

EDUCACIÓN, MODELADO Y ABSTRACCIÓN

**Una mirada desde
la Ingeniería de
Sistemas**



**Ing. Adriana
Miranda**

Depósito Legal: pp200203AR289
ISBN: 1690-3064
Reservados todos los derechos conforme a la Ley



COMITÉ EDITORIAL

Dra. Crisálida Villegas G (UBA, Venezuela)

Dr. Manuel Piñate (UBA, Venezuela)

Dr. Ibaldo Fandiño (Colombia)

Dra. Eugenia Repreza (UNICAES, El Salvador)

Dra. Luisa A. González (UNESR, Venezuela)

Dr. René Orozco (Venezuela)

PORTADA

Dra. Nohelia Alfonzo (UBA, Venezuela)

DIAGRAMACIÓN

Dra. Nohelia Alfonzo (UBA, Venezuela)

FORMATO ELECTRÓNICO

Dra. Rosy León

Fecha de Aceptación: marzo 2020

Fecha de Publicación: septiembre, 2020

Se permite la reproducción total o parcial de los trabajos publicados,
siempre que se indique expresamente la fuente.

© **UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA**

AUTORIDADES

Dr. Basilio Sánchez Aranguren

Rector

Dr. Rodolfo Piña

Vicerrector Académico

Dr. Gustavo Sánchez

Vicerrector Administrativo

Dra. Edilia T. Papa A

Secretaria

DECANATO DE INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN Y POSTGRADO

Dr. Manuel Piñate

Decano

Dra. Mirian Mendoza

Directora de Postgrado

Dra. María Teresa Hernández

Directora de Investigación

Dra. Crisálida Villegas G

Directora del Fondo Editorial

Serie Diálogo del Postdoctorado

Vol 5 N 3, 2020

La Serie Diálogo del Postdoctorado es una publicación correspondiente al Fondo Editorial de la Universidad Bicentenario de Aragua (FEUBA), dirigida a docentes e investigadores de las distintas disciplinas del saber. Tiene como propósito divulgar los avances de estudios, casos o experiencias de interés para el desarrollo de la investigación y la educación universitaria, desarrollados por los participantes de Estudios Postdoctorales que realiza la universidad. Es una publicación periódica trimestral arbitrada por el sistema doble ciego, el cual asegura la confidencialidad del proceso, al mantener en reserva la identidad de los árbitros.

ÍNDICE GENERAL

	pp.
PRESENTACIÓN	<u>5</u>
I. INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO Y SOCIEDAD	<u>7</u>
II. METAFORA E ICONOGRAFÍA DIGITAL EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE	<u>14</u>
III. TECNOLOGÍA, ABSTRACCIÓN Y MODELADO	<u>19</u>
IV. LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA UN ACERCAMIENTO DESDE VENEZUELA, MÉXICO Y BRASIL	<u>26</u>
V. LOS MÉTODOS EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS. UNA VISIÓN HISTÓRICA	<u>35</u>
VI. EL PRINCIPIO DE COMPLEMENTARIEDAD PARADIGMÁTICA. UNA MIRADA DESDE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS	<u>43</u>
REFERENCIAS	<u>50</u>

PRESENTACIÓN

La Ingeniería de Sistemas como disciplina abstracta facilita la interpretación de fenómenos desde todas sus aristas, interrelaciones e interacciones, de manera que las soluciones o aportes respondan efectivamente a las necesidades del mundo globalizado. Con lo anterior como precedente, también es importante traer a exposición que la educación como pilar fundamental del desarrollo social, debe considerarse desde un enfoque que garantice que todos sus actores puedan crear y aplicar conocimientos útiles.

El libro Educación, Modelado y Abstracción. Una mirada desde la Ingeniería de Sistemas, tiene como propósito fundamental presentar, desde la experiencia de la autora, los elementos propios de la Ingeniería de Sistemas que influyen directamente en el ecosistema educativo. La capacidad de abstracción es la que le da al desarrollador las herramientas precisas para modelar correctamente, atendiendo a todos los elementos y actores que interactúan, de allí que exista un vínculo muy estrecho entre la educación, el modelado y la abstracción.

El libro se presenta estructurado en seis planteamientos: El surgimiento de la sociedad del conocimiento, así como el aporte de la tecnología a la evolución de esta sociedad presentado en el capítulo titulado Información, Conocimiento y Sociedad. Considerando que la sociedad de la información de la mano de los avances tecnológicos ha dado paso a los entornos virtuales de aprendizaje, el capítulo titulado Metáfora e Iconografía en Entornos Virtuales de Aprendizaje, brinda una visión prospectiva de éxito para la aplicación de elementos de la literatura y de la imagen en las plataformas tecnológicas de orientación del aprendizaje.

Si se toma en cuenta la visión de la práctica de la Ingeniería de Sistemas en la educación, necesariamente ésta debe apoyarse en la tecnología, en la abstracción y, en el modelado. Mediante los párrafos desarrollados para las ideas tituladas Tecnología, Abstracción y Modelado, desde lo teleológico y lo ontológico de la praxis, se profundiza en la explicación que da respuesta a la pregunta si esos tres pilares la soportan como se espera.

Para conocer la situación de Venezuela comparada con países latinoamericanos de mayor desarrollo en la adecuación de los entornos virtuales de aprendizaje en el ambiente universitario, se ensambló el capítulo Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación universitaria: un acercamiento desde Venezuela, México y Brasil, allí se presentan elementos de comparación que permiten hacer un diagnóstico acerca del desarrollo de Venezuela en ese ámbito.

Toda la visión de la Ingeniería de Sistemas y de su apoyo a la educación tiene un fundamento histórico que se presenta en los capítulos titulados Los Métodos en la Ingeniería de Sistemas. Una Visión Histórica y El Principio de Complementariedad Paradigmática. Una mirada desde la Ingeniería de Sistemas.

I. INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO Y SOCIEDAD

Desde inicios de la historia, el hombre ha buscado la forma de comunicar conocimientos. Las expresiones pictográficas, la revolución industrial, la invención de la imprenta y el surgimiento de internet representan los cuatro grandes momentos que marcaron la aparición de la Sociedad del Conocimiento. Es la tecnología la que ha dado paso al momento de la historia que vivimos actualmente: se trata de tiempos en los que todos los humanos tenemos acceso a todo conocimiento, así como a la posibilidad de generarlo de forma más expedita a la que hace aproximadamente treinta años.

Puede decirse que actualmente el conocimiento particular puede llegar a ser general y a masificarse a una velocidad casi exponencial. Si bien es cierto que la tecnología es el motor que engrana todos los recursos necesarios, la evolución en las formas de pensamiento de la sociedad representan las piezas necesarias para el engranaje de ese motor. Se trata de toda una estructura que se ha ido ajustando para producir conocimiento de todo y para todos.

Como complemento a lo anterior, se utiliza para referirse al conocimiento masificado en beneficio de la sociedad expresiones sinónimas como Sociedad del Conocimiento o Sociedad de la Información o Sociedad del Aprendizaje, entre otras. Términos que vale considerar, en función de la episteme, acerca de la conveniencia de usarlos como sinónimos.

El escrito que se presenta a continuación titulado Información, Conocimiento y Sociedad, tiene como propósito fundamental dejar a la vista las delgadas y casi imperceptibles fronteras que delimitan el ámbito de cada término, de manera que se derive en los aspectos característicos, para llegar al diagnóstico y requerimientos del Ecosistema o Sociedad Digital.

¿Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento?

Puede decirse que desde la invención de la rueda la capacidad de difusión y transmisión del conocimiento ha ido en aumento, lo que ha permitido que hayamos llegado a avances, hasta hace poco impensables. La actividad científica se ha guiado por intereses Epistémicos que van de la mano de los intereses disciplinares, interdisciplinares y multidisciplinarios de las sociedades. Internet nos ofrece rapidez en la búsqueda y acceso tanto a las fuentes como a los expertos, son tantas coincidencias para la consulta de un tema que en algunas oportunidades nos preguntamos ¿qué hago con tanta información?, ¿la información es conocimiento?, ¿es correcto referirse a la Sociedad del Conocimiento como Sociedad de la Información?

Cuando era niña estaba convencida de que la única verdad acerca de un tema estaba en lo que decía el Profesor o en el libro que recomendó el Profesor y, que además, la única vía para obtener información se podía encontrar viajando hasta la Biblioteca Nacional en Caracas. Este evento, no muy lejano, si hay que hacer una línea de tiempo, ofrece una descripción de un escenario que sorprende por el sinnúmero de esfuerzos y sacrificios necesarios para llegar a la información, al aprendizaje, y luego, al conocimiento.

Actualmente, vivimos un momento de la historia en el que el acceso a la información es mucho más sencillo que el de hace poco más de veinticinco años, en efecto, nos encontramos en la llamada Sociedad de la Información, en la Sociedad en Red, en la Sociedad del Aprendizaje, en la Sociedad del Conocimiento.

En ese sentido, Casas (2010) plantea que el término Sociedad de la Información fue acuñado hacia finales de los años sesenta por el sociólogo japonés Yoneji Masuda, quien ya desde 1981, en su libro *The Information Society: as Post-industrial Society*, estableció las características de la sociedades de ese momento en las que las condiciones de producción se cimentaban en la generación y en la transmisión de información como principal producto de las economías avanzadas, y sobre todo a la transición de los medios de generación

de riqueza, de los sectores industriales a los sectores de servicios en los que la información se convierte en el activo más importante.

La información se genera mediante las relaciones que se establezcan entre un conjunto de datos que llegan a un receptor para ser interpretados en función de categorías y del contexto. Por otra parte, el conocimiento se forma mediante la mixtura de la experiencia, de los valores y, de la información. En concordancia con lo anterior, Carrión (2014) establece que para que la información se convierta en conocimiento “debe ocurrir una transformación mediante la comparación y las conexiones” (p.34).

Siguiendo el orden de las ideas, el conocimiento es el factor de desarrollo más importante de nuestro tiempo, porque no sólo se circunscribe a la academia, siendo usado en todos los ámbitos de la sociedad. El conocimiento, socialmente compartido, tiene valor en la medida en que la comunidad hace uso de él.

El conocimiento entonces constituye un conjunto de datos y por ende de información sobre un tema o un objeto específico o general. Conocer es, según la El Diccionario de la Real Academia Española (2017), “averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas” (p.14). Siendo el producto de la actividad intelectual, puede ser registrado, atesorado, compartido e incrementado por todos los miembros de la especie humana, característica que lo convierte en catalizador principal del progreso. Todo el progreso de la humanidad se ha apoyado, desde el comienzo de la historia, en la posibilidad de producir, adquirir y transmitir conocimientos.

Visto sólo como datos, el conocimiento es un conjunto de hechos, verdades o información almacenados a través de la experiencia o del aprendizaje (a posteriori), o a través de introspección (a priori). El conocimiento es una apreciación de la posesión de múltiples datos interrelacionados que por sí solos poseen menor valor cualitativo. En ese sentido, León (2010) afirma que

“...el conocimiento es constitutivo de toda sociedad y que es valioso en las sociedades humanas porque permite organizarse, desarrollarse y relacionarse con su ambiente ... En general, el conocimiento es valioso porque orienta las decisiones y acciones

humanas y porque permite la intervención exitosa en el mundo, de acuerdo con ciertos fines y valores. El conocimiento puede incorporarse también en objetos, procesos y prácticas, alguno de los cuales es posible intercambiar en un mercado como las obras de arte, pero otros no, o no tan fácilmente, como los que tienen que ver con el cuidado, la preservación o la reestructuración del ambiente”. (p. 89)

Lo anterior sirve para establecer que la relación entre dato, información, aprendizaje y conocimiento es lineal y secuencial, para llegar al último es necesario que ocurran, en ese orden, los anteriores. Lo que permite llegar a que no es correcto “Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento”, lo correcto es usar la conjunción “y”. Es evidente, aunque casi imperceptible, la diferencia entre los términos: de la información surge el conocimiento, una vez que aquella ha dado significado a los datos, con el soporte de la educación (apoyada por la tecnología), de las experiencias previas y de los valores asumidos.

