

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

System of activities to contribute to the initial training of the computer engineer from the relationship of the mathematical logic with the main computer disciplines

Yudelkis Valderrama Garrido¹ (yudelkis.valderrama@umcc.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-5482-0934>)

Walfredo González Hernández² (walfredo.glez@umcc.cu) (<http://orcid.org/0000-0001-8974-3721>)

Resumen

El artículo presenta un 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 científicas de Informática. Se realiza una fundamentación de la importancia de los elementos de Lógica Matemática como base fundamental en la formación inicial de los ingenieros informáticos, que permite obtener sus dimensiones e indicadores. Posteriormente se presenta una síntesis del sistema de actividades y los resultados principales de su aplicación a través de un pilotaje.

Palabras clave: Disciplinas de Informática, Lógica Matemática, formación inicial.

Abstract

The article presents a system of activities to contribute to the initial training of the Computer Engineer from the relationship of Mathematical Logic with the main scientific disciplines of Computer Science. A foundation is made of the importance of the elements of Mathematical Logic as a fundamental basis in the initial training of computer engineers, which allows their dimensions and indicators to be obtained. Subsequently, a synthesis of the system of activities and the main results of its application is presented through a piloting.

Key words: Disciplines of Computer Science, Mathematical Logic, initial training.

Desde su surgimiento las técnicas de computación han jugado un importante y creciente papel en la vida social y económica, como vehículo en la toma de decisiones, el procesamiento de datos y la automatización de la dirección, lo cual ha dado razón de ser a la carrera de Ingeniería Informática. Por la incesante evolución en este campo en la Universidad de Matanzas, se tienen en cuenta diferentes elementos docentes que permitan propiciar una sólida formación de los ingenieros de este perfil. Como se estipula en el plan de estudio E, la educación matemática juega un papel primordial, esta contribuye a que los futuros egresados adquieran una concepción científica del

¹ Profesora Asistente. Carrera Ingeniería Informática. Departamento de Informática, Universidad de Matanzas.

² Profesor Titular. Carrera Ingeniería Informática. Departamento de Informática, Universidad de Matanzas.

mundo, al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico y aporta los fundamentos básicos de contenidos propios de la profesión, dado que todo profesional de esta rama considera las representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con los cuales refleja los rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia.

La lógica está relacionada con todas las ciencias porque desde el punto de vista formal todas las ciencias están integradas por conceptos, juicios y razonamientos, los cuales son la parte fundamental del objeto de la lógica. Además, la lógica proporciona a las ciencias la teoría para las demostraciones científicas. Toda ciencia está organizada conforme a las leyes de la lógica y ciertamente se utiliza en forma constante el razonamiento lógico para realizar cualquier actividad. A partir de mediados del siglo XIX la lógica formal comenzó a estudiarse en el campo de las matemáticas, naciendo así la Lógica Matemática. Esta trata de esquematizar los pensamientos claramente usando un lenguaje de signos propios y distinto al verbal e incluye aquellas partes de la lógica que pueden ser modeladas y estudiadas matemáticamente (Medina-Chicaiza, Cruz-Escobar y González-Hernández, 2017).

La lógica se extiende a la Informática a medida que surge como una disciplina, como sistema de reglas mediante el cual la computadora puede resolver problemas. La lógica es la única manera de pensar a la que las máquinas tienen acceso. 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 (Estupiñán, 2017).

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 científicas de la Ingeniería Informática. Por ello surge la necesidad de contribuir a la formación inicial de profesionales informáticos con una base lógico-matemática sólida desde todas las disciplinas científicas que intervienen en la carrera, lo que les permitirá adecuarse a los cambios tecnológicos. De esta manera, el estudiante no puede reconocer cómo influye esta ciencia en las distintas disciplinas científicas que contribuyen a su formación.

