

Capítulo 1

HISTORIA DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Ingrid Johanna Romero Lázaro¹
Javier Enrique Padilla Hernández²

Resumen

En este estudio se realizó una revisión bibliográfica, para generar un documento con carácter científico, que aborde los fundamentos teóricos y epistemológicos relacionados con la Historia de la Ingeniería de Sistemas, para ser utilizado en la formación profesional de la disciplina. La presente investigación es de tipo cualitativo. La forma de recolección y análisis de datos fue basada en las fases metodológicas, propias de un enfoque heurístico y hermenéutico. En la primera fase, se realizó una lectura analítica, llegando a la comprensión del problema para precisar la necesidad de la información requerida. Seguidamente, se compiló la información pertinente a través de fichas bibliográficas, para, posteriormente, depurar el material informativo. En la segunda fase, bajo el enfoque hermenéutico, se analizaron los documentos por áreas temáticas, finalizando con la revisión e interpretación de los núcleos temáticos, con el fin de formalizar el estado actual del tema y la consecuente construcción teórica. Desde la perspectiva de autores como Grech (2013) y González, (2013), se postulan las ramas de la Ingeniería como tradicionales, modernas y otras. Mientras Terán (2017) propone 4 ramas, donde incluye la Ingeniería de Sistemas en la categoría llamada Otras. En contraste, los autores Grech (2013) y González (2013) concuerdan en agregar la Ingeniería de Sistemas en la rama denominada Modernas, haciendo referencia a Arthur Hall (1971) sobre el concepto de la Ingeniería

1 Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ciencias Básica, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Colombia. Ingeniera de Sistemas, Magíster en Gestión de la Tecnología Educativa, docente universitario, Corporación Universitaria del Caribe CECAR. Correo: ingrid.romero@cecar.edu.co

2 Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ciencias Básica, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Colombia. Ingeniero de Sistemas, Especialista en Seguridad Informática, Maestría (e) en Gestión de Tecnología de Información, docente universitario, Corporación Universitaria del Caribe CECAR. Correo: javier.padillah@cecar.edu.co

de Sistemas, y la importancia como área organizativa, adquiriendo interés en las organizaciones. También, aspectos relevantes, tales como el primer curso de postgrado de Ingeniería de Sistemas, la aparición en universidades colombianas como carrera de Pregrado, incorporando soluciones con el uso de la tecnología, los Sistemas de Información acorde con su contexto, el estudio de la Historia de la Ingeniería de Sistemas, un material base para la formación y el conocimiento de la disciplina.

Palabras clave: Ingeniería de Sistemas, historia, rama de la Ingeniería.

Abstract

In this study, a bibliographic review was carried out to generate a scientific document, that addresses the theoretical and epistemological foundations related to the History of Systems Engineering, to be used in the professional training of the discipline. The present investigation is of qualitative type. The form of data collection and analysis was based on the methodological phases, typical of a heuristic and hermeneutic approach. In the first phase, an analytical reading was made, reaching the understanding of the problem to specify the need for the required information. Next, the pertinent information was compiled through bibliographic records, to subsequently debug the informative material. In the second phase, under the hermeneutic approach, the documents were analyzed by thematic areas, ending with the review and interpretation of the thematic nuclei, in order to formalize the current state of the subject and the consequent theoretical construction. From the perspective of authors, such as Grech (2013) and González, (2013), the branches of Engineering are postulated as Traditional, Modern and Others. While Terán (2017) proposes 4 branches, which includes Systems Engineering in the category called Other. In contrast, authors Grech (2013) and González (2013) agree on adding Systems Engineering in the branch called Modern, referring to Arthur Hall (1971) on the concept of Systems Engineering, and importance as an organizational area, acquiring interest in organizations. Also, relevant aspects, such as the first Postgraduate course in Systems Engineering, the appearance in Colombian universities as Undergraduate courses, incorporating solutions with the use of technology, Information Systems according to their context, the study of History of Systems Engineering, a basic material for the formation and knowledge of the discipline.

Keywords: Systems Engineering, history, branch of Engineering

Introducción

Para hablar de la historia de la ingeniería, debemos hacer un viaje a la prehistoria, donde se comenzaron a crear y a utilizar diferentes herramientas y técnicas para la supervivencia de la humanidad, como lanzas, flechas, entre otras, las cuales fueron utilizada para defenderse, para conseguir comida y para construir sus lugares de habitad.

Wright (1994) afirma:

La ingeniería no debe su existencia a un decreto real, no fue creada por alguna legislación, ha evolucionado y se ha desarrollado como un arte práctico y como una profesión a lo largo de más de cincuenta siglos de historia documentada. En sentido amplio, sus raíces pueden remontarse hasta el nacimiento de la civilización misma, y su progreso ha sido paralelo al progreso de la humanidad (p. 1).

El propósito de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica para generar un documento que registre los fundamentos teóricos y epistemológicos relacionados con la historia de la ingeniería de sistemas, a fin de que pueda ser utilizado en la formación profesional de la disciplina.