La verdad entonces, no está en un sólo libro o en un único criterio, ni mucho menos en el sacrificio que implica trasladarse a la capital del país. El exceso de información, que por sí sola no es conocimiento, debe ser articulado en virtud de la gran cantidad de oportunidades para la evolución y, a su vez, para la revolución del pensamiento en la producción del conocimiento nuevo, se debe apuntar hacia la creación de ecosistemas digitales que mediante la tecnología decanten de forma asertiva el cúmulo de material generado.

La Tecnología en el Ecosistema Digital

¿Están dadas las condiciones para lograr el máximo beneficio de esa información para la generación de conocimientos en la sociedad actual? Es una pregunta que surge cada vez que pensamos en que actualmente las herramientas tecnológicas e Internet ponen a disposición gran cantidad de datos y de información.

Hasta la década de 1980 el uso de la computadora estaba limitado al reducido grupo de personas que trabajaban en empresas grandes con un volumen de información considerable. Este hecho se debía principalmente a causas

relacionadas con los costos, así como con el manejo del sistema operativo que requería de un nivel elevado de especialización y de dominio. La disminución en los precios y en el tamaño de los equipos de cómputo, así como el surgimiento del sistema operativo Windows marcan el inicio de la masificación de la computadora: pasó de ser de uso de un reducido grupo a ser utilizado por gran parte de las personas en sus hogares y oficinas de medianas a pequeñas.

La simbiosis hardware – software ha dado paso a la sucesión de eventos que garantiza la evolución para la generación de conocimientos. El sistema operativo Windows trajo consigo las aplicaciones visuales, en ambientes cada vez más intuitivos, por ende fáciles de manejar. Más adelante, el acceso de la casi totalidad de la población mundial a Internet garantiza que la sociedad comparta material útil para la obtención de datos, la información y la producción de conocimiento. Todo esto, a pocos click de distancia, sin necesidad de trasladarse, con acceso ilimitado. Al igual que el software, el hardware ha evolucionado ha paso agigantados, los dispositivos son cada vez más eficientes (encontrándonos a pocos pasos de la tecnología 5G), adaptables y retrocompatibles.

En pocos segundos una noticia se vuelve viral, en pocos segundos se tiene noticias acerca de un hallazgo a miles de kilómetros de distancia, hallazgo que a su vez va a servir para que otros sigan indagando y produciendo, en pocos segundos encontramos especialistas en un tema, en pocos segundos los algoritmos agrupan y clasifican datos, que luego, se convierten en información necesaria para impulsar la evolución. Usando la analogía de los sistemas naturales, el Ecosistema Digital es la metáfora del entramado que representan las redes de conocimiento actuales que siempre están cambiando y creciendo en función del soporte, en un ambiente en el que cada elemento cumple funciones particulares y vitales.

Con lo anterior en mente es conveniente considerar que la sociedad en su búsqueda del progreso, mediante el conocimiento, debe estar preparada para engranar correctamente los elementos que se encuentran en el ecosistema. Así como sucede en los sistemas biológicos, las condiciones, que es evidente que si

están dadas, deben favorecer el equilibrio perfecto entre personas, recursos y tecnología para preparar, distribuir y seleccionar información, soportando, atendiendo a la Teoría General de los Sistemas, la característica primordial de un sistema: ser abierto, con entradas, procesos y salidas. En ese sentido Finkel y Col (2016) establecen que para encontrar y organizar la gran cantidad de información disponible “se requieren especificaciones que permitan a los programas informáticos especializados rastrear en la red los lugares que muestren las coincidencias, llegando en la forma esperada a los interesados” (p. 35)

En esta abundancia de información, los protagonistas somos las personas que en sociedad debemos ir a la misma velocidad de los avances, porque no sólo desarrollamos destrezas tecnológicas, sino que aprendemos a organizar material y a comunicarnos, aprendimos a utilizar los buscadores, los servidores de correo, los blog, las páginas web, las redes sociales, las herramientas de edición, aprendimos a aprender a la velocidad de desarrollo del hardware y del software, así como a convivir en la armonía que demanda el sistema.

Esa armonía depende fundamentalmente del control de la calidad del conocimiento producido. Todo esto porque en el modo, comúnmente llamado, tradicional de hacer ciencia, la comunidad de expertos es responsable del escrutinio del conocimiento producido, en el modo soportado por la tecnología, también debe suceder esto. Al respecto, Olivé (2010) plantea que “el científico al llevar a cabo su investigación debe cumplir con un conjunto de preceptos (conocimiento, métodos, y valores) que garantizan el carácter científico de su trabajo, y una vez obtenido un resultado éste es sometido a evaluación por parte de sus colegas a través publicaciones, congresos” (p. 32). Se debe considerar además que también deben confluír la ética y los valores mediante métodos adecuados, lo que quiere decir que los actores debemos lograr que la tecnología ocupe su lugar correcto que no es otro que el de servir de apoyo, nos corresponde crear las condiciones de desarrollo necesarias para aprovecharla como instrumento del saber.

La visión epistemológica de la tecnología, de la Información y de la Producción de Conocimiento sugiere la existencia de información previa que necesita de la experiencia y el aprendizaje previos, para darle sentido, que son los que le generan su valor verdadero. Por otra parte, la transmisión de información no es garantía de generación de conocimiento. La evolución de la tecnología, a su vez, ha dado paso a una gran cantidad de oportunidades tendientes a facilitar la investigación y el desarrollo del pensamiento. Aunque resulta difícil encontrar la línea que establece la diferencia entre Sociedad de la Información y Sociedad del Conocimiento, ésta se encuentra en el producto de cada una de ellas.

La evolución de la tecnología ha creado cimientos para desarrollar características a la sociedad actual que permiten llamarla Ecosistema Digital: se trata de una sociedad en un momento histórico, que busca engranar todos los elementos, y que propicia el acceso a grandes volúmenes de información que luego llegan a conformar conocimiento nuevo.

II. METÁFORA E ICONOGRAFÍA EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE

Desde comienzos de la historia el hombre ha buscado la forma de producir y comunicar conocimientos. Se convirtió en necesidad transmitir enseñanzas que con el tiempo representan aprendizajes trascendentales para el desarrollo de las civilizaciones. Los antecedentes de las aulas de clases están en la antigua Grecia, cuando los sabios se reunían en asambleas en el Ágora. Con el paso del tiempo, llegamos a la enseñanza masificada y normalizada en salones de clase mediante planes de estudio y diseños curriculares, apoyados en las herramientas y los recursos del momento histórico.

Para pocos es nuevo que nos encontramos en el movimiento conocido como sociedad de la información que, siguiendo con la idea del planteamiento anterior, tiene sus orígenes en las manifestaciones pictográficas, en la revolución industrial, en la imprenta, y en la evolución de la tecnología y de Internet, para facilitar la difusión y ubicación de material y de recursos educativos, desde un dispositivo electrónico, algo impensable hasta hace aproximadamente veinticinco años. En ese sentido Blázquez (2011) propone que “es la propia sociedad de la información la que demanda una renovación de las instituciones al fin de que preparen a sus actores para convivir con sus nuevas exigencias” (p. 22)

La dinámica de la sociedad de la información nos trajo, y nos sigue llevando, hasta el momento en el que contamos con innumerables herramientas de hardware y de software que propician la creación de ambientes de aprendizaje que, a su vez, responden a la demanda de una generación que nació cuando la tecnología le esperaba, pero que no lo hacen con respecto al uso de recursos de enseñanza efectivos para propiciar aprendizajes que aprovechen esa gran variedad y cantidad de elementos tecnológicos. Por cuanto, pareciera que la educación y sus herramientas, han perdido protagonismo para dejar pasar a la tecnología, importando más el manejo de la plataforma de desarrollo, que el diseño y ajuste de los contenidos en esa plataforma.

En función de las ideas precedentes, cuando se trata de enseñanza y de aprendizaje la mira debe estar en la absoluta convicción de que la tecnología simplemente es eso... tecnología. Por unos instantes pensemos en cómo nos sentiríamos si, en un rol de estudiantes, entramos a un aula virtual que diseñada de forma completamente secuencial... lo más seguro que ocurrirá es que recordaremos a algún docente que tuvimos en salones que siempre se preocupó porque todos los días las clases estuvieran soportadas en distintos e innovadores materiales educativos.

Entonces, Responsables de administrar los diseños, es momento de que retomemos todas las teorías y las experiencias académicas para soportar el desarrollo de entornos que no sólo ofrezcan contenidos estructurados en hardware y software, sino que esos contenidos se acompañen con recursos que siempre han estado y, que está demostrado, que son muy eficientes: las metáforas (como figuras de comunicación literarias y retóricas) y los íconos (como elementos, también de comunicación, de las artes) son ejemplos de ello.

Lo Tradicional

En las referencias que se encuentran con relación al uso de la tecnología en el sector educativo, los términos Tecnologías de la Información y de la Comunicación y, Salón de Clases Tradicional son populares. Llegándose a la convención social de que un aula de clases es tradicional porque no se apoya en la tecnología y como consecuencia de esto ha perdido vigencia. En este punto es importante razonar que el espacio físico para dictar una clase (llamada presencial) y la tecnología en la educación, son dos enfoques que no son uno mejor que el otro, ni otro más eficiente que él otro, simplemente son dos cosas diferentes.

Con base en lo anterior, la tecnología debe ser considerada como apoyo de diseño y no como medio que sustituye el enfoque de las enseñanzas en una clase presencial. Mediante la tecnología pueden incorporarse recursos que servirán para colocar los contenidos de acuerdo con las necesidades de cada tema, siguiendo el esquema mal llamado tradicional: o ... ¿no es así como tradicionalmente se

trabaja en un aula física cuando, dependiendo del tema o de los contenidos, se decide qué recurso y cuáles estrategias conviene utilizar?

La experiencia nos muestra que las plataformas virtuales facilitan gran cantidad de herramientas que dejan las puertas abiertas para la incorporación de elementos que potencien los aprendizajes. Sin embargo, y en contraposición a los planteamientos de los especialistas que han creado teorías y desarrollos que buscan dar forma a la tecnología como apoyo a la educación, encontramos espacios virtuales que responden a concepciones que sólo muestran contenidos pegados y copiados, sin aprovechar toda la capacidad multimedia e hipermedia ideal para incorporar las estrategias y recursos tradicionales en la educación.

En ese orden de ideas, Siemens y Downes (2005), padres de la Teoría del Conectivismo, que responde al aprendizaje en la era digital, en la época del uso de la computadora, de los dispositivos móviles y de Internet y que se fundamenta en la idea de que las personas aprenden haciendo conexiones con otras personas, conceptos e ideas, nos dan la base para plantearnos la necesidad de diseñar entornos virtuales pensando en utilizar aquellos elementos y estrategias educativas, que siempre han estado (como la Metáfora y la Iconografía que son de vieja data en el ambiente académico) y que permitan vincular información, que, en el futuro generarán aprendizajes que perdurarán en el tiempo, que es el fin último, lo teleológico, del acto educativo.