Formación inicial del Ingeniero Informático

La formación se considera como un proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y la experiencia de la actividad creadora de los profesionales, que habilitan al sujeto para el desempeño de una determinada actividad, de esta manera, la formación profesional debe garantizar una preparación científica en los aspectos generales, esenciales y básicos de su objeto de trabajo para preparar al profesional en la detección y solución de los problemas profesionales más generales y frecuentes que se manifiestan en las diferentes esferas de actuación; lo cual demanda un estudio sistemático (Beisiegel, Mitchell y Hill, 2018)

Al analizar la formación de los ingenieros se concuerda con Capote León, Rizo Rabelo y Bravo López (2016) en que la Ingeniería surge para dar respuesta a una necesidad social. Por lo que se distingue en la formación del ingeniero 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 (González Hernández, 2018). 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. A partir de los elementos anteriormente descritos, los rasgos esenciales que deben caracterizar al ingeniero 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 (Mero Jalca, Tapia Zúñiga y Ramos Rodríguez, 2018):

- Poseer un conocimiento profundo de las ciencias básicas, específicas y del ejercicio de la profesión, 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 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 informática, 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 tal motivo se deben 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.

Los elementos apuntados requieren dotar al estudiante universitario de un conjunto de habilidades o destrezas que le permitan enfrentar el futuro. Según Mejía, Serpa,

Concepción, Ledo y Cabero-Almenara (2018) 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-valoración); 6. Integración del conocimiento disciplinar; 7. Capacidad para manejar el cambio.

Los cambios que se producen en la sociedad exigen un profesional altamente capacitado y que pueda responder eficazmente a los problemas que debe enfrentar en el ejercicio y desempeño de su profesión, lo cual requiere de un cambio radical en los métodos y estrategias de enseñanza- aprendizaje en los centros de educación superior. Por tal motivo, la enseñanza de la ingeniería reclama necesidades y exigencias para lograr que el proceso de formación 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.

Relación de la Lógica Matemática con las disciplinas científicas de Informática

La lógica es una de las disciplinas matemáticas que se desarrolló desde varias ciencias como la filosofía y la propia matemática en la Grecia Antigua. Se concuerda con Martínez (2013) en 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 cómo se ha convertido en una materia profunda, de gran amplitud y aplicación en muchas ciencias, incluyendo la Informática. La lógica es la disciplina de matemática que 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 (Jesús, 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. Según Rushdi y Rushdi (2018) la Lógica Matemática tiene un contenido puramente matemático e investiga problemas puramente matemáticos como 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.

El término *informática* surgió en Francia en el año 1962 bajo la denominación *Informatique*, que significa información automática. En general se asume que es la ciencia que tiene como objeto de estudio el procesamiento automatizado de la información, utilizando las computadoras. La Informática 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 (Meyer, Shankar, Willis, Sharma y Sawyer, 2019).

La palabra informática es la contracción de las palabras información y automática. Información al procesamiento de datos puestos en contexto (Pressman, 2010), automática a la índole de autómatas de aquello que la genera. Esto justifica que la Informática plantee la integración entre hombres y máquinas, conformando sistemas establecidos sobre bases lógicas, cuyo objetivo último es producir información. Su incursión en numerosas disciplinas, ofreciendo métodos, técnicas y herramientas (computadora), demuestra su transversalidad.

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 disciplina tecnológica que encuentra sus fundamentos en la matemática y la ingeniería. A decir de Serra (2013, citado por González, 2018), la informática es una ciencia peculiar, pues se basa en el diseño. Es un tipo de ciencia nueva: ciencia y tecnología como un solo cuerpo de conocimiento.

La informática 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 científicas son Base de Datos, Ingeniería de Software, Programación, Inteligencia Artificial, y Arquitectura de Computadoras. 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 el sistema de numeración binario, 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. El soporte tecnológico principal de los ordenadores lo constituyen los circuitos de conmutación o circuitos lógicos, denominados así por tener en común las formas elementales de la lógica del modelo matemático conocido como Álgebra de Boole. Para la comprensión del sistema de numeración y circuitos lógicos de la Arquitectura de Computadoras es necesario conocer las operaciones lógicas y el uso de las tablas de verdad para el trabajo en la simplificación y caracterización de circuitos lógicos.