Metodología

La ingeniería de sistemas parte de la aplicación de conceptos propios de la ingeniería, es por esto importante hacer un recorrido por su historia, abordando una exploración sobre los conceptos y disciplinas que la componen, para vislumbrar a la que posee el foco del presente estudio: la Ingeniería de Sistemas, con un enfoque histórico de manera que proporcione un material científico e informativo que pueda servir de base para la apropiación de los conceptos básicos ingenieriles y la conservación de su memoria histórica.

La presente investigación es de tipo cualitativa, la forma de recolección, organización y análisis de datos fue basado en las fases metodológicas propias de un enfoque heurístico y hermenéutico, el primero, comprende “el descubrir, encontrar e indagar en fuentes históricas con el propósito de describir procedimientos relacionados a resolver una dificultad o

solucionar una determinada cuestión en diversos ámbitos científicos. (Martínez, 1999), el segundo se enfoca en una pretensión de verdad que está fundamentada sobre la lingüisticidad como modo de ser en el mundo y su comprensión contextualizada, con la capacidad de explicar, interpretar y explicar las relaciones que existen entre un hecho y el contexto en el que se encuentra (Gadamer, 1977). A continuación, se describe la metodología que determina la ruta investigativa a seguir para el cumplimiento de los objetivos:

Fase 1: Heurística. La presente fase se compone de las siguientes actividades:

Actividad 1: Lectura analítica y comprensión del problema para precisar la necesidad de la información que se requiere.

Actividad 2: Extraer de las unidades de análisis del material documental, los datos pertinentes

Actividad 3: Generación de ideas bases o indicadores, a partir de la información encontrada.

Actividad 4: Compilación de la información que se conciba como pertinente en fichas bibliográficas.

Actividad 5: Organización del material para determinar si algo falta o se da por terminada la búsqueda.

Fase 2: Hermenéutica: la presente fase se compone de las siguientes actividades:

Actividad 1: Analizar los documentos por áreas temáticas de manera integrada para ampliar el horizonte del estudio.

Actividad 2: Revisar e interpretar los núcleos temáticos con el fin de formalizar el estado actual del tema y la consecuente construcción teórica.

Conceptos Básicos e Historia de la Ingeniería

Con el paso de los años fueron apareciendo conceptos de ingeniería y aplicados en diferentes contextos, como lo fue en la revolución agrícola alrededor del año 8.000 A.C., donde los nómadas comenzaron a dejar

ser nómadas, se concentraron en sitios fijos y procedieron a colocar en prácticas sus técnicas, herramientas y conocimientos adquiridos a lo largo de los años para cultivar sus productos y criar sus animales.

En civilizaciones antiguas, Paul Wright (1994) en su libro *Introducción a la ingeniería*, comparte como los mesopotámicos hicieron parte de la historia en la ingeniería, ya que, se dice que los antiguos habitantes de esta civilización, en territorio del río Tigris y el río Éufrates, se vio por primera vez la rueda, como también en el sur de Mesopotamia construyeron murallas, canales y templos, haciendo parte de los primeros trabajos utilizando la ingeniería; como también, los egipcios lograron contar con personas expertas en construcción y planificación. Las personas que son conocidas como ingeniero, eran arquitectos y especialistas en levantamientos de planos y en construcción, y se destacan algunos trabajos realizados como lo son las grandes pirámides, también se puede mencionar que los egipcios crearon e implementaron grandes sistemas de riego para los cultivos.

Los griegos también tienen su aporte en la ingeniería, aunque ellos tuvieron más avance en la literatura, arte y filosofía, y muy poco en la ingeniería, pero se puede destacar el trabajo realizado por el arquitecto griego, el cual realiza importantes avances, reconocido como experto en construcción, fue contratado por el gobernante Pericle durante la edad de oro de Grecia, para que construir mausoleos y templos y poder convertir a Atenas en una ciudad hermosa.

Las contribuciones por parte de los romanos fueron significativas, desarrollando buenos métodos de construcción, tales como el Circo máximo, la Vía apia, el Panteón y el Aqua apia, el cual se conoce como el primer acueducto que se logró construir en Roma.

En la edad media, se realizaron pocos avances en la ingeniería y uno de los aportes realizados fue, la construcción de la catedral gótica, la cual se considera como la más ligera y osada construcción realizada por el hombre (Finch, 1960), también se construyeron grandes casas para los terratenientes, perfeccionamiento de máquinas que hacían el trabajo productivo del hombre y los animales.

Desde 1750 hasta 1900 D.C. se presentaron grandes avances en la ingeniería, como lo fue la minería, la manufactura y el transporte, como también en la forma de fabricación de hierro, utilizando bombas de vapor

en las maquinas utilizadas para fundir el hierro tal como lo afirma Gregory (1971), citado por Wright (1994). Para el transporte por ferrocarril, se aumenta el crecimiento, a principios del siglo XX, el sistema de ferrocarriles, estaba completo para un fin práctico.