La Comunicación

En los procesos de enseñanza y de aprendizaje, la comunicación es primordial. Al respecto, Rodríguez (2010) plantea que “La educación es en esencia un proceso de comunicación, por cuanto los participantes del acto educativo intercambian significados, mediante la conversación, la imagen, los escritos literarios” (p. 33). Entonces, ¿por qué en los diseños de entornos virtuales de aprendizaje sólo importa adecuarnos al uso de la tecnología?

Con base en lo anterior, vale resaltar que desde tiempos de Aristóteles se presenta a la metáfora como una figura retórica y poética que permite el

desplazamiento del significado entre dos términos con una finalidad estética, mediante la descripción de un concepto usando semejanzas o analogías. Por cuanto este filósofo la deja ver como un recurso para el orador o para el poeta que le da belleza al estilo, y genera extrañeza e interés en quien escucha.

En la misma tendencia, Freud (1901) describió a la Metáfora en el psicoanálisis como un elemento primordial para comprender cómo la mente humana relaciona las imágenes con los pensamientos y con las palabras. Adicionalmente, Lakoff y Johnson (1980), fundamentan su percepción de la Metáfora como el producto de un razonamiento que trabaja de manera integrada, controlando la información que se recibe.

Por otra parte, la Iconografía, como disciplina que surge de la historia del arte, permite la descripción de un concepto mediante imágenes con el atributo de intuitividad para que la convención social las reconozca estableciendo relaciones. Las imágenes tienen varias funciones que pueden resumirse en finalidad informativa, finalidad exhortativa y finalidad recreativa y estética. Funciones que se soportan en la capacidad imaginativa y creativa siendo evidente que el individuo desarrolla la predisposición para el aprendizaje soportada en la imaginación, en la creatividad, en la autonomía y en la autogestión atendiendo a la conformidad social y convencional.

Los postulados de la Semiótica de Sussure (1916) y de Peirce (1931) acerca de los sistemas de significación y por ende de comunicación, están innegablemente presentes en la Metáfora y en la Iconografía, lo que lleva a pensar que deben ser empleadas en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje que, permitirán divulgar y recibir conocimientos, tal como ha venido ocurriendo desde las asambleas en el Ágora. Esto, básicamente, por su función comunicativa, que, a su vez, tiene bases en el mismo sistema conceptual utilizado al pensar, conectando las experiencias de los individuos.

El Paso Siguiente

Considerando que la educación es holística, que la tecnología es un soporte, es un apoyo, y que la cultura, entregada entre generaciones, representa un elemento muy útil en la transmisión de información: las palabras y las imágenes pueden dar paso al aprendizaje estimulando las capacidades cognitivas del ser humano. La metáfora y la iconografía juegan papeles muy importantes en el desarrollo cognitivo, y, a su vez favorecen aprendizajes significativos. Por una parte la metáfora, contribuye mediante referencias, para la creación de nuevos significados y, por la otra, la iconografía, favorece la aplicación de conceptos ya conocidos. Todo esto implica que en el aprendiz se da un procesamiento activo que sugiere la aplicación de su compilación de experiencias, de ideas y de conceptos que al final se traducen en el desarrollo de habilidades intelectuales de asimilación.

En ese orden de ideas, Osgood (1956), Mowrer (1960) y Staats (1961) presentan la teoría de la mediación del significado que sostiene que las palabras como estímulos condicionados representan objetos en virtud de que producen parte del mismo contenido cognoscitivo (imágenes o respuestas sensoriales condicionadas) de esos objetos.

La continuidad de esta línea argumentativa, permite decir también que el lenguaje y la visión, son capacidades innatas de los humanos que, a su vez, son medios para llegar a una forma de pensamiento superior porque, para la interpretación, debe ocurrir la abstracción mental que permita conectar o vincular íconos o textos con los conceptos o ideas mentales. El lenguaje y las imágenes facilitan el pensar en las cosas, mediante el sistema de signos (considerando como signo, tomando en cuenta la definición de Saussure, la combinación de un concepto (significado) y de la imagen acústica que lo representa (significante).

La tecnología de la información y de la comunicación pone a disposición sistemas de interpretación que permiten codificar y decodificar signos y símbolos, que a su vez se convierten o forman parte de la convención social. Representa también una gran ventaja la gran cantidad y calidad de imágenes (íconos,

emoticones, emojis, stickers) disponibles en Internet, utilizadas en los contextos sociales y que son accesibles desde todos los medios.

Además, de todos los beneficios cognitivos y de asimilación de la información que propician las Metáforas y la Iconografía, al ser incorporados en entornos virtuales de aprendizaje se estaría ofreciendo un enfoque que rompería la estructura secuencial y repetitiva que hasta ahora ha prevalecido en la mayoría de los casos, esto a su vez, respondería a las demandas de la sociedad actual, favoreciendo la mediación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la época de la sociedad de la información.

III. TECNOLOGÍA, ABSTRACCIÓN Y MODELADO

Hacia el final de la segunda guerra mundial, comenzaron a surgir problemas derivados de la necesidad de incrementar la producción y de mejorar la productividad industrial. Estos inconvenientes no podían ser manejados adecuadamente con los criterios tradicionales de la administración y de la ingeniería, por lo que surgieron, entonces, los expertos en eficiencia, técnicos que se dedicaban a estudiar detalladamente los procesos industriales y administrativos para identificar y eliminar todos los factores que generaban pérdidas o retrasos, necesidad que trajo consigo a la Ingeniería de Sistemas.

Partiendo del contexto anterior, cabe destacar que siendo originalmente una rama de la Ingeniería Industrial, la Ingeniería de Sistemas utiliza muchas de las técnicas y de los métodos de la Ingeniería Industrial, aunque adoptó también los criterios básicos de la Administración.

En el transcurso de unos treinta años, la Ingeniería de Sistemas se estableció sólidamente como una disciplina independiente, aunque muy ligada a la computación, a la informática, a la tecnología y, su área de trabajo abarca fundamentalmente la información que se genera en los procesos productivos (los que se concretan en forma de documentos y no necesariamente digitalizados), la manera como esos procesos se llevan a cabo, así como la forma como se organizan las personas encargadas de realizarlos. Su fin último, lo teleológico, es la búsqueda de soluciones soportadas, fundamentalmente, en los métodos de trabajo.

En función de las ideas precedentes, la dinámica de la tecnología exige correspondencia, coherencia y acompañamiento para el modelado de un sistema, esto quiere decir que las técnicas de análisis y de diseño que se enseñen y se aprendan, para luego, ser aplicadas deben garantizar un nivel de abstracción tal que permita observar, desde todas las posibles dimensiones, sin desvirtuar las funciones, la naturaleza para reflexionar correctamente sobre la totalidad de la realidad que para el profesional de esta carrera frecuentemente es desconocida, es un elemento nuevo: de allí las expresiones “el ingeniero de

sistemas tiene trabajo donde hay problemas” y “el ingeniero de sistemas es capaz de apoyar con sus métodos, a cualquier área del conocimiento”

Con lo anterior como preámbulo, los párrafos siguientes buscan dar respuesta, desde la esencia y la reflexión, desde lo teleológico y lo ontológico, a la pregunta si los tres pilares tecnología, abstracción y modelado soportan de forma equilibrada la praxis en la Ingeniería de Sistemas.

Filosofía en la Abstracción

El Diccionario de la Legua Española al referirse al término modelo plantea que se trata de un “arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo” (p. 58). Por su parte Booch (2006) lo define como “una simplificación de la realidad” (p. 9) Como se puede observar estas dos posturas confluyen en una misma idea: se modela para configurar una solución orientada a atacar posibles causas de un problema.

Con base en lo anterior, el modelo como prototipo que simplifica la realidad requiere de la Abstracción. Este término, muy relacionado con la Filosofía es paradójicamente la causa de que en el común exista una gran confusión con relación al ámbito y a los métodos de trabajo de la Ingeniería de Sistemas, que se encuentra inmersa en las llamadas ciencias abstractas, siendo evidente una brecha muy grande entre lo que se admite como verdad en la labor de enseñanza, en el ejercicio de la profesión y en la convención social.

Entender la injerencia de la filosofía en la ingeniería de sistemas requiere aceptar que ésta última no puede operar desvinculada del resto de las ciencias, sobre todo si se trata de una acción orientada a la apreciación de un fenómeno desde todas sus posibles aristas. Al respecto, Garcés (2015) señala que “La filosofía incumbe a todos. No es nada si se la aísla. No está encerrada en sus obras ni encapsulada en la oferta académica ni en el conjunto de profesiones que supuestamente se ocupan de la ella. Es una práctica de vida” (p. 12)

En ese orden de ideas, el concepto de abstracción, que se encuentra en la filosofía clásica, en la moderna, así como en la contemporánea, está presente en todas las actividades de la ingeniería de sistemas. En Tales de Mileto se la

deja ver como la vinculación del orden de las cosas que existe con el orden que las conoce (la inteligencia). En Platón al referirse al objeto concreto en el que el mundo material de cierto modo es el reflejo del mundo real. En Aristóteles porque concibe al proceso de conocimiento humano como abstracción (como la operación mental que separa la esencia de la materia en una sustancia dada, lo que luego permitirá generar conceptos para llegar al conocimiento completo de esa esencia).

En Tomás de Aquino, la abstracción se asume como el despojamiento de la materia para ser entendida. Por su parte, Husserl se aproxima al concepto de abstracción a través del método fenomenológico y Heidegger mediante la interpretación de los fenómenos (la palabra). Abstraer significa extraer de los objetos reales atributos esenciales o separar características de un todo concreto, que son comunes y que permiten trascender para lograr dispositivos de solución y esto es lo que se hace cada vez que se modela. Por cuanto, modelar requiere entonces del pensamiento abstracto.

En esa tendencia de ideas, Rodríguez (2012) plantea que el “pensamiento abstracto es una capacidad exclusivamente humana. Se refiere a la disposición de las personas para crear ideas originales o plantear situaciones que nos ayuden a anteponernos a posibles escenarios Por lo que desarrollar este tipo de pensamiento requiere una desconexión parcial con el mundo material y el hallazgo de relaciones y vínculos (p. 22).

En concordancia con los planteamientos anteriores y como antecedente a los conceptos y a los principios de amplia aplicación en el análisis y diseño de sistemas, la teoría general de los sistemas (llamada también teoría de sistemas o enfoque sistémico) creada por Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) en la década de 1940, proporciona el marco teórico y práctico a las ciencias sociales y naturales que permite entender todo como un sistema, conjunto de elementos en interacción (entradas, procesos, salidas y realimentación), para comprender fenómenos y estructuras, mediante una visión holística de la biología que le permitió trascender al pensamiento mecanicista y vitalista. Esta teoría, puede

ser considerada metateoría, partiendo del concepto abstracto de sistema, presenta reglas, más o menos generales, aplicables a cualquier enfoque de la realidad.