Por tanto, todo sistema computacional, por muy complejo que sea, no está compuesto por más que circuitos electrónicos que únicamente entienden un lenguaje binario. La unidad aritmético lógica de un computador se basa en el uso de dispositivos lógicos digitales sencillos que pueden almacenar dígitos binarios y realizar operaciones lógicas booleanas elementales, en este sentido, la lógica matemática se encarga de modelar y optimizar tales sistemas a este nivel.

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 aporta 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. Por otra parte, conocer cómo demostrar un teorema a menudo hace que sea posible modificar el resultado para adaptarse a nuevas situaciones (Kenneth, 2012).

El desarrollo de software se ha convertido en una de las disciplinas más importantes en la actualidad, y se encuentra avanzando aceleradamente debido a que el consumo de productos de software por parte de la sociedad es cada vez mayor y la necesidad de dar soluciones a problemas cotidianos con la tecnología se vuelve imprescindible. El proceso de desarrollo de software comprende una serie de fases; 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. En la actualidad existen técnicas y herramientas para asegurar la correctitud de estos sistemas críticos utilizando lenguajes basados en conceptos lógicos matemáticos (Bocić, Bultan y Rosner, 2019).

Los métodos formales son lenguajes, técnicas y herramientas basadas en matemática y lógica para describir y verificar sistemas de software. El uso de métodos formales para el diseño de software y hardware está motivado por la expectativa de que, la realización de un análisis matemático adecuado puede contribuir a la fiabilidad y robustez de un diseño. Constituyen una importante base teórica para la Ingeniería de Software, especialmente cuando está involucrada la seguridad o robustez. Se describen mejor como la aplicación de una amplia variedad de fundamentos teóricos de las ciencias de la computación, en particular la lógica matemática, lenguajes formales, teoría de autómatas y semántica de lenguajes de programación pero también áreas como sistemas de tipos y tipos de datos algebraicos a problemas en la especificación y verificación de software y hardware (González Hernández, 2018).

La teoría combinatoria, es decir, el arte de contar, de calcular 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 estos 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 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 de árboles, así como la resolución de problemas simples utilizando la programación lógica.

La lógica computacional es la lógica matemática aplicada a la Informática, es la base de todo el desarrollo del software, desde sus inicios hasta esta época. A medida que el tiempo pasa, 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 (Hertzum y Simonsen, 2019; Olszak, Bartús y Lorek, 2018). Distintos aspectos de lógica matemática permiten 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. La idea de la Programación Lógica tuvo su principal representante en Kowalski quien en 1974 presentó un trabajo original, en el que se defiende la tesis de que la deducción puede ser usada para simular la computación, lo cual es, sin dudas, la idea fundamental de la programación lógica: la computación es deducción (Hartl y Jacob, 2016; Hong y Chen, 2018).

En el desarrollo de la Inteligencia Artificial la Lógica Matemática desempeña un rol muy importante, especialmente la rama de la lógica proposicional, la cual permite representar hechos y/o expresiones del mundo real en un lenguaje representativo del conocimiento, mediante propiedades elementales, para estudiar a través de proposiciones o sentencias lógicas sus posibles evaluaciones de verdad y en el caso ideal su nivel absoluto de verdad. 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 formal. A su vez siempre que se ejecuta el programa del ABC la pregunta se responde mediante el razonamiento lógico.

Los investigadores (Malini y Suresh, 2018; Monjurul Alom y Courtney, 2018; Pástor, Arcos-Medina, Oñate, Loaiza y Torres, 2018) 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 (Hartl y Jacob, 2016; Hong y Chen, 2018).