En el siglo XIX, la fuente eléctrica, fue uno de los logros más significativos para la ingeniería, gracias a varios científicos e ingenieros, se logra definir la naturaleza fundamental de la electricidad. Wright también expone hechos significativos relacionados a la energía eléctrica:

- 1827 Alejandro Volta diseñó la primera pila eléctrica.
- 1830 Sir Humphrey Davy descubrió el electromagnetismo y el arco voltaico.
- 1831 Michael Faraday demostró el proceso de la inducción magnética.
- 1880 Thomas A. Edison inventó una bombilla incandescente de aplicación práctica y descubrió que las lámparas podían conectarse en paralelo, permitiendo que una o más pudieran ser apagadas sin desconectar todo el sistema.
- 1882 La estación generadora de electricidad de Pearl Street, de Edison, fue puesta en operaciones en la Ciudad de Nueva York.
- 1888 Nicola Tesla registró las patentes para un motor de inducción y para un nuevo sistema de corriente alterna polifásico.
- 1888 Después de organizar la Westinghouse Electric Company en 1886, George Westinghouse obtuvo el contrato para proporcionar los generadores para el proyecto hidroeléctrico del Niágara, el primer proyecto de su tipo en la historia.

Ramas de la Ingeniería

La ingeniería se divide en diversas ramas al ser aplicable a varios campos de la ciencia, así como a diferentes áreas de acción del ser humano y la perspectiva humana. Dada la multiplicidad de la ingeniería en cuanto a su accionar sería complejo cubrir su totalidad, tal como se plantea en la teoría general de sistemas, en las ciencias existen sistemas de varios ordenes, no comprensibles por sus perspectivas y partes aisladas, pero

también aparecen puntos de vista y aspectos generales que poseen aspectos similares en diferentes ciencias, las cuales se consideran isomorfas válidas para ser determinadas clases o subclases (Bertalanffy, 1976), es por esto que para este apartado se han considerado postulados recientes como el de Terán (2017) así como otros que convergen hacia áreas de acción comunes. Terán (2017), aborda las ramas de la ingeniería desde tres áreas principales: físico-matemática, ciencias de la tierra y las químico-biológicas.

Tabla 1

Ramas o disciplinas de la Ingeniería según Terán.

Categorías	Ramas o disciplinas
Físico-matemáticas	Ingeniería Civil Ingeniería Industrial Ingeniería Mecánica
Ciencias de la Tierra	Ingeniería geológica Ingeniería en minas y metalurgia Ingeniería petrolera
Químico-biológicas	Ingeniería en alimentos Ingeniería biomédica Ingeniería química
Otras áreas	Ingeniería ambiental Ingeniería electrónica y en comunicaciones Ingeniería en sistemas computacionales Ingeniería mecatrónica Ingeniería en sistemas digitales y robótica Ingeniería aeroespacial

Fuente: *Elaboración propia con información de Terán (2017).*

Las postulaciones de Grech (2013), y González, (2013), consideran categorías elementales denominadas tradicionales, modernas y otras, estas se muestran a continuación:

Tabla 2
Ramas de la Ingeniería

Categorías	Ramas
Tradicionales	Ingeniería Civil Ingeniería Mecánica Ingeniería Eléctrica Ingeniería Química
Modernas	Ingeniería de Sistemas Ingeniería en Telecomunicaciones Ingeniería en multimedia Ingeniería Industrial Ingeniería mecatrónica
Otras	Ingeniería geológica Ingeniería en minas y metalurgia Ingeniería petrolera Ingeniería biomédica Ingeniería aeroespacial Ingeniería de materiales Ingeniería de petróleos Ingeniería ambiental

Fuente: *Elaboración propia con información de Grech (2013) y González (2013).*

Ingenierías Tradicionales

Las ingenierías tradicionales marcan el punto de partida de la ciencia y la tecnología, a partir de ellas se han desarrollados otras ramas de gran interés, dentro de este grupo se destacan la civil, mecánica, la eléctrica y la química. La Ingeniería civil es una de las especialidades más antiguas, parte desde la necesidad del hombre de protegerse de los cambios climáticos, de manera que no permaneciera permanentemente a la intemperie y mejorar sus condiciones de vida a través de construcciones, de estas se han encontrado evidencias que ratifican la implementación de la ingeniería desde las primeras civilizaciones. La ingeniería civil posee una fuerte fundamentación en el área de las matemáticas, las ciencias sociales y las naturales, el conocimiento sobre la misma se ha adquirido

a partir de estudios, prácticas y experiencias que incorporan el uso de recursos, orientadas al diseño, construcción, control, mantenimiento de obras de infraestructura que generen beneficios al ser humano. Además, posee un componente organizativo que comprende planes de planificación y organización territorial, así como actividades sobre obras civiles que garanticen la estabilidad y el bienestar humano. Ingeniería mecánica por su parte se destaca por el uso óptimo de la energía y la maquinaria, en cuanto a las técnicas de producción o fabricación aplicables a la mayoría de los campos de la industria. Aplica para el diseño de las maquinarias principios físicos de termodinámica, mecánica, ciencia de materiales y otras ciencias exactas que le permiten desarrollar soluciones integrales capaces de automatizar procesos relacionados con los sistemas de cómputo y las comunicaciones.