Cuando se analiza es necesario observar los procesos para reflexionar, aplicando métodos que permitan llegar a la definición y a la determinación de requerimientos. Los requerimientos, a su vez, constituyen el punto de partida del diseño, que no es más que la puesta en práctica de dispositivos para llegar al modelado de un nuevo sistema. En todo esto están implícitas actividades que van más allá del uso de la computadora, ésta es sólo una herramienta de trabajo, puesto que el fin último es la creación de modelos flexibles y eficientes que ayuden y que vayan de la mano de la evolución y del progreso.

Modelado en los Métodos

Un modelo es un prototipo o una maqueta que sirve de referencia para el desarrollo de los requerimientos de un sistema. El modelado representa una técnica indispensable en las prácticas de la ingeniería de sistemas, significando un gran impulso en la investigación y en el crecimiento de los conocimientos, que requiere de la aplicación de conceptos, de recursos humanos, de recursos materiales y de recursos económicos.

Por su parte, Martin (1998) afirma que la evolución de los sistemas ha dado paso enfoques “disciplinados, que atienden a una serie de pasos y a enfoques ágiles, que responden a la acelerada velocidad de la dinámica en las metodologías” (p. 37). En líneas generales, el modelado habla de las características de los archivos, de sus relaciones, del diseño de front end y de back end de las actividades y tareas de los actores, así como de los recursos que se requieren para implantarlo.

Desde la filosofía como producto histórico, puede decirse que los soportes de modelación representan hoy en día un laboratorio virtual dentro del cual existen condiciones que deben ser controladas para obtener los resultados esperados y ya que son capaces de modificar a todo el sistema, quien trabaje con los procesos de análisis, de diseño y más adelante, de implantación, debe

echar mano del pensamiento abstracto, de forma tal que cada elemento que conforma la naturaleza del objeto pueda separarse, pero sin aislarse y sin que pierda su relación con el resto del entorno. De esta forma será posible encontrar los atributos de cada objeto, así como su manera de operación, para lograr que interactúe armónicamente con el resto de los elementos.

En correspondencia con lo anterior, también vale decir que dentro de las organizaciones los actores que toman las decisiones generalmente solicitan el asesoramiento del analista porque saben que algo está mal con el/los sistema(s), pero no saben qué es lo que lo está ocasionando. Al respecto Kendall & Kendall (2016) manifiesta que “al tomar una perspectiva de sistemas, los analistas deben comprender el proceso con el que entrarán en contacto: es importante que sean conscientes de que todas los elementos están interrelacionados” (p. 27).

Siguiendo el orden de las ideas, hay que considerar el papel que juega cada elemento dentro un sistema. Así como en los tratamientos médicos para cada patología, cada tipo de problema en ingeniería tiene que tener enfoques de solución distintos. Esto quiere decir que, por ejemplo, la concepción de diseño para una solución basada en comercio electrónico no puede ser la misma que para una solución para entornos virtuales de aprendizaje, es decir, cada caso tiene diferencias, tiene particularidades. Adicionalmente, hay que tener en cuenta que la ausencia de la solución (los sistemas propuestos) no es la causa del problema, ni tampoco el hecho de que no se trabaje con computadoras es la causa.

Al igual que el papel y el lápiz (que, desde el punto de vista tecnológico, en su momento histórico tuvieron su papel protagónico), así como los formularios, la computadora es simplemente una herramienta de trabajo. La computadora, mediante dispositivos y programas, permite ejecutar tareas, son la tecnología y el equipamiento tecnológico los que facilitan la ejecución de los modelos de diseño.

El trabajo de análisis y diseño implícito en la ingeniería de sistemas requiere

de una reflexión profunda que permita persuadir a todos los actores acerca de la importancia de asumir una forma de observar, de pensar y de abstraer la realidad natural y social, así como los objetos contenidos estas. Debe ser vista como un gran sistema donde las partes que la conforman y las interacciones que se desarrollan entre estas crean una realidad distinta, que se puede comparar a la de una red.

La conceptualización, construcción y gestión de sistemas requiere tener muy presente la necesidad de evolución continua para llegar a esbozos flexibles fácilmente adaptables a los requerimientos. Por su parte, los actores deben poder observar y reflexionar acerca del fenómeno desde todas sus dimensiones, de manera que no quede ningún elemento y atributo sin analizar.

Esto indica que en el desarrollo de sistemas, labor fundamental del ingeniero de sistemas, debe existir una premisa importante: se analiza y se diseña para apoyar el trabajo de las personas con las personas. Con este argumento como base, la trilogía tecnología – abstracción – modelado sugiere que las herramientas de trabajo, la forma de pensar y el camino o el sendero que se utiliza para llegar a las soluciones que deben concertar, representan pilares fundamentales en la ingeniería de sistemas.

IV. LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA UN ACERCAMIENTO DESDE VENEZUELA, MÉXICO Y BRASIL

Internet, la llamada (antes del 2.0), red de redes, la red creada en un principio con fines militares, abandonó su propósito inicial para convertirse en la plataforma de impulso para un avance acelerado del hardware y del software: las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) al servicio de cualquier ámbito social. Su dinámica en los últimos años trajo consigo una generación que la utiliza como herramienta para la casi totalidad de las actividades.

Se han hecho populares palabras como e-Business, e-Commerce y e-Learning para hacer referencia al soporte en Internet de diferentes ámbitos de la sociedad. En toda esta línea de tiempo la educación ha sido uno de los sectores que más ha aprovechado estos recursos y, en particular, la educación universitaria los ha empleado llegando a crear plataformas de educación virtuales.

Los avances tecnológicos han sido diseñados para ser accedidos por cualquier persona con equipamiento mínimo. Se ha buscado asegurar la retro compatibilidad y la garantía de unificación. Sin embargo, en la educación universitaria, no todas las sociedades han podido aprovechar en su totalidad los recursos, las herramientas y, por ende, los métodos. Son marcadas las diferencias entre las economías desarrolladas y las que están en vías de lograrlo, entre continentes, entre países, entre regiones.

El capítulo presenta la situación de la educación virtual universitaria en Venezuela en contraposición con Brasil y México, países de América Latina que se encuentran, según las estadísticas de las organizaciones acreditadas, ocupando los primeros lugares. Para ello se considera el impacto y la adecuación mediante enfoques, modelos de desarrollo, papel de los actores, así como el de la implantación de la tecnología.

Virtualidad de la Universidad

Desde inicios de la historia, el hombre ha buscado la forma de comunicar conocimientos. Las expresiones pictográficas, la revolución industrial, la invención de la imprenta y el surgimiento de internet representan cuatro grandes momentos que marcaron la aparición de la sociedad de la información. Trascendentalmente, con el auge de la tecnología en la educación se ha propiciado la llegada de entornos educativos basados en la incorporación de la Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación universitaria. Esto ha permitido replantear las formas de aprender al igual que la necesidad de la creación y la adecuación de los Entornos Virtuales de Aprendizaje, también llamados EVA.

Como consecuencia de lo anterior, la computadora, en los últimos treinta años, se ha convertido en el apoyo fundamental de los procesos de docencia y aprendizaje. Actividades que anteriormente requerían de la inversión de un tiempo considerable, como la búsqueda de información o el traslado de expertos o de estudiantes, con el uso de Internet, se han vuelto muy eficientes y eficaces.

Todas las herramientas asociadas a las TIC se han vuelto cotidianas, se utiliza el término virtual para referenciar a una sociedad que está inmersa en la tecnología hasta el punto de que la computadora tiene la misma consideración que el papel y el lápiz. Con el propósito de aprovechar al máximo los avances de la tecnología en la academia, la docencia y el aprendizaje soportados por las TIC requieren de la labor conjunta de los sectores: comunicación e información, educación y ciencias.

La gran mayoría de las instituciones educativas en su evolución, aprovechan las ventajas que ofrece la tecnología, ya que no existen barreras geográficas, las infraestructuras y los horarios dejan de ser prioritarios y, considerando la demanda de las nuevas generaciones de estudiantes, se han buscado las formas de que procesos académicos y administrativos se vean apoyados por la tecnología.

Cabero (2010) refiere que las TIC en la educación universitaria tienen mayor posibilidad de éxito porque desde el punto de vista de los procesos de la docencia

y el aprendizaje la información fluye efectivamente entre el estudiante y el docente, favoreciendo el aprendizaje interactivo y desde el punto de vista de la tecnología, aparece la creatividad en la presentación de los contenidos, lo que garantiza a las instituciones innovación, optimización, competitividad y procesos por competencias.

Al respecto, Fernández y Vallejo (2016) afirman que “la educación en línea es percibida como una oportunidad...porque abre las posibilidades de satisfacer las necesidades de educación con flexibilidad de espacio y tiempo, además de que permite obtener aprendizajes y desarrollar habilidades aplicables a la vida” (p. 36). En la misma directriz, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018) afirma que en la región “el uso de plataformas digitales de capacitación en ecosistemas universitarios ofrece la oportunidad para el desarrollo, por lo que se vuelve imperativo el fomento de la innovación en función del dinamismo y la asequibilidad de esas tecnologías” (p. 83)

En ese sentido el Informe América Learning & Media (2018) establece que la tendencia en América Latina es al afianzamiento del mobile-learning, la integración de plataformas LMS y CLMS, una mayor utilización de contenidos audiovisuales (a través de videos interactivos y videoconferencias), la consolidación de la gamificación en los procesos formativos y las redes sociales como protagonistas de la mejora de la comunicación y de la capacitación

La tecnología actual ofrece gran cantidad y variedad de plataformas (públicas o privadas), llamadas también Sistema de Gestión de Aprendizaje (Learning Management System, LMS). Estas plataformas a su vez, ofrecen herramientas, más o menos similares, que permiten incorporar elementos académicos como por ejemplo, chat, foros, videoconferencias, cuestionarios, exámenes, subida de archivos para entregar trabajos y elementos administrativos (registro, comunicación con los coordinadores, revisión de calificaciones).

Entre las más populares están Schoology, Edmodo, CourseSites, Udemy, Rcampus, Sakai, Claroline, Dokeos, Chamilo y Moodle. De todas estas la que

mayor número de usuarios tiene es Moodle, plataforma pública de código abierto, cuyo sitio oficial (<https://moodle.org/>) refiere que para el último trimestre del año 2019, la plataforma está instalada en 231 países, lo que representa más de 45.000 instituciones educativas y 103.000 sitios web desarrollados (aproximadamente 180.000.000 millones de usuarios y 886.000.000 inscripciones).

Es importante resaltar que de acuerdo con cada requerimiento, algunas instituciones, se han apropiado del modelo llamado e-learning, que considera el uso de varias herramientas, sin necesidad de contar con una única plataforma de aulas virtuales o entornos virtuales de aprendizaje, han optado por estos entornos en un escenario que considera la integración, mediante los dispositivos tecnológicos, de procesos administrativos y académicos, denominado b-learning – m-learning -tecnología ubicua. Lo anterior sirve de preámbulo para dejar evidencia de que cada institución, independientemente de donde se encuentre, ha ido apropiándose del modelo, tomando como base sus necesidades o requerimientos particulares.

Las TIC como modelo de herramientas al servicio de la educación se presentan de forma flexible, de manera tal que facilitan su incorporación -que no debe verse como sustitución de las llamadas aulas tradicionales- porque no responden a una receta particular: responden a la evolución de la tecnología y a una sociedad que cada día las demanda más. Entonces, cada institución tiene particularidades, en consecuencia cada país, puesto que el modelo permite, a medida que se implanta, atributos que, también irán revirtiéndose en evolución y, a su vez en casos de éxito e incremento de la calidad y por ende, del reconocimiento internacional.