Además, 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. 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 (Scherer, Tondeur, Siddiq y Baran, 2018). Por lo analizado, de manera general, se coincide con Hinman (2018) en que la Lógica Matemática se considera como un elemento fundamental dentro del proceso de formación inicial de los estudiantes de Ingeniería Informática, pues posee una estrecha relación con áreas como las Matemáticas Discretas y la Programación. También está relacionada con la Inteligencia Artificial al ser la lógica la base de los métodos para representar el conocimiento.

En la Ingeniería de Software, la lógica tiene aplicación en cuanto a la especificación de requisitos y componentes de software, mediante el uso de lenguajes formales, entre otros. A pesar de que un profesional en Ingeniería Informática no tiene como objetivo primario resolver problemas de cálculo y netamente matemáticos, sino dominar la ingeniería del software, las ciencias de la computación, la infraestructura y gestión de las tecnologías de la información, la matemática brinda un pensamiento lógico y analítico, que permite resolver problemas situacionales con facilidad y formar una mente racional e ingeniosa, lo cual se precisa en esta profesión.

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 (Cevallos, Macias y Roldan, 2019). 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 (Donohue, Buck y Akerson, 2020). 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 reconocen la extraordinaria complejidad la necesidad de formar a los estudiantes para que desarrollen un razonamiento lógico, y de esta forma puedan responder apropiadamente a este requerimiento. 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 los software. Al mismo tiempo, potencian el poder expresar, interpretar y demostrar diversas situaciones relacionadas con las actividades y aplicaciones a desarrollar por el ingeniero en Informática.

Por este motivo se define la contribución de la Lógica Matemática en la formación del Ingeniero Informático al sistema de conocimientos y formas de trabajo y pensamiento de la Lógica Matemática que sustentan los procesos formativos del Ingeniero Informático en las principales disciplinas científicas de Informática. De esta definición se derivan las siguientes dimensiones e indicadores elaboradas por los autores:

Dimensión teórica y sus indicadores: 1. Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática. 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 científicas de la Informática: Programación, Ingeniería de Software, Base de Datos e introducción a la Inteligencia Artificial. 4. Conocimiento de los elementos de Lógica Matemática que se aplican para la resolución de problemas informáticos.

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

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 científicas de Informática

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). Se asume a Stuart y Alvarez (2017, citado por Coloma, 2018, p. 39) quienes 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”.

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 conciben 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.