La Ingeniería eléctrica es una rama de la ingeniería que estudia y realiza aplicación de conocimientos propios de las ciencias exactas sobre la electrónica, la electricidad y el electromagnetismo con el fin de utilizar, transmitir e inclusive generar energía eléctrica y sistemas eléctricos. De ella se derivan disciplinas como la electrotecnia, los sistemas de control, la electrónica y las telecomunicaciones. Finalmente tenemos la Ingeniería química, es el campo de la ingeniería que a través del uso de la química y la física se especializa en realizar acciones que implican el diseño, mantenimiento, estudio, planificación, construcción, optimización, evaluación y control de plantas pertenecientes a la industria de procesos relacionada con la producción de materiales y productos derivados de transformaciones químicas y físicas de materias primas, tales como pinturas, fertilizantes, cosméticos, alimentos, plásticos, vidrio, entre otros.

Modernas (Ingeniería de Sistemas)

Dentro de la categoría de las modernas se encuentran la ingeniería de sistemas, ingeniería mecatrónica, ingeniería en telecomunicaciones, ingeniería en multimedia, ingeniería industrial, entre otras (González, 2013). A continuación, se describirá la primera por poseer el foco de atención de este capítulo. Según Arthur Hall (1964) citado por González, “la ingeniería de sistemas es la rama de la ingeniería por medio de la cual el conocimiento y la investigación se trasladan a aplicaciones que satisfacen necesidades humanas, mediante la secuencia de planes, proyectos y

programas” (2013, p. 137). A partir de este postulado se han definido varias dimensiones en la aplicación de la ingeniería de sistemas en un marco de actividades o tareas definidas en una matriz tridimensional en la que sus ejes son constituidos por la dimensión temporal, lógica y del conocimiento, la primera abarca las fases necesarias para el trabajo de sistemas, desde la idea inicial hasta la retirada del sistema (Moreno, 2006). La segunda contiene los pasos que se llevan a cabo en cada una de las fases contempladas en la primera dimensión, incorpora desde la definición del problema hasta la planificación de acciones. En cuanto a la dimensión del conocimiento, esta hace referencia al conocimiento especializado de las diferentes profesiones y disciplinas. Basado en el postulado de Wymore (1975), donde el objeto de la Ingeniería de Sistemas es el analizar y diseñar de sistemas que posibiliten el proceso de desarrollar sistemas artificiales de una forma lógica y ordenada.

Son derivados y múltiples los aspectos que ha contribuido a la construcción de lo que hoy conocemos como ingeniería de sistemas, sin embargo, se mencionan a continuación algunos fundamentos desde el punto de vista de su significado y las teorías y enfoques que constituyen la base del conocimiento y el punto de partida de la ingeniería de sistemas.

Algunas definiciones formales que han apoyado a lo largo de la historia la fundamentación de la ingeniería de sistemas son:

- Conjunto de conocimientos por los que las propiedades de la materia y de los recursos naturales de energía se hacen útiles al ser humano mediante máquina, estructuras, etc. También considerada como profesión en la que un conocimiento de las matemáticas y de las ciencias naturales obtenida por la experiencia, el estudio y la práctica se aplica con criterio para desarrollar medios, a fin de usar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad. (Grech, 2013, p.44).
- Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial. (Real Academia Española, 2017).
- Hardy (1971), según citado en Gay, (2014) la define como: “El arte de dirigir los grandes recursos de energía de la naturaleza para el uno y conveniencias del hombre” (p. 165).

- Conjunto de conocimientos teóricos, de conocimientos empíricos y de prácticas que se aplican profesionalmente para disponer de las fuerzas y de los recursos naturales, y de los objetos, los materiales y los sistemas hechos por el hombre para diseñar, construir, operar equipos, instalaciones, bienes y servicios con fines económicos, dentro de un contexto social dado, y exigiendo un nivel de capacitación científica y técnica ad hoc —particularmente en física, ciencias naturales y economía—, especial notoriamente superior al del común de los ciudadanos. (Poveda, 2009, p.35).
- La ingeniería es el conjunto de conocimientos en ciencias básicas y específicas, que llevados a la práctica permiten que una persona diseñe y desarrolle soluciones a problemas en el área de la ciencia y la tecnología. (Moreno, 2016, p.14).
- Disciplina que se ocupa del estudio y de la aplicación de los conocimientos que de este y de la experiencia resultan, para que a través de diseños, técnicas y problemas puedan ser resueltos los diferentes problemas que afectan a la humanidad. (Definición ABC, 2018).