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay y Venezuela reportan estadísticas y experiencias que merece tomar en cuenta. Un ejemplo de esto se encuentra en el top ranking de países que tienen en sus instituciones de educación instalado Moodle: el sitio oficial (<https://moodle.org/>) reporta que para el último trimestre de

2019, de los 10 países que más instituciones hacen uso de la reconocida plataforma, dos de ellos, una cifra bastante representativa, son de América Latina (México y Brasil), la siguiente figura permite apreciarlo:

Top 10 from 231 countries by registrations

Country	Registered sites
United States	9,427
Spain	8,190
Mexico	5,957
Brazil	4,924
Germany	4,455
France	4,295
United Kingdom	3,521
Russian Federation	3,382
Italy	2,951
India	2,822

Figura 1. Los 10 primeros países es que más cantidad de

instituciones usan moodle. Tomado de <https://stats.moodle.org/>, consultado en: febrero, 2020.

Una mirada a dos países latinoamericanos desde la realidad venezolana

Las estadísticas revelan que el e-learning en la Universidad en América Latina cada vez se hace más fuerte. Las personas están cambiando la forma de aprovechar los recursos y, las instituciones formales así lo han entendido. Al respecto, el EadBox (2019) plantea que en la actualidad, la adopción y el desarrollo de la educación soportada en la tecnológica en estos países ha ido aumentando de manera considerable. De acuerdo con el análisis, México y Brasil lideran la región con el 41% de penetración. Los siguen Colombia con el 39%, al tiempo que la Argentina alcanzó el 30% junto con Chile.

El Informe Internet Economy (2019) también revela que en varios países de la región se constata una nueva situación derivada de un cambio en la política

pública hacia la educación soportada en la tecnología. “En Brasil, México, Colombia, Cuba y Venezuela se constata una fuerte política de los gobiernos nacionales para promover la educación a distancia del sector público”. Sin embargo, las estadísticas, así como el ranking, no favorecen en su totalidad a Venezuela.

Aunque estamos en la misma región, tenemos idiosincrasia y cultura muy parecidas y nos comunicamos con un idioma que tiene las mismas raíces, desde el punto de vista formal en el uso de la tecnología como soporte en la enseñanza y en el aprendizaje en la Universidad, hay diferencias marcadas en los países de la región. Para Venezuela, las estadísticas permitan ver una ubicación en contraposición con el resto de los países de la región, existen también indicadores que permiten entender la tendencia de cada país. Para hacer un acercamiento desde el contexto de Venezuela al de Brasil y México; el interés debe ponerse en las políticas del Estado, en los recursos asignados, en la concepción y en los criterios de adecuación.

En Venezuela, tanto para la educación pública como privada, los estatutos jurídicos normativos están contenidos en el Artículo 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) que establece que el Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones, así como los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país. El término interés público es el reconocimiento por parte del Estado de la importancia de las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica, por lo cual fomenta su desarrollo.

Vale mencionar también que en el año 2005 se promulga la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, que ya ha sufrido varias reformas; se aprueba el Plan de Ciencia y Tecnología (2005-2030), se crea el Centro Nacional de Innovaciones Tecnológicas (CENIT, 2006) y se promueve la Red Académica de Centros de Investigación y Universidades, REACCIUN2 que agrupa a 9 Centros de investigación estatales, y 16 Fundacyte (Fundación para el Desarrollo de la

Ciencia y la Tecnología), con lo que en la actualidad Venezuela cuenta con una institucionalidad para la promoción de la actividad científica y tecnológica.

Vianney (2015) establece que en Brasil desde el punto de vista legal, en 1996 se consolidó la última reforma educacional brasileña, instaurada por la Ley N° 9.394/96, que oficializa en la política nacional la era normativa de la educación a distancia en el país como modalidad válida y equivalente para todos los niveles de enseñanza. El Ministerio de Educación forma, en 1997, un grupo de especialistas para crear la reglamentación del Artículo 80 de la LDB.

En el 2001, el Ministerio de Educación, publica la resolución 2.253, que permite a las universidades, centros universitarios, facultades y centros tecnológicos ofrecer hasta 20% del tiempo previsto para la integración del curriculum de cursos ya reconocidos en la modalidad a distancia. Para evaluar las regulaciones del artículo 80 de la Ley 9.394 (LDB), verificar necesidades de cambios en las normativas y reconsiderar las políticas públicas para el área de la EAD, el MEC creó en enero del 2002 una Comisión Asesora para Educación Superior a Distancia, formada por especialistas en EAD, representantes de instituciones públicas y privadas, y de miembros del propio ministerio.

En ese mismo orden de ideas, la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior Mexicana (2015) plantea que la legislación contempla en su Constitución la educación apoyada en la tecnología, dando libertades para que las Instituciones creen reglamentos y normas; así el 48% de las instituciones cuentan con un marco legal y/o normas regulatorias para la organización y funcionamiento de los programas de educación a distancia, mientras que el 52% de las instituciones no cuenta con estas.

Por su régimen jurídico, las instituciones de educación superior mexicanas pueden constituirse en Instituciones públicas y particulares. Clasificándose en cinco grandes grupos: Subsistema de universidades públicas; de educación tecnológica; de instituciones particulares; de educación normal y de otras instituciones públicas. La Secretaría de Educación Pública (Ministerio), atiende a

estos subsistemas a través de dos Subsecretarías, la de Educación Superior e Investigación Científica y la de Educación e Investigación Tecnológica.

Respecto a la inversión o a los recursos aportados por el Estado, los tres países presentan cifras en las que es mayor el número de universidades privadas que ofrecen educación completamente virtual que las públicas. El sitio oficial del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia (CALED, 2020) refiere la siguiente relación Venezuela 5-3, México 35-33 y Brasil 39-25. Lo que permite inferir que los recursos no son suficientes para lograr un desarrollo del sector desde la institución formal. Adicionalmente, aunque Venezuela tiene menor número de habitantes que Brasil y México, la poca cantidad de instituciones virtualizadas en su totalidad, es alarmante.

Un indicador que permite entender que Venezuela, en la totalidad de las aristas de la tecnología de la información y la comunicación, la Universidad no está en desventaja, es importante resaltar que las instituciones, desde su particularidad y para responder a una demanda que crece de forma exponencial, utilizan otros enfoques b-learning, m-learning, que, aunque no llevan a un proceso de virtualización completo pueden agregar al modelo llamado tradicional, herramientas y métodos de la tecnología. En ese sentido, con respecto al uso de un modelo que aprovecha lo conveniente de la tecnología el Informe Bn Américas (2020) afirma que Brasil (21,5%), México (18,6%) y Venezuela (15,1%) encabezan la lista. Situando de esta forma a Venezuela en un lugar privilegiado, esto quiere decir que existen esfuerzos individuales para dar respuesta a la evolución y a la demanda.

Otro indicador de considerar es el relacionado con la capacitación que buscan las personas para usar la tecnología. Al respecto, el CE-Digital (2019) plantea que en los países de América Latina existe una “tendencia similar en la proporción del adiestramiento al que acuden los facilitadores o responsables de la administración de los procesos de enseñanza y de aprendizaje”. Esto permite apreciar que las cifras, relacionadas con capacitación en tecnologías de información y de comunicación, en Venezuela están de la mano con Brasil y

México, sin duda alguna, esto representa otro elemento favorable en la comparación.

El modelo de Universidad Venezolana actual tiene como propósito fundamental la formación de recursos humanos con competencias para servir en todos los ámbitos de desarrollo de la sociedad. La investigación, la extensión y la docencia, pilares de ese propósito, se han visto influenciados por las TIC. La computadora, las herramientas y los métodos de trabajo han evolucionado producto de la demanda de una generación que creció con la tecnología.

Igual tendencia muestran los países latinoamericanos que han tenido que implantar modelos e ir ajustando todos los elementos que conforman el sistema. En general, la región, comparada con el resto del mundo, tiene un desempeño que va en ascenso. Hay países, como México y Brasil, ubicados en posiciones privilegiadas en los ranking de uso y adecuación de plataformas de administración de cursos y de virtualización.

Ahora bien, si se da una mirada entre los países de la región, se encuentra que Venezuela muestra algunas cifras que la alejan de esos primeros lugares. En este caso, la razón, aunque no se puede ocultar que existen leyes y decretos oficiales que buscan amparar ese sector, se encuentra en los limitados recursos que asigna el Estado para el desarrollo.

Todo esto ha originado un atraso en la evolución desde el punto de vista global, sin embargo, ha servido de impulso (para crear capacitación, ajustar plataformas, usar modelos alternativos) para que existan iniciativas privadas y particulares que buscan caminar de la mano de la tecnología y de la generación de estudiantes que demanda recursos cónsonos, existiendo áreas en las que Venezuela tiene posiciones muy cercanas a los primeros lugares.

V. LOS MÉTODOS EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS. UNA VISIÓN HISTÓRICA

El ámbito de trabajo de la Ingeniería se orienta por la aplicación de métodos que mediante la racionalidad se fundamentan además del conocimiento, en la acción para el desempeño de múltiples tareas. Así, la Ingeniería, se dedica tanto a hacer proyectos como a la dirección, a la gestión, a la investigación, teniendo como soporte a la intuición, a la creatividad y al cálculo.

Es bien sabido que la Ingeniería constituye una ciencia abstracta, por tanto los métodos de trabajo representan a la realidad extrayendo de los objetos reales atributos esenciales o separando características de un todo concreto, que son comunes y que permiten trascender para lograr dispositivos de solución originales, que permitan adelantarnos a posibles escenarios, siguiendo la metodología de la investigación.

El ingeniero tiene que enfrentarse a un mundo mucho más complejo y variado que el que cubre la ciencia establecida. Con todo, ingenieros y científicos comparten un uso peculiar de la razón. Ambos se relacionan con la realidad mediante conceptos y medidas, que dan lugar a magnitudes susceptibles de ser tratadas matemáticamente, lo que permite hacer cálculos e inferencias lógicas. Sin embargo, aplican racionalidades diferentes pues persiguen objetivos desiguales, lo que determina que los métodos de unos y de otros, a pesar de tener zonas de coincidencia, acaben siendo distintos.

En ese contexto la Ingeniería de Sistemas es una rama de la Ingeniería, que surgió luego de la Revolución Industrial, relativamente nueva que se apropió de muchas de las técnicas y de los métodos de la Ingeniería Industrial, aunque adoptó también los criterios básicos de la Administración. En el transcurso de los últimos treinta años, la Ingeniería de Sistemas se ha establecido sólidamente como una disciplina independiente, aunque muy ligada a la computación, a la informática, a la tecnología y, su área de trabajo abarca fundamentalmente la información que se genera en los procesos productivos (los que se concretan en

forma de documentos y no necesariamente digitalizados), la manera como esos procesos se llevan a cabo, así como la forma como se organizan las personas encargadas de realizarlos. Su fin último, lo teleológico, es la búsqueda de soluciones soportadas, esencialmente en los métodos de trabajo.

En correspondencia con lo anterior, la naturaleza de los métodos está en el proceso de análisis y el de diseño que los perfila. Cuando se analiza es necesario observar los procesos para reflexionar, aplicando métodos que permitan llegar a la definición y a la determinación de requerimientos. Los requerimientos, a su vez, constituyen el punto de partida del diseño, que no es más que la puesta en práctica de unidades para llegar al modelado de un nuevo sistema o de una solución.