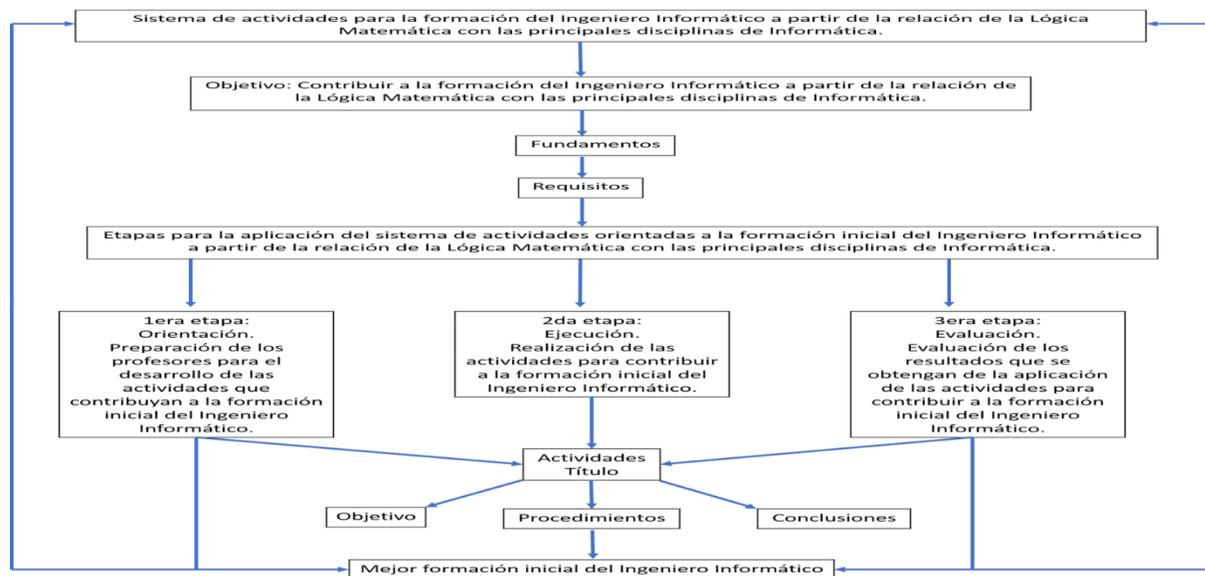


Figura #1: Estructura del sistema de actividades. Elaboración de los autores.

Se coincide con Johnson (2017) 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 el 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, desarrolladoras y formativas. Tránsito de las actividades por las tres etapas (orientación, ejecución y control).
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 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 y en correspondencia con la lógica del resultado que se muestra el sistema de actividades como producto de la investigación.

Etapa Diagnóstico de las condiciones iniciales

Objetivo: Determinar los logros y las 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. Preparar a los profesores a cerca de la importancia de la relación de la Lógica Matemática y las principales disciplinas de Informática para la formación inicial del Ingeniero Informático.

Actividades diagnósticas: 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.

En esta etapa se planificaron 6 actividades orientadas a suplir las principales deficiencias que pudieran ser detectadas utilizando como vías fundamentales las enunciadas por el trabajo metodológico. Las actividades se planifican de manera consecutiva comenzando con un sistema de reuniones metodológicas que permitan establecer las relaciones entre la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

Posteriormente se imparten conferencias de postgrado con sus correspondientes talleres que les permite a los profesores apropiars e de los conocimientos y buenas prácticas relacionadas con las relaciones que se proponen. A continuación se presentan de las etapas subsiguientes para ir creando las bases de su orientación y después se realiza un taller evaluativo. La ejecución del taller evaluativo permite conocer las insuficiencias que aun persisten lo que permite la elaboración de carpetas digitales que contengan materiales teóricos y metodológicos para su uso en la docencia y socializar los materiales que permitan desarrollar actividades docentes

Etapas Ejecución de las acciones transformadoras

Objetivo: Aplicar las actividades diseñadas para contribuir a la formación inicial de Ingeniero Informático a partir de la relación de la Lógica Matemática con las principales disciplinas de Informática.

Actividades de ejecución: durante esta etapa se planificaron 7 actividades para ejecutar. Las tres primeras actividades están encaminadas a la elaboración de materiales, tareas docentes y guías que permitan al profesor conducir el aprendizaje de los estudiantes de los conocimientos informáticos en relación con la lógica matemática a partir de situaciones reales surgidas de los proyectos ejecutados en años anteriores. Con posterioridad se planifican 4 actividades que permiten al estudiante interactuar con vivencias de otros profesionales relacionadas con la vinculación de la lógica matemática con los conocimientos informáticos.

Esta interacción se logra a través de visitas a directivos de empresas, debates de filmes como el juego de la imitación, valorar personalidades de la informática como Steve Jobs, intercambios con profesores de otras universidades y visitas a empresas del territorio vinculadas a la informática que no hayan ubicado estudiantes en su práctica laboral. Estas actividades les permite a los estudiantes además interpretar las dimensiones y características de un hecho, problema o situación derivados de los campos de actuación de la Ingeniería Informática en el contexto laboral concreto en los cuales la lógica matemática provea de las vías fundamentales para su solución.

Etapas Evaluación de las acciones anteriores

Objetivo: Valorar el cumplimiento de las actividades del sistema de actividades propuesto en función del objetivo de la investigación.

Actividades de control y 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.

Ejemplos de actividades

Actividad 15

Título: Valoración del criterio de los profesores.