La ingeniería de sistemas posee como uno de sus pilares y fundamentos el pensamiento sistémico, el cual se ha fortalecido en la sociedad del conocimiento con el surgimiento y el desarrollo de las ciencias multidisciplinarias, parte del enfoque de sistemas o también denominado teoría general de sistemas aplicada, este enfoque ha permitido converger diversas teorías y facilita la unificación de diferentes campos del conocimiento, siendo desde hace décadas usado como marco de referencia por las ciencias sociales, biológicas y físicas para la integración de la teoría moderna de las organizaciones. Es importante mencionar que su primer expositor fue Ludwing von Bertalanffy, en su trabajo investigativo por diseñar una metodología integradora para la gestión de problemas científicos, que fuese al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos (Climent, 2010). El enfoque de sistemas pretende alcanzar una totalidad lógica con respecto a una totalidad mayor de la cual a su vez forma parte, Es una manera de enfrentar un problema que amerita una amplia visión, que trata de abarcar todos los aspectos, y que tiene en consideración las interacciones entre las partes de un problema considerado como “el todo”, esto a través de la integralidad y

el reduccionismo, resaltando este último tiende a la subdivisión progresiva del todo, y al estudio de esas subdivisiones, mientras que el enfoque de sistemas trata de alcanzar la totalidad lógica a través de la unión de las partes, consecuentemente existen fenómenos como los sistemas que requieren ser analizados como totalidades, no siendo adecuadamente tratados por la teoría reduccionista por tanto el desarrollo de la ingeniería de sistemas se da a partir de la teoría General de Sistemas-TGS, cuya metodología se basa en que los objetos o elementos son tratados como sistemas, pretendiendo subsanar las desventajas de la teoría reduccionista. A la par del enfoque sistémico emergieron de la TGS otros enfoques que contribuyeron a la fundamentación de la ingeniería de sistemas, entre los cuales encontramos la teoría de la información, de los juegos y de decisión, la primera es considerada como la ciencia que se encarga de estudiar el manejo que se le da a la información, como una contribución a la organización, gestión y desarrollo de los objetivos de un sistema, la segunda es una ciencia que mediante modelos matemáticos estudia los enfrentamientos o competencias entre diversos sistemas capaces de emplear el raciocinio lógico, en el cual cada sistema participante busca maximizar sus ganancias y minimizar las pérdidas, por último, la tercera es la ciencia que al igual que la anterior estudia las competencias entre varios sistemas, pero en donde se da el caso que algunos no son capaces de razonar, por ende es posible concluir que la teoría de la decisión puede ser visto como un caso particular de la teoría de los juegos (Johansen, 1982).

Historia de la Ingeniería de Sistemas

La expresión “ingeniería de sistemas” se remonta a Bell Telephone Laboratories, la necesidad de identificar y manipular las propiedades de un sistema como un todo, que en complejos proyectos de ingeniería en gran medida puede diferir de la suma de las propiedades de las partes, motivó el Departamento de Defensa, la NASA, y otras industrias para poner en práctica la disciplina. A más detalle, el término ingeniería de sistemas surge dentro del Bell Telephone Laboratories en el año de 1940, la complejidad del desarrollo de redes telefónicas para suplir las necesidades de comunicación de la época y su cultura investigativa dio paso proyectos encaminados a manipular la propiedad de un sistema como un todo y a diseñar nuevas y poderosas máquinas para computar datos soportadas por las potencialidades de la electrónica (Bracho del Pino, 1999), Alexander

Bell inventor del teléfono construyó una máquina basada en energía electromecánica con programas codificados en una cinta de papel, la cual podía realizar operaciones de cuenta y suma con 2 números con potencialidades basadas en la primera computadora electromecánica, Mark I, la cual tuvo gran éxito en el mercado (Desongles, 2005).



Figura 1. Primera llamada telefónica-10 de marzo de 1876, Alexander Graham Bell.

Fuente: *Commons.wikimedia.org*

En 1943 en Bell Telephone Laboratories se fusionaron los departamentos de ingeniería de Conmutación y el de ingeniería de Transmisión bajo la denominación de ingeniería de sistemas, Arthur Hall norteamericano ingeniero eléctrico declarado un pionero en el campo de la ingeniería de sistemas afirmaba que la función de la ingeniería de sistemas se venía practicando desde hace muchos años, pero al ser reconocida como unidad organizativa produjo mayor interés en las organizaciones. En 1950 Melvin J. Kelly siendo director de los laboratorios Bell Telephone escribe el primer postulado sobre la ingeniería de sistemas donde describe ampliamente su procedimiento, en ese momento subsidiaria de investigación y desarrollo de la American Telephone and Telegraph - AT&T, siendo esta compañía la cuna del nacimiento de la ingeniería de sistemas, en este mismo año se creó en el Massachusetts Institute of Technology — M.I.T. el primer curso de postgrado sobre este tema, el resultado más destacado fue un tratado completo sobre la ingeniería de sistemas bajo la autoría de Arthur Hall, quien luego escribiría libros ampliamente utilizados en esta área, como son Metodología de Ingeniería de Sistemas en 1962 y el libro

Ingeniería de sistemas, en este último expone los inicios de la misma, a este fundamento se unieron entre los años 60 y 70 definiciones planteadas por el International Business Machines - IBM Transnacional líder en fabricación de computadoras en diferentes plataformas (Hall, 1971), (Lara, 2013).