En todo esto están implícitas actividades que van más allá del uso de la computadora, ésta es sólo una herramienta de trabajo, puesto que su intención es la creación de modelos flexibles y eficientes que ayuden y que vayan de la mano de la evolución y del progreso. Cada tipo de solución requiere métodos de trabajo distintos: el sendero metodológico difiere en concordancia con la evolución del hardware, del software y de los actores. Lo que quiere decir que el momento histórico juega un papel determinante en la orientación de la forma de trabajo.

El escrito que se presenta a continuación titulado “Los métodos de la Ingeniería de Sistemas. Una visión histórica”, tiene como propósito presentar, desde el punto de vista documental y de la experiencia de la autora, la evolución histórica de los métodos utilizados para determinar y definir requerimientos en la Ingeniería de Sistemas.

La razón de la Ingeniería

La Ingeniería como ciencia busca aplicar los conocimientos científicos mediante el ingenio a la invención, al diseño, al perfeccionamiento y al manejo de procedimientos. Puede decirse que la Ingeniería surgió desde la aparición de la humanidad, puesto que el hombre, en la búsqueda de mejores condiciones de vida, impulsó el surgimiento de esta ciencia.

Los primeros ingenieros fueron arquitectos que se dedicaron a construir los primeros asentamientos, la irrigación, así como los muros necesarios para establecer límites. La historia señala que el primer Ingeniero de la historia fue Imhotep (Antiguo Egipto, siglo XXVII A.C.), quien se encargó del diseño de complejo funerario de la Pirámide Escalonada de Saqqara, cerca de Menfis (época del Rey Dyeser, 2650 a.C.). Los primeros Ingenieros reconocidos se encuentran en tiempos de los egipcios, puesto que sus obras demuestran una excelente capacidad de organización en la construcción de las pirámides, no en vano es el nombre de “ingenieros de la organización”.

En la filosofía griega destaca la postura de Platón que da asidero al pensamiento desde lo abstracto, al pensamiento desde el ingenio. El Idealismo es una de las teorías filosóficas más influyentes para el desarrollo de la Ingeniería a lo largo de la historia, porque mantiene la prioridad de las ideas por encima de los objetos y de lo material. De acuerdo con esta teoría, las ideas están primero que las cosas, porque los objetos no pueden existir sin que antes haya una consciencia de ellos.

En ese orden de ideas, González (2012) plantea que luego de los primeros Ingenieros, los Egipcios, la representación más notable está en la época del Renacimiento en la figura de Leonardo da Vinci (1452 - 1519), pintor, escultor, narrador, músico, científico, matemático, arquitecto, ingeniero quien demostró la organización del trabajo, dejando testimonios escritos sobre medición del trabajo a través de la descomposición del trabajo en partes.

La cronología de los eventos deja entender que, en primer lugar, surgieron los ingenieros militares, luego los civiles, los mecánicos, los electricistas, los químicos, los industriales, los de producción y, de data reciente, los ingenieros de sistemas, todo ello bajo el cobijo de la modernidad, la especialización y la segmentación del conocimiento. Al respecto Valencia (2014) plantea que existen dos aspectos que son centrales al estudiar la evolución de la Ingeniería, el método ingenieril y el diseño en ingeniería, que “en esencia son lo mismo” (p. 25)

Fundamentalmente, la ingeniería de sistemas se vale del análisis y del diseño para diagnosticar el funcionamiento de sistemas, la consciencia de los objetos que refería Platón, buscando soluciones que se apoyarán o no en la tecnología. El éxito del diagnóstico estará en la aplicación de los métodos adecuados para cada tipo de problema o de necesidad.

En concordancia con los planteamientos anteriores y como antecedente a los conceptos y a los principios de amplia aplicación en el análisis y diseño que permite entender todo como un sistema, conjunto de elementos en interacción (entradas, procesos, salidas y realimentación), para comprender fenómenos y estructuras, mediante una visión holística de la biología que le permitió trascender al pensamiento mecanicista y vitalista. Esta teoría, que puede ser considerada metateoría, porque partiendo del concepto abstracto de sistema, presenta reglas, más o menos generales, aplicables a cualquier enfoque de la realidad que debe ser mirada desde los métodos.

Además de la interacción de los elementos implícitos en los sistemas y del pensamiento abstracto en el modelado, la evolución de los métodos va de la mano de los avances en materia de hardware y de software. Para el Ingeniero es imposible analizar y diseñar exitosamente sin tomar en cuenta la filosofía en los dispositivos tecnológicos, los sistemas antecesores, así como las tendencias. El acierto para establecer relaciones entre ideas o conceptos y obtener conclusiones o formar juicios en la Ingeniería de Sistemas, la razón, está establecido en la sinergia de todos estos elementos.

Métodos como herramientas de la Ingeniería de Sistemas

Los métodos refieren un modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado, considerando su relevancia en el ámbito de la Ingeniería de Sistemas, deben ser estudiados desde tres grandes aristas que, aunque se abordan de forma separada, una depende de la otra, debe darse la interrelación y la interdependencia: la retro-compatibilidad, la evolución del hardware y la, evolución del software.

El concepto de compatibilidad regresiva o de retro-compatibilidad, trata una definición propia de la Informática, la cual establece que versiones nuevas de software y de hardware están creadas sobre las versiones anteriores y, cuando se utilizan versiones anteriores para ser ejecutadas sobre las nuevas, éstas pueden materializarse sin inconvenientes: los investigadores deben considerar todos los aspectos de compatibilidad para garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas.

En términos pedagógicos la ejemplificación del concepto de retro-compatibilidad se puede narrar mediante una curiosidad científica, expresada en la leyenda urbana moderna sobre la razón del ancho de las vías de los trenes norteamericanos, la cual se encuentra a más de dos mil años atrás. El interés sobre esta leyenda se debe a que la distancia entre los rieles de ferrocarril en los Estados Unidos de Norteamérica es de 4 pies y 8,5 pulgadas (1.435mm).

Nordon (2000) explica la razón de la inusual cifra: el ferrocarril estadounidense fue construido por ingenieros ingleses que diseñaron las primeras locomotoras en la misma escala que los de su país, luego estas personas, con los mismos métodos y las mismas herramientas, se encargaron del diseño de las vías para esas locomotoras. Las ruedas de los trenes estaban separados por 4 pies y 8,5 pulgadas porque, a su vez, el diseño inglés tomó en cuenta el modelo romano que usaba esa distancia para evitar la ruptura de los ejes de las carretas durante el despliegue de las legiones. Por su parte, los romanos usaron esta distancia, porque las carretas eran haladas por dos caballos, ubicados uno al lado del otro, pero no tan cerca como para tropezarse e impedir el buen desplazamiento.

Los primeros equipos de cómputo ocupaban gran espacio, ofrecían limitada capacidad de almacenamiento, requerían ventilación y su operación estaba dedicada a un grupo reducido de usuarios que requerían conocimiento muy técnico muy específico. En la misma tendencia se encontraban los sistemas operativos y los programas de desarrollo y manejo de archivos, ocupaban gran cantidad de espacio en memoria y en disco duro, por lo que no se le daba

importancia a las interfaces gráficas y, en consecuencia, los métodos de análisis y diseño debían operar de forma estructurada.

Cuando se trabajó para el desarrollo de los primeros programas de computadora, se siguieron pautas o métodos caracterizados por procesos de abajo a arriba, puesto que el problema era comprendido fácilmente en su totalidad. Para 1960 empezaron a aparecer computadores en las empresas para resolver problemas del tipo de cálculo de nómina, pero no de gestión de personal. Para 1970 empezó a considerarse que si bien los procesos son importantes, también lo son los datos. En 1980 surgieron las primeras metodologías dirigidas a datos, iniciando el estudio de unidades de información en objetos.

Más adelante, el surgimiento de los sistemas operativos visuales, los lenguajes de programación y las aplicaciones informáticas para operar sobre esos sistemas abrieron camino a métodos orientados a objetos. Luego, Internet, el comercio electrónico y las aplicaciones móviles demandaron métodos orientados a clases, a eventos, así como los más recientes, los correspondientes a las metodologías ágiles. A partir de ese momento hasta nuestros días los métodos van buscando la eficiencia y el mínimo error en el análisis para llegar al diseño de soluciones acertadas.

En ese sentido, Martín (1998) afirma que la evolución de los sistemas ha dado paso a enfoques “disciplinados, que atienden a una serie de pasos y a enfoques ágiles, que responden a la acelerada velocidad de la dinámica en las metodologías” (p. 37). En líneas generales, el modelado nos habla de las características de los archivos, de sus relaciones, del diseño de *front end* y de *back end*, de las actividades y tareas de los actores, así como de los recursos que se requieren para implantarlo.

Desde la filosofía como producto histórico, puede decirse que los soportes de modelación representan hoy en día un laboratorio virtual dentro del cual existen condiciones que deben ser controladas para obtener los resultados esperados. Dado que esas condiciones son capaces de modificar a todo el

sistema, quien trabaje con los procesos de análisis, de diseño y más adelante, de implantación, debe echar mano del pensamiento abstracto, de forma tal que cada elemento que conforma la naturaleza del objeto pueda separarse, pero sin aislarse y sin que pierda su relación con el resto del entorno. De esta forma será posible encontrar los atributos de cada objeto, así como su manera de operación, para lograr que interactúe armónicamente con el resto de los elementos que van de la mano de la evolución de la tecnología.

En correspondencia con lo anterior, también vale decir que dentro de las organizaciones los actores que toman las decisiones generalmente solicitan el asesoramiento del analista porque saben que algo está mal con el/los sistema(s), pero no saben qué es lo que lo está ocasionando. Al respecto Kendall & Kendall (2016) manifiestan que “al tomar una perspectiva de sistemas, los analistas deben comprender el proceso con el que entrarán en contacto: es importante que sean conscientes de que todas los elementos están interrelacionados” (p. 27). Los actores de todo sistema tendrán necesidades y requerimientos que expondrán, por su parte, el Ingeniero de Sistemas tendrá que canalizarlo mediante los métodos que se apliquen.

La acelerada evolución de las herramientas de trabajo ha requerido que los métodos se configuren en objetos que han pasado desde una, dos hasta tres dimensiones. En este punto es oportuno hacer una comparación con los los métodos de diagnóstico en la medicina: una radiografía permite observar huesos y articulaciones (una dimensión), una tomografía permite apreciar órganos por secciones (dos y tres dimensiones) y una resonancia magnética deja ver imágenes detalladas de los órganos y estructuras del cuerpo (tres dimensiones).

Al igual que en la medicina, en la ingeniería de sistemas, los métodos se adecúan al caso que se estudia: si es necesario diagnosticar causas relacionadas con almacenamiento de datos, o con procedimientos o con diseño, los métodos difieren. De igual forma, si la solución se orienta hacia una aplicación para funcionar en Internet, los métodos de trabajo serán completamente distintos a los de un diseño para una aplicación para teléfonos

móviles o para una aplicación para computadores lógicos programables.

En la línea de tiempo actual nos encontramos con herramientas de modelado que han trascendido el modelo metodológico, convirtiéndose en un lenguaje de modelado unificado (UML, por sus siglas en Inglés, Unified Modeling Language) que no sólo es usado en la Ingeniería de Sistemas, sino que es usado en el resto de las Ingenierías, así como en las ciencias puras y abstractas. Más que una notación, se trata de un lenguaje, puesto que los modelos son fácilmente entendidos por cualquier especialista en cualquier lugar del mundo, independientemente del idioma, de la cultura o de los dispositivos tecnológicos que se estén usando.