Objetivo: Analizar los elementos que contiene la Lógica Matemática que contribuyen a la formación inicial del Ingeniero Informático, posibilitando valorar si es efectiva la aplicación del sistema de actividades.

Actividad 16

Título: Taller de intercambio sobre la satisfacción de los participantes con las actividades realizadas.

Objetivo: Valorar la satisfacción de los participantes de la carrera Ingeniería Informática con las actividades propuestas en el sistema de actividades así como sus criterios sobre la factibilidad de la misma.

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. 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.

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 laboral, 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 primeras actividades del sistema que corresponden a la etapa de Orientación. 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. De los resultados 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.

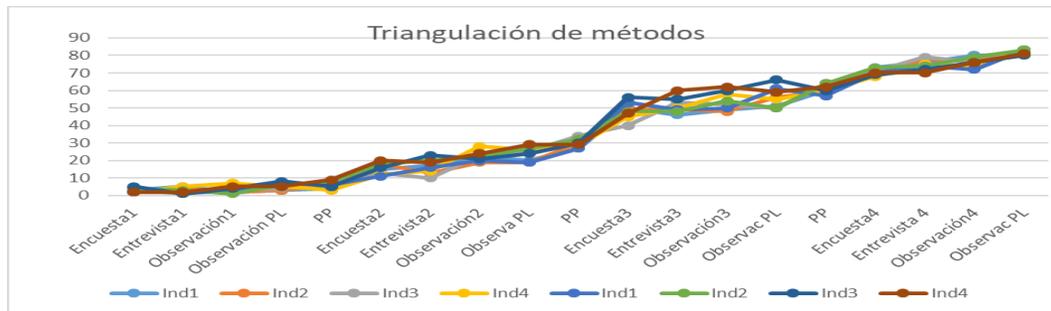


Figura #2: Resultados de la triangulación de los métodos empíricos. Elaboración de la autora.

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.

Conclusiones

La determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos permitió definir las dimensiones e indicadores de la formación inicial de ingenieros informáticos.

El sistema de actividades fueron diseñadas de manera ordenada que permitan en estructurarlas en una secuencia ascendente de acuerdo a los objetivos parciales de cada actividad que logran el desarrollo del objetivo del sistema.

La aplicación del sistema de actividades propuesto como resultado de la investigación, permitirá la sistematización de las principales interrelaciones que se dan en la formación inicial del Ingeniero Informático entre la Lógica Matemática y las principales disciplinas científicas que intervienen en su formación.

Referencias

- Beisiegel, M., Mitchell, R. y Hill, H. (2018). The design of video-based professional development: An exploratory experiment intended to identify effective features. *Journal of Teacher Education*, 69(1), 69-89.
- Bocić, I., Bultan, T. y Rosner, N. (2019). Inductive verification of data model invariants in web applications using first-order logic. *Automated Software Engineering*, 26(2), 379-416.
- Capote, G. E., Rizo, N. y Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28.
- Cevallos, J. P., Macias, R. y Roldan, K. (2019). Proceso formativo del ingeniero industrial para el desarrollo de habilidades profesionales. *Opuntia Brava*, 11(Especial), 23-34.
- Coloma, A. (2018). *Motivación profesional de los estudiantes de segundo año de la carrera de Sistemas en la Universidad Regional Autónoma de los Andes* (tesis de maestría inédita). Universidad de Matanzas. Matanzas.
- Donohue, K., Buck, G. A. y Akerson, V. (2020). Where's the Science? Exploring a New Science Teacher Educator's Theoretical and Practical Understandings of Scientific Inquiry. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(1), 1-13.
- Estupiñán, J. C. (2017). La informática y su relación con otras ciencias (Parte II). *Perspectiv@s*, 9(9), 51-56.
- González, W. (2018). La intuición informática: estado actual en la carrera de ingeniería informática de la Universidad de Matanzas. *EccoS – Revista Científica* (46), 191-213. Recuperado de <http://www.doi.org/doi:10.5585/EccoS>
- Hartl, K. y Jacob, O. (2016). *The Role of Data Quality in Business Intelligence – An empirical study in German medium-sized and large companies*. Paper presented at the ICIQ 2016, Ciudad Real-Spain.
- Hertzum, M. y Simonsen, J. (2019). Configuring information systems and work practices for each other: What competences are needed locally? *International Journal of Human-Computer Studies*, 122, 242–255. Recuperado de <http://www.doi.org/doi:10.1016/j.ijhcs.2018.10.006>
- Hinman, P. G. (2018). *Fundamentals of mathematical logic*. AK Peters/CRC Press.
- Hong, X. y Chen, F. (2018). *Development of Children's Multiple Intelligence Based on Computer Educational Game Platform*. Paper presented at the IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. New York-USA.