En 1963 la Universidad de los Andes hacia participe del Interamerican Program in Civil Engineering, un programa diseñado por el M.I.T para apoyar a América Latina con el fortalecimiento de la academia en cuanto a la calidad de los programas ofertados como a la investigación realizada sobre las problemáticas más críticas de la Región, En el mes de julio de 1963, Frederick J. McGarry, director asociado y profesor del programa propuso dictar un seminario sobre las aplicaciones del computador en Ingeniería Civil, para ello debían tener en funcionamiento un computador, fue entonces cuando se instaló el primer computador en una universidad colombiana, el IBM 650, donado por la IBM, este ordenador basado en válvulas de vacío, se sitúa en la transición entre la primera y segunda generación de computadoras,(Estrella, 2010) tenía una memoria con 2.400 válvulas de vacío, que permitía procesar operaciones matemáticas(Estrella, 2010), (Ramírez, 2011).



Figura 2. IBM 650 - La primera computadora que llegó a Colombia

Fuente: www.dinero.com

Años más tarde, gracias a la contribución de Rodman Rockefeller y la Fundación de la Universidad de los Andes en New York, la universidad

de los Andes de Colombia adquirió un IBM 1130, paralelamente varios profesores de la facultad de ingeniería asistieron a seminarios de verano sobre desarrollos computacionales que promovía la National Science Fundation, acorde a la reforma realizada principio de la década de los años 60 en los Estados Unidos sobre la enseñanza de la ingeniería, este suceso, para la facultad de ingeniería, fue coyuntural marcando una posición favorable para el progreso de una evolución en el área computacional, colocándola a la vanguardia con universidades extranjeras que trabajaban en la enseñanza de la ingeniería con el mismo equipo de cómputo (Aristizabal, 2004). En Noviembre de 1967 Carlos Amaya, director del departamento de ingeniería eléctrica, llegó a Colombia, después de haber pasado un periodo en Estados Unidos, con una propuesta de Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación, basada en el paradigma propio de las propuestas de la Association for Computing Machinery - ACM, la cual había construido con Xavier Caro, estudiante de maestría de la University of Pensilvania, la propuesta fue sometida a revisión por el Consejo Académico e inició el trámite de aprobación. Ante la partida de Eduardo Aldana, decano de la facultad, para realizar un doctorado en el M.I.T., Amaya fue nombrado decano, desde ese momento fue aunando esfuerzos por sacar la propuesta adelante, fue así como a finales de 1967 luego de la aprobación universitaria y gubernamental, se creó el primer Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación en Colombia, adscrito al departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes, con Xavier Caro como coordinador del Programa, el cual afirma que el objetivo principal del ingeniero de sistemas (2010): “es desarrollar software, hacer Informática y apoyar a las organizaciones en esos procesos” (p. 108).

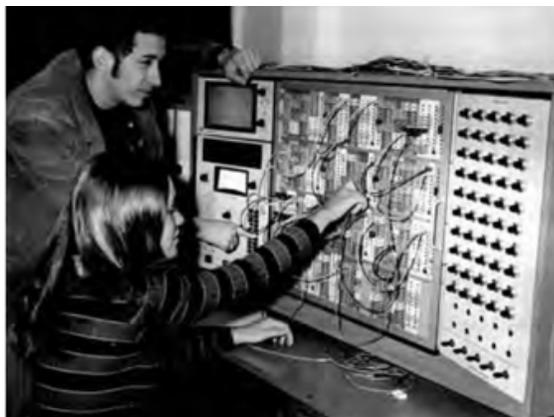


Figura 3. Primeras prácticas estudiantiles con un computador análogo TR-48

Fuente: Archivo Fotográfico Universidad de los Andes.

El primer grupo del Programa fue conformado por estudiantes nuevos acompañados por otros que habían cursado ya algunos años de ingeniería, es así como el 28 de agosto de 1970 Alfredo Amore, Xavier Caicedo y Diego Escobar obtuvieron su grado como los primeros ingenieros de Sistemas y Computación de Colombia, talento humano que fue adoptado por la universidad de los Andes para fortalecer su departamento académico (Estrella, 2010), (Ramírez, 2011).



Figura 4. Ceremonia de graduación – Universidad de los Andes, 1970.

Fuente: Archivo Fotográfico Universidad de los Andes.

Dado el gran uso de las computadoras en las empresas e instituciones en el mundo, México, en 1970 decide invertir en personal educativo en el extranjero, dando en el 1980 sus primeros frutos en los institutos educativos siendo participe de la creación de las primeras carreras de computación, como una respuesta a la acelerada evolución tecnológica, impartándose, a partir de este mismo año, la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en Programación, en los Institutos Tecnológicos de Veracruz, Querétaro y San Luis Potosí (Lara, 2013). En 1987 la ingeniería

de sistemas introduce su campo de acción hacia el desarrollo de aplicaciones de internet, clasificada en el 2007 como la cuarta profesión de crecimiento a nivel mundial (Del Ángel, 2015).