La ingeniería de sistemas se vale de métodos para soportar los procesos fundamentales del análisis y el diseño de sistemas. Sin métodos efectivos no puede haber sistemas eficientes. Esto quiere decir que antes de ejecutar, es necesario desarrollar las ideas. Ya Platón consideraba esta postura: las ideas están primero que las cosas, porque los objetos no pueden existir sin que antes haya una consciencia de ellos.

El desarrollo de los métodos va en la misma dirección y a la misma velocidad que el hardware, el software y la tecnología. En el transcurso del tiempo los métodos han evolucionado al mismo paso de la evolución del resto de los elementos que conforman el desarrollo de las soluciones. Al inicio surgieron los métodos ascendientes o estructurados, con las interfaces gráficas vinieron los métodos orientados a objeto y luego, los métodos orientados a eventos, a clases, los hipermediales y, de data más reciente, los lenguajes de modelado. La dinámica de las soluciones tiene influencia directa en la evolución de los métodos, lo que permite interpretar que se modifican constantemente en la medida en que las tendencias añaden mejoras al hardware, al software y a los procedimientos.

VI. EL PRINCIPIO DE COMPLEMENTARIEDAD PARADIGMÁTICA. UNA MIRADA DESDE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

La dualidad de la investigación cuantitativa o de la investigación cualitativa como formas de producir conocimiento en las ciencias ha ocupado diversos escenarios científicos y académicos, argumentada en la importancia de los supuestos paradigmáticos, teóricos, metodológicos y técnicos de cada visión o perspectiva. Las posturas se han presentado estableciendo una frontera que divide una forma de conocimiento de la otra, para llegar en situaciones en los que la respuesta a la interrogante está en hacer confluir a las dos vertientes.

Cuando Niels Bohr, a inicios del siglo XX presentó su teoría de la complementariedad no tenía consciencia de las implicaciones gnoseológicas, epistemológicas, axiológicas y teleológicas para la investigación. Ante la imposibilidad de obtener resultados exactos en la ciencia de aquel tiempo, Bohr introdujo la aleatoriedad y la necesidad holística del estudio de los fenómenos de la realidad, ocasionando una revolución de los planteamientos aceptados hasta ese momento.

Por su parte Bertalanffy, mediante la teoría general de los sistemas, presenta la visión holística para entender a los sistemas como un todo, relacionándolos con la Biología, soportando los desarrollos en la Ingeniería. El ámbito de trabajo de la ingeniería de sistemas se orienta por la aplicación de métodos que mediante la racionalidad se fundamentan, además del conocimiento, en la acción para el desempeño de múltiples tareas. Así, la Ingeniería, se dedica tanto a hacer proyectos como a la dirección, a la gestión, a la investigación, teniendo como soporte a la intuición, a la creatividad y al cálculo.

Es bien sabido que la ingeniería constituye una ciencia abstracta, por tanto los métodos de trabajo representan a la realidad extrayendo de los objetos reales atributos esenciales o separando características de un todo concreto, que son comunes y que permiten trascender para lograr dispositivos de solución originales, que permitan adelantarnos a posibles escenarios, siguiendo la metodología de la investigación.

Para investigar, el ingeniero tiene que enfrentarse a un mundo mucho más complejo y variado que el que cubre la ciencia establecida. Con todo, ingenieros y científicos comparten un uso peculiar de la razón. Ambos se relacionan con la realidad mediante conceptos y medidas, que dan lugar a magnitudes susceptibles de ser tratadas matemáticamente, lo que permite hacer cálculos e inferencias lógicas. La historia ha dejado ver que aplican racionalidades diferentes pues persiguen objetivos desiguales, lo que determina que los métodos de unos y de otros, a pesar de tener zonas de coincidencia, acaben siendo distintos, siguiendo el mismo criterio: las respuestas son para la sociedad.

Este capítulo muestra las particularidades que dieron origen a la complementariedad paradigmática y sus implicaciones en el desarrollo de la ingeniería de sistemas considerando la visión de la física cuántica, de la biología; así como de las relaciones entre el conocimiento humano y la realidad.

Complementariedad, Ciencia e Investigación

Niels Bohr (1885-1962), protagonista de la famosa anécdota de enseñar a pensar a sus estudiantes, porque se le reconoce por desarrollar en sus estudiantes la competencia de poder determinar, de diversas formas, la altura de un edificio mediante un barómetro, en 1927 presentó el principio de complementariedad. En ese momento se desató en la comunidad científica una gran polémica con respecto a la validez de las leyes de la relatividad.

Bohr enfrentaba la posición clásica de las ciencias aceptadas, señalando que la función de onda de las partículas subatómicas puede existir en dos o más estados a la vez. Navarro (2010) citando a Bohr señala que “la causalidad puede ser considerada la forma de intuición por la cual coordinamos nuestras percepciones sensoriales” (p.75). En la misma tendencia de ideas Rioja (1992) plantea que Bohr abordó la explicación, desde la teoría del cuanto de acción de Plank como elemento estabilizador del átomo.

La postura de Bohr y de la física cuántica se fundamenta en que en el mundo subatómico las cosas no pueden ser reales y locales a la vez, éstas se

mantienen en estados precisos hasta el momento en que un estímulo determinado, llamado observación y sólo después de este acto, se puede determinar a la partícula en una coordenada específica de espacio y tiempo. El Principio de Complementariedad establece que no hay una separación entre objetos e instrumentos de medición.

Vale la pena considerar que con respecto al principio de complementariedad de Bohr, Escandel (1992), señala que “recordaban forzosamente los procedimientos e incluso las dudas que adopta el hombre al tomar una decisión o decidir un proceso de cambio en su vida personal, lo cual abría un fecundísimo haz de sugerencias y paralelismos entre la mecánica cuántica y los procesos del pensamiento humano” (p.69).

Tal pensamiento desencadenó una revolución en ese momento de la historia, trascendió su aplicación a los estudios de la ciencia y de la física y, cuestionó la manera de resolver problemas enfocados en un solo modelo y diseño por parte de los científicos positivistas con base en todo aquello que pueda ser verificado, comprobado, manipulado y controlado (postura que sólo reconocía como válidos a los estudios que utilizan análisis estadístico o matemático, inclusive en los estudios de los fenómenos humanos de corte psicológico, sociológico y antropológico).

En correspondencia con las ideas anteriores, vale también agregar los postulados de la teoría general de los sistemas creada por Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) en la década de 1940, porque, desde la biología, proporciona el marco teórico y práctico a las ciencias sociales y naturales que permite entender todo como un sistema, como un conjunto de elementos en interacción (entradas, procesos, salidas y realimentación), para entender fenómenos y estructuras complejas, mediante una visión holística de la biología que le permitió trascender al pensamiento mecanicista y vitalista.

Esta teoría trajo consigo la aparición de esquemas conceptuales que dieron paso a la computación, a la informática, al apoyo de procesos educativos mediante la computadora: desarrollo de modelos y de matemáticas complejas,

computarización y simulación, teoría de los compartimentos, teoría de los conjuntos, teoría de las gráficas, teoría de las redes, la cibernética, teoría de la información, teoría de los autómatas, teoría de los juegos, teoría de las decisiones, teoría de las colas, ingeniería de sistemas, ingeniería de las operaciones.

A pesar de que ha transcurrido un tiempo considerable desde la creación de la teoría general de los sistemas, representa, al igual que la de Bohr, un gran avance en el pensamiento y en la forma de mirar a la realidad que influyó en la psicología, en la construcción de la nueva teoría sobre la comunicación humana y en la ingeniería de los sistemas. Ofrece una perspectiva cercana a los modelos emergentistas, que postulan que los sistemas, en sus distintos niveles organizacionales, poseen propiedades emergentes de las que carecen sus componentes aisladamente considerados. De esta forma es posible llegar a las respuestas haciendo coincidir dos grandes paradigmas de investigación.

En ese sentido Martínez (2005) acerca de complementar los paradigmas plantea que es la respuesta a la incapacidad humana de agotar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, óptica o abordaje y por ende, el uso de diversos enfoques produce una significativa riqueza al conocimiento obtenido, ya que logra integrar en un todo coherente, los aportes de diferentes personas, filosofías, métodos y disciplinas.

Particularidades en la Ingeniería de Sistemas

De lo anteriormente expuesto surgen consecuencias epistemológicas de gran relevancia, no sólo para la física, sino para el conocimiento científico en general, al dar respuestas a las críticas filosóficas acerca de las dificultades del planteamiento de la física clásica, sin poder modificar los supuestos epistemológicos y ontológicos en los que se basaba la mecánica tradicional.

Es imposible negar, que la mecánica cuántica por una parte y, por la otra el enfoque de los sistemas comprometieron seriamente la posibilidad de atribuir realidad independiente, tanto al fenómeno a observar como a los propios instrumentos de observación, al ligarlos indivisiblemente de modo tal, que la sola pretensión de controlar ese vínculo produce un fenómeno nuevo, tan inseparable

como el anterior de las condiciones en que es aprehendido y que los fenómenos no pueden concebirse en forma aislada.

En consecuencia, el lenguaje y el discurso también emergen desde las capacidades cognoscitivas de cada investigador, otorgando particularidad a quien lo emite. Ciardiello (2016), al tratar lo relacionado con el lenguaje y el discurso desde las posturas de Habermas y Giddens, sugiere que “al estar atravesados por diversas cosmovisiones, el lenguaje y la comunicación aportan al mantenimiento o alteración del orden social contemporáneo, siendo ellos dos de sus potentes elementos constitutivos y que le confieren dinamismo” (p.1). Tanto para Habermas como para Giddens, el discurso desempeña un rol fundamental, en el cuestionamiento de la ideología tradicional.

En correspondencia con esto, el investigador, de acuerdo con las necesidades de abordaje selecciona los elementos que requiere de uno o de otro paradigma. Siendo la ingeniería de sistemas una rama de la Ingeniería, que surgió luego de la revolución industrial, relativamente nueva que se apropió de muchas de las técnicas y de los métodos de la ingeniería industrial, porque aunque adoptó también los criterios básicos de la administración, debe valerse de la complementariedad de los paradigmas.

En el transcurso de los últimos treinta años, se ha establecido sólidamente como una disciplina independiente e interdisciplinaria, aunque muy ligada a la computación, a la informática, a la tecnología y, su área de trabajo abarca fundamentalmente la información que se genera en los procesos productivos (los que se concretan en forma de documentos y no necesariamente digitalizados), la manera como esos procesos se llevan a cabo, así como la forma como se organizan las personas encargadas de realizarlos. Su fin último, lo teleológico, es la búsqueda de soluciones soportadas, esencialmente en los métodos de trabajo de la interdisciplinariedad.

La teoría general de sistemas implica el empleo de la lógica soportada en una amplia base tecnológica, la cual se caracteriza por tener como ingredientes la cualificación y la objetividad, lo cual permite la manipulación de grandes

volúmenes de datos y restricciones de los mismos en un tiempo prudente y a unos costos razonables, coadyuvando en esta forma a la selección de la mejor alternativa en la solución del problema objeto de estudio. Al respecto, Tamayo (2012) plantea que esta metodología “no se limita solamente a la utilización de la tecnología para solucionar ciertos problemas humanos, pues se requiere de un enfoque más amplio, de mayor alcance, que enfrente el problema con una visión macro, incorporando factores sociológicos y tecnológicos adecuadamente balanceados” (p. 12).