- Johnson, I. (2017). *Creative Teaching: Using Creative Teaching Methods in a Student-centered ESL Environment* (master thesis). University of San Francisco, San Francisco-USA.
- Kenneth, R. (2012). *Discrete Mathematics and Its Applications* (7th Edition). New York: McGraw-Hill.
- Lantigua, M. (2017). *Sistemas de acciones para contribuir a la formación del Ingeniero Informático a partir de las relaciones interdisciplinarias de Matemática Discreta con otras asignaturas* (tesis de maestría inédita). Universidad de Matanzas.
- Malini, H. y Suresh, L. (2018). Data Mining in Higher Education System and the Quality of Faculty Affecting Students Academic Performance: A Systematic Review. *International Journal of Innovations & Advancement in Computer Science*, 7(3), 66-70.
- Medina, R., Cruz, M. y González, W. (2017). Espacio virtual iconográfico de aprendizaje ubicuo orientado al desarrollo del pensamiento lógico en bachillerato general unificado. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE)*, 5(2), 86-98.
- Mejía, M., Serpa, A., Concepción, A., Ledo, L. y Cabero, J. (2018). Evaluación de los contenidos de Ingeniería de Mantenimiento en la formación del Ingeniero Eléctrico en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (10), 108-125.
- Mero, O. F., Tapia, M. V. y Ramos, M. P. (2018). Rediseño curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. *Revista Conrado*, 13(59), 212-221.
- Meyer, E., Shankar, K., Willis, M., Sharma, S. y Sawyer, S. (2019). The social informatics of knowledge. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 70(4), 307-312.
- Monjurul, B. M. y Courtney, M. (2018). Educational Data Mining: A Case Study Perspectives from Primary to University Education in Australia. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 2, 1-9. Recuperado de <http://www.doi.org/doi:10.5815/ijitcs.2018.02.01>
- Olszak, C. M., Bartús, T. y Lorek, P. (2018). A Comprehensive Framework of Information System Design to Provide Organizational Creativity Support. *Information & Management*, 55(1), 94-108. Recuperado de <http://www.doi.org/doi:10.1016/j.im.2017.04.004>
- Pástor, D., Arcos, G., Oñate, A., Loaiza, M. y Torres, J. (2018). *Semantic Query System for Moodle Virtual Courses Based on an Ontology*. Paper presented at the eDemocracy & eGovernment (ICEDEG), 2018. New York, USA.

- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software: hacia un enfoque práctico* (7ma edición) New York: McGrawHill.
- Rushdi, A. M. y Rushdi, M. A. (2018). Mathematics and examples of the modern syllogistic method of propositional logic. *Mathematics Applied in Information Systems, Bentham Science Publishers, Emirate of Sharjah, United Arab Emirates*, 6, 123-167.
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F. y Baran, E. (2018). The importance of attitudes toward technology for pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge: Comparing structural equation modelling approaches. *Computers in Human Behavior*, 80, 67-80. Recuperado de <http://www.doi.org/doi:10.1016/j.chb.2017.11.003>