A principios de los años 90 la arquitectura de los sistemas se limitaba a una simple planificación, que incluía la definición de una arquitectura objetivo, la ideación de una estrategia y la planificación para ejecutarla dentro de un tiempo determinado, los ejecutivos veían una gran ventaja en ella dado que era similar a la forma de dirigir sus negocios, al transcurrir el tiempo se dieron cuenta que no era funcional ya que se comete un error al partir de una arquitectura objetivo, esto se explica en el sentido de que el accionar del arquitecto o ingeniero de sistemas debe estar enmarcado en el o los objetivos organizacionales y posibilitar la flexibilidad necesaria para adaptarse a los cambios que estos presenten, de lo contrario entraría en conflicto con su propia organización. Veinte años después la tecnología poseyó un accionar suficiente como para crear y ensamblar componentes ante una demanda de desarrollos y niveles de complejidad incremental, a pesar de ello la producción de software era lenta. Hoy día a través de las técnicas de desarrollo orientada a objetos se logra una tecnología de empaquetado de componentes estableciendo un nuevo paradigma en el mundo de la informática que impulsó el campo de acción de la ingeniería de sistemas y su capacidad de respuesta ante las necesidades del entorno organizacional apoyada por la disminución en costos de las maquinas o dispositivos electrónicos computacionales (Serna, 2009).

Recorrido y posturas en la Ingeniería de Sistemas

Si se quiere saber el origen de la ingeniería, hay que hacer un viaje a la prehistoria con autores destacados como Wright, Gay lo relatan, ya que, se dice que, la ingeniería nace desde el momento que los nómadas sintieron la necesidad de sobrevivir y lograron crear diferentes tipos de herramientas para poder sobrevivir día a día.

La ingeniería avanza con el pasar de los tiempos, de tal manera que hay varias disciplinas o ramas de la ingeniería y cada una con un enfoque diferente, en concordancia con lo expuesto por Grech (2013) y González (2013) se evidencia que, las ingenierías Modernas se han desarrollado a

partir de las tradicionales y han aparecido a partir de nuevas necesidades por lo que han mostrado que existen otras aplicaciones de la ingeniería dependiendo del contexto y las necesidades de sus miembros. La Ingeniería de Sistemas, es una de las ramas de la ingeniería moderna, la cual permite colocar en práctica, técnicas, métodos y conocimientos de la matemática, física, tecnología, sistemas de información entre otros conocimientos, para poder así brindar soluciones a las empresas de forma tecnológicas, que permita la toma de decisiones, como también a persona y a la sociedad en el que vive. La ingeniería de sistemas, cuenta con un gran campo de acción, ya que todas las empresas utilizan diversos sistemas para gestionar el funcionamiento idóneo de la empresa y cumplir con los objetivos trazados. A medida que avanza el tiempo, las empresas, personas y sociedad, necesitan nuevos mecanismos, técnicas y conocimientos que permitan dar soluciones diarias.

Se ha podido evidenciar que autores como Estrella (2010), Caro (2010) y Ramírez (2011) que han realizado alguna investigación de cómo nació la Ingeniería de Sistemas, concuerdan en que esta, en un principio, no nació con un fin educativo, más bien organizacional, por la fusión de dos departamentos de los laboratorios de la Bell Telephone, subsidiaria de investigación y desarrollo de la AT&T, además también coinciden en que el impacto que tuvo en Colombia la instalación del primer computador en una universidad, y la cualificación docente demuestra que la incorporación de la tecnología en diversos espacios, tales como el académico, genera un cambio en la manera de pensar de los individuos y su visión se amplía de manera que se fomenta el desarrollo y la motivación por cualificarse y ser generadores de nuevo conocimiento, evento que repercute en las siguientes generaciones atrayendo consigo el cambio y nuevos desarrollos que solucionen problemáticas del contexto real, vinculados de manera favorable a la academia.

Tal como lo expone Serna, 2009, a medida que las empresas crecían se empezó a observar que las unidades de sistemas también lo hacían, ameritando cambios en la infraestructura y la organización funcional, se dio una subdivisión en dos grandes grupos de trabajos diferenciadores, el primero encargado de la infraestructura y el segundo integrado por los arquitectos en sistemas, este acontecimiento inspiró la evolución de la ingeniería de sistemas, la cual tomo parte como área del conocimiento,

generando subgrupos como agentes de formación. Fue entonces cuando se visualizó la necesidad de la especialización dado que las exigencias y expectativas en medio de la sociedad del conocimiento y de la complejidad de los sistemas de información van en continuo incremento, crecieron más empresas con solvencias económicas que permitieron incorporar la dependencia de sistemas y así abrir una demanda de Ingenieros de Sistemas, ocasionando que otras instituciones de educación ofertaran el Programa y comenzaran hacer estudios constantes de las nuevas tecnologías, tendencias de las empresas, tecnologías, educación, necesidades de las empresas y personas, para estar actualizado y estar en una constante actualización de los programas académicos que se ofertan y poder formar ingenieros idóneos para el mercado laboral local, regional, nacional e internacional.

