradores que sirven algún producto cuyo precio sea menor de  $s/10.00$ .
- Obtener los nombres de los productos que son suministrados en todos los municipios.

### Anexo 17

Prueba Pedagógica de Ingeniería de Software aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de Diagrama de Casos de Uso y Diagrama de Actividades.

Ejercicio: A esta clínica tienen acceso pacientes tanto jóvenes como adultos, para ser atendidos deben sacar un turno, para ello deben entregar su carné de identidad a la técnica, esta lo busca en la lista de pacientes pertenecientes a la clínica y si está registrado en la misma procede a buscar su historia clínica y la lista de turnos, donde en los tiempos disponibles se le asigna turno al paciente, al que le comunica el día y hora en que será atendido, además del médico responsable de atenderlo.

### Anexo 18

Prueba Pedagógica de Inteligencia Artificial aplicada a los estudiantes de 3ero y 5to año de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

**Objetivo:** Diagnosticar el uso de los elementos de Lógica Matemática en la solución de ejercicios de la Lógica Difusa.

Ejercicio: Sean A,B,C y D los conjuntos difusos definidos a continuación sobre U:

$$U = \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10\}$$

$$A = \{1/2; 0.5/4; 0.6/7; 0.75/8\}$$

$$B = \{1/3; 0.2/4; 0.75/1; 1/7\}$$

$$C = \{1/5; 1/6; 0.2/4; 0.5/7\}$$

$$D = \{1/10; 0.5/9; 0.25/6\}$$

Halle:

a)  $A^c$                       e)  $(A \cup B) \cap (C \cup D)$

b)  $D^c$                       f)  $(A \cap B) \cup (C \cap D)$

c)  $A^c \cap D^c$               g)  $(C \cap B)^c$

d)  $B \cup D$                 h)  $(A \cup D)^c$