Desde este punto de vista, es la estrategia del pensamiento y de la acción que permite estudiar y abstraer el conocimiento completo de un fenómeno o hecho para conocer y solucionar un problema determinado. En ese sentido Hashimoto y Saavedra (2014) establecen que la complementariedad genera un tercer tipo de pensamiento “La complementariedad es evolución y co-evolución” (p.13)

En la investigación en ingeniería de sistemas, la complementariedad permite que se utilice la estadística o la matemática para poder hacer afirmaciones o generalizar resultados. También, permite que se puedan determinar requerimientos tecnológicos atendiendo a hallazgos en categorías y subcategorías de investigación. Más que plantearse nuevas verdades, los científicos de hoy se ocupan de buscar formas alternativas de formular y enfrentar problemas de la realidad, abriendo camino en la sociedad científica mundial, en la búsqueda de una posición gnoseo-epistemológica y teleológico-metodológica, en concordancia con los actuales postulados de la manera de hacer ciencia, de forma tal que hoy en día, los métodos, favorecen las visiones de acción investigativa en la ingeniería de los sistemas de manera que hay un camino que permite transitar desde lo abstracto hacia lo social y viceversa.

Cuantificar y cualificar los aportes de Bohr y de Bertalanffy en la evolución de la investigación en la ingeniería de sistemas no es tarea fácil. Estos autores, desde la abstracción, brindaron gran cantidad de herramientas para fortalecer la visión holística de los paradigmas en apoyo a esta rama de la ingeniería, que como ciencia interdisciplinaria fundamenta su acción en la complementariedad de

los paradigmas. Los desarrollos exitosos están directamente relacionados con el hecho de que los responsables hagan que instrumentos cuantitativos y cualitativos se complementen, de forma de obtener todas las aristas de un objeto de estudio. De igual forma sucede con el lenguaje y el conocimiento que se utilice o el que emerja de alguna investigación.

El principio de complementariedad formulado por Bohr introdujo la aleatoriedad y la holística en el estudio de los fenómenos de la realidad. Los fundamentos de esa nueva forma de hacer ciencia llegaron rápidamente a todas las disciplinas científicas del saber humano, puesto que considera relaciones entre el conocimiento humano y la realidad al establecer que la observación, el instrumento de observación y el fenómeno, no son independientes entre sí, por lo tanto, la observación es un estímulo que afecta el resultado de la investigación, haciéndose presente la aleatoriedad. De igual forma la teoría general de los sistemas de Bertalanffy introdujo la visión holística y la necesidad de complemento en el desarrollo de los sistemas que permitió trascender en los métodos.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior, ANUIES (2015). **La Virtualización de la Educación Superior en México**. Informe Unesco acerca de la Educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe, Ediciones Unesco/ IESALC.
- Bertalanffy, L. (1968). **Teoría General de los Sistemas**. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones. Traducción de Juan Almela. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, L. (1968). **Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, Desarrollos, Aplicaciones**. Traducción de Juan Almela. México: Fondo de Cultura Económica.
- Blázquez, F. (2011). **Sociedad de la Información y Educación. Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología**. Mérida: Unta de Extremadura, Tajo Guadiana Ediciones.
- Booch, G. (2006). **El Lenguaje Unificado de Modelado**. Madrid: Pearson.
- Cabero, J. (2010). **Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación**. Madrid: McGraw Hill.
- Carrión, J. (2014). **Datos, Información y Conocimientos**. Disponible en: <http://iibi.unam.mx/voutssasmt/documentos/dato%20informacion%20conocimiento.pdf>. Consultado en: Octubre, 2019.
- Casas, M. (2010). **Sociedad de la Información**. Revista Virtualis. No 1.
- CE-Digital. **Capacitación en el Ecosistema Digital**. Disponible: https://docs.wixstatic.com/ugd/51f56c_d5647b2e5ecf47cb812d14da3dbaf480.pdf. Consulta: febrero, 2020.
- Ciardiello, M. (2016). **La pregunta por el derrotero de la ideología en la modernidad y sus efectos teóricos y prácticos. Notas para la comprensión de la síntesis de Habermas y Giddens**. Jornadas de Psicología, 5 al 7 de diciembre de 2016. Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8773/ev.8773.pdf. Consultado en: enero, 2020.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018). **Datos, Algoritmos y Políticas. La Redefinición del Mundo Digital**. Disponible: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43477/7/S1800053_es.pdf. Consulta: noviembre, 2018.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela 36.860. Diciembre, 30.
- Diccionario de la Lengua Española. **Definición de Modelo**. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=PTk5Wk1>. Consultado en: septiembre, 2019.
- Diccionario de la Real Academia Española (2017). **Definición de Conocer**.

- EadBox (2019). **E-Learning en Latinoamérica, mercado en crecimiento**. Disponible en: <https://es.eadbox.com/e-learning-en-latinoamerica-mercado-en-crecimiento/> Consulta: febrero, 2020.
- Escandel, B. (1992). **Teoría del discurso historiográfico. Hacia una práctica científica consciente de su método**. España. Publicaciones de la Universidad de Oviedo.
- Estadísticas en Moodle (2020). **Moodle Statistics**. Disponible en: <https://moodle.net/stats/>. Consulta: febrero, 2020.
- Fajardo, L. (2007). **La Metáfora, un Recurso de Formación del Pensamiento**. Revista Praxis Educativa No. 11. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de la Pampa. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/praxis/n11a10fajardouribe.pdf>. Consulta: agosto, 2019.
- Fajardo, L. (2008). **La Metáfora como Proceso Cognitivo**. Departamento de Lingüística. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/fyf/n19/n19a03>. Consulta: agosto, 2019.
- Fernández, K. y Vallejo, A. (2016). **La Educación en Línea: una Perspectiva Basada en la Experiencia de los Países. Informe sobre las Tendencias de la Educación Virtual**. Disponible: http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/29/029_Fernandez.pdf. Consulta: enero, 2017.
- Finkel, L. y Col (2016). **La Investigación en las Redes Sociales: Una Propuesta Metodológica**. Departamento de Sociología de la UCM. Disponible: <http://www.fes-sociologia.com/files/congress/11/papers/1653.pdf>. Consultado en: Octubre, 2019.
- Freud, S. (1901). **Obras Completas, "Psicopatología de la Vida Cotidiana"** Argentina: Amorrortu Editores.
- Garcés, M. (2015). **Filosofía Inacabada**. España: Galaxia.
- González, P. (2012). **Los Primeros Ingenieros**. Organización Industrial Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Hashimoto, E., y Saavedra, S. (2014). **La Complementariedad Paradigmática: Un nuevo enfoque para Investigar**. En el Congreso Iberoamericano de Ciencias, Tecnología, Innovación y Educación. Artículo 399. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano.
- Informe América Learning & Media (2018). Disponible en: <http://www.americalearningmedia.com/edicion-043/483-tendencias/6941-tendencias-para-el-e-learning-en-2016>. Consulta: febrero, 2020.
- Informe Américas (2020). Lo que 2020 tiene reservado para el mercado latinoamericano de TIC. Disponible en:

<https://www.bnamericas.com/es/reportajes/lo-que-2020-tiene-reservado-para-el-mercado-latinoamericano-de-tic>. Consulta: febrero, 2020.

Informe Internet Economy (2019). Disponible en: <https://www.larepublica.co/internet-economy/colombia-es-el-segundo-que-mas-avanza-en-e-learning-en-america-latina-2837584>. Consulta: febrero, 2020.

Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia (CALED, 2020). Número de Instituciones de Educación universitaria completamente virtualizadas. Disponible en: <http://www.caled-ead.org/es/vinculacion/universidades-de-educacion-superior-distancia/venezuela>. Consulta: febrero, 2020.

Kendall & Kendall (2016). **Análisis y Diseño de Sistemas**. México: Prentice Hall.

Kendall & Kendall (2016). **Análisis y Diseño de Sistemas**. México: Prentice Hall.

Lakoff, G. Johnson, M. (1980). **Metaphors We Live By**. Chicago: University of Chicago Press.

León, O. (2010). **La Ciencia y la Tecnología en la Sociedad del Conocimiento. Ética, Política y Epistemología**. México: Fondo de Cultura Económica.

Martin, J. (1998). **Análisis y Diseño Orientado a Objetos**. México: Prentice Hall.

Martin, J. (1998). **Análisis y Diseño Orientado a Objetos**. México: Prentice Hall.

Martínez, M. (2005). **El Paradigma Emergente: Hacia una Nueva Teoría de la Racionalidad Científica**. México, Trillas.

Masuda, Y. (1981). **The Information Society: As Post-industrial Society**. Tokyo: IIS.

Masuda, Y. (1984). **La Sociedad informatizada como Sociedad Post-Industrial**. España: Fundesco, Tecnos.

Mowrer, O. (1960). **Learning Theory and Behavior**. Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc.

Navarro, O. (2010). **El Surgimiento de la Complementariedad: Niels Bohr y la Conferencia de Como**. Revista Filosofía. XLVIII: 65-76. Universidad de Costa Rica.

Olivé, L. (2010). **La Explicación Social del Conocimiento**. México: Fondo de Cultura Económica.

Osgood, Ch. (1956). **Teoría de la Mediación del Significado**. Madrid: Greidos

Rioja, A. (1992). **La Filosofía de la Complementariedad y la Descripción Objetiva de la Naturaleza**. Revista de Filosofía. 3ª. Época. Volumen 8:257-282. Madrid. Editorial Complutense.

- Rodríguez, J. (2010). **Comunicación y Educación**. Disponible: <http://bdigital.unal.edu.co/34/10/353 - 9 Capi 8.pdf>. Consulta: agosto, 2019.
- Rodríguez, J. (2012). **¿Qué es el pensamiento abstracto y por qué necesitas potenciarlo?** OBS. Business School. Disponible en: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/habilidades-intrapersonales-de-project-manager/que-es-el-pensamiento-abstracto-y-por-que-necesitas-potenciarlo>. Consultado en: septiembre, 2019.
- Saussure, F. (1916). **Curso de Lingüística General**.
- Siemens, G. y Downes, S. (2005). **Connectivism: A Learning Theory for a Digital Age**. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1). Disponible: http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm. Consulta: agosto, 2019.
- Staats, A. (1961). **Verbal Habit Families, Concepts and Operant Conditioning of Word Classes**. New York.
- Tamayo, I. (2012). Teoría General de Sistemas. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/57900/1/teoriageneraldesistemas.pdf>. Consultado en: enero, 2020.
- Unesco (2018). **Informe Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe 2018** (Conferencia Regional de Educación Superior - CRES- 2018).
- Valencia, A. (2014). **La Relación entre la Ingeniería y la Ciencia**. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, núm. 31, junio, 2004, pp. 156-174 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43003113.pdf>. Consultado en: Noviembre, 2019.
- Vianney, J. (2015). **La Educación Superior a Distancia en Brasil. Informe Unesco acerca de la Educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe**. Ediciones Unesco/ IESALC.



Ing. Adriana Miranda

Ingeniero de Sistemas. Especialista en E-Learning, Tecnología Educativa, Comercio Electrónico y Medios Digitales, con Maestría en Educación, mención Educación Superior, Doctorado en Ciencias de la Educación y Posdoctora en Investigación. Investigadora en Ingeniería de Sistemas. Docente Universitario