Conclusiones

El estudio sobre la ingeniería de sistemas constituye un material informativo de base para el conocimiento de la disciplina y los campos de acción aplicables a las diferentes ramas de la ingeniería y áreas de conocimiento.

La apropiación de este conocimiento fortalece a la academia en cuanto al contenido del currículo, al ser útil y aplicable, así como también a la comunidad docente y estudiantil y su relación con el entorno, constituido por las organizaciones que hacen uso de las tecnologías para la optimización de sus procesos, encaminados a facilitar las actividades organizacionales y el cumplimiento de metas.

Desde la academia y las organizaciones surgen soluciones que incorporan la tecnología y los sistemas de información acorde a su contexto, de allí parten postulados, programas, aplicaciones que pueden ser replicables y utilizadas en el contexto nacional e internacional, en este sentido la ingeniería de sistemas surge como una necesidad empresarial y repercute en la academia, ya que a través de esta se forman profesionales idóneos que luego serán parte del mercado laboral y constituirán el talento

humano presente en las organizaciones que contribuyen al desarrollo tecnológico y social.

Referencias

- Aristizabal, J. (2004). Los primeros computadores de la Universidad de los Andes. 20, pp. 103-105, Revista de Ingeniería.
- Bertalanffy, V. (1976). Teoría General de los Sistemas.1, pp. 25-27, México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Bracho del Pino, S. (1999). La ingeniería microelectrónica ante el cambio de milenio (1st ed., pp. 14-20). Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Caro, G. (2010). La imagen de la Ingeniería de Sistemas. Sistemas, 1(1), 108. Obtenido de: http://52.0.140.184/typo43/fileadmin/Revista_114/foroempresas.pdf
- Climent, J.(2010). Algunas aplicaciones de la teoría de sistemas al desarrollo organizacional
- Revista Mexicana de Agronegocios, 14(27), 388-396.Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Torreón, México
- Del Ángel, M. (2015). Origen, Desarrollo y Estado Actual de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (pp. 2-3). Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Obtenido de: https://www.academia.edu/16238769/Historia_de_Ingenieria_en_Sistemas.
- Desongles, J. (2005). Ayudante técnico de informática de la Junta de Andalucía (1st ed., pp. 49-55). Sevilla: Editorial MAD.
- Estrella, P. (2010). Ingeniería de Sistemas y Computación: Una utopía realizada en la Universidad de los Andes. Revista De Ingeniería Universidad De Los Andes, 32(1), 2-6. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/1210/121018987017.pdf>
- Gadamer, H. (1977). Verdad y Método. Salamanca: Sígueme.
- Gay, A. (2014). Introducción a la Ingeniería: La tecnología, el ingeniero y la cultura (1st ed., pp. 63). Argentina: Brujas.
- González, O. (2013). Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero (1st ed., pp. 82-200). Bogotá: Eco Ediciones.
- Grech, P. (2013). Introducción a la Ingeniería (2nd ed., pp. 30-32). México: Pearson Educación.
- Gregory, M. (1971), History and development, Londres: Longman Group Limited.

- Hall, A. (1971). *Ingeniería de Sistemas* (1st ed., pp. 100-200). Compañía Editorial Continental.
- Johansen, O. (1982). *Introducción a la teoría general de sistemas* (1st ed., pp. 8-15). Santiago de Chile: Limusa - Noriega Editores-Isdefe.
- Lara, E. (2013). *Fundamentos de investigación* (2nd ed., pp. 20-100). México, D.F.: Alfaomega.
- Ramírez, R. (2011). *Ingeniería e Investigación*. 31 (Ed Especial, 21-28). *Revistas UNAL*. Obtenido de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingoinv/article/viewFile/33801/33828>
- Real Academia Española, R. (2017). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=La5bCfD>
- Serna, E. (2009). *La Ingeniería de Sistemas y su Evolución hacia la Arquitectura de Sistemas*. *Lámpsakos*, 2(2), 95-101. doi: 10.21501/21454086.777
- Martínez, L. (1999). ¿Qué significa construir un estado del arte desde una perspectiva hermenéutica? *Criterios*, 8, 13-20. Pasto: Universidad Mariana.
- Moreno, P. (2006). *Módulo: Introducción a la ingeniería de sistemas*. Obtenido de <https://goo.gl/YtZyzS>
- Terán, D. (2017). *Introducción a la Ingeniería* (1st ed., pp. 20-45). Cali: Alfaomega.
- Wright, P. (1994). *Introducción a la Ingeniería*, México: Addison Wesley Iberoamericana S.A.
- Wymore, A. (1975). *Un bosquejo de los conceptos básicos de la ingeniería de sistemas*. *Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico*; Turrialba, Costa Rica.