

El poder de las tecnologías de información y comunicación y su impacto en la Educación

Discurso de incorporación a la Academia de Mérida como Miembro Correspondiente en el área de las Ciencias Físicas, Matemáticas, Naturales, Químicas, de Salud y Tecnología

Jonás Arturo Montilva Calderón

Marzo, 2017

Agradecimientos

Agradezco a todos los ilustres miembros de la Academia de Mérida, muy especialmente al Dr. Fortunato González Cruz, el honor que me hacen al recibirme como uno de sus miembros, honor que no creo merecer; pero que, acepto con humildad y con un deseo ferviente de contribuir a la consecución de los fines que ha establecido esta honorable Academia, esto es: “promover, estimular, impulsar y difundir los adelantos logrados”, en mi caso particular, en el campo de las tecnologías.

Igualmente, agradezco a la Sra. Aidé Cepeda de González y al Ing. William Montilva su apoyo previo a la postulación.

Gracias muy especiales a las profesoras Judith Barrios y Francis Barboza por sus valiosos comentarios a las diferentes versiones de este trabajo.

A mi esposa e hijos por todo su apoyo y paciencia durante los meses que duró la elaboración de este trabajo. **Muchas gracias.**

El 28 de julio de 1985, el escritor e intelectual venezolano Arturo Uslar Pietri publicó un artículo, en la página editorial del diario El Nacional, titulado “El poder supremo”. En este artículo, Uslar Pietri afirmaba:

La información gobierna la existencia del individuo, de la sociedad y del Estado. Conocer, o mejor dicho “conocer más pronto” significa poder económico, cultural y político...

El poder del mundo no se va a concentrar en las bóvedas de los bancos, como fue en la remota edad del Patrón de Oro, sino en asépticos y casi despersonalizados “bancos de datos” que ponen a la

*disposición de quien los tenga la más formidable arma de influencia,
acción y dominio*

Para el momento en que Uslar Pietri escribe ese artículo, la Internet, el correo electrónico y el computador personal **no** eran tecnologías ubicuas y tecnologías como la Web, los celulares y las redes sociales, que generan el mayor volumen de datos, aún no se habían inventado. La visión futurista de Uslar Pietri, acerca de la influencia que habría de desempeñar la información en la sociedad, fue, aún, más allá al establecer una estrecha relación entre la información, los datos, el conocimiento y la acción; relación que ha motivado el desarrollo de este trabajo.

El cambio que las tecnologías de información y comunicación están ocasionado, en todos los ámbitos de la sociedad contemporánea, es ineludible e innegable. Son parte de nuestra vida cotidiana y ejercerán una influencia aún mayor en el devenir de la humanidad.

Para bien o para mal, marchamos hacia un mundo totalmente interconectado, en el que la comunicación **no** es únicamente entre seres humanos, sino que se extiende a un vasto número de objetos físicos que nos rodean. Nos referimos no solo a computadores, que de hecho se conectan desde hace décadas a través de Internet. Nos referimos a objetos de uso cotidiano, que van desde los más variados artefactos electrodomésticos y de uso personal, hasta las más complejas partes de una planta industrial.

La interconexión digital de estos objetos, conocida como la **Internet de las Cosas**, espera conectar para el año 2020 más de **26 mil millones de dispositivos**, creando así la red digital más compleja que el ser humano haya podido crear.

Las estadísticas de uso de la Internet, las redes sociales y los teléfonos inteligentes corroboran el carácter ubicuo y la difusión acelerada que estas tecnologías tienen.

- Un estudio realizado a comienzos del 2016, por la empresa de telefonía Ericsson, encontró que el número de personas propietarias de teléfonos inteligentes, con suscripción de servicios a Internet, había alcanzado la cifra de 3.400 millones, a nivel mundial. Esto significa que el 46 % de la población mundial poseía, para esa fecha, un teléfono inteligente. Se estima que, para el 2020, esta cifra excederá el 70% (Ericsson, 2016).
- Otro estudio realizado, a finales del 2015, por el Centro de Investigaciones Pew, con sede en Washington, encontró que la mediana global de uso de redes sociales a través de teléfonos inteligentes, se ubicaba en el 76 %.
- De acuerdo a este mismo estudio, Latinoamérica ocupaba el segundo lugar en uso de redes sociales, a través de teléfonos inteligentes, con una mediana de uso del 82 % (Pew Research Center, 2016).

1 Introducción

Tradicionalmente, se han considerado a las tecnologías de información y comunicación (TIC, por sus siglas en español) como productos que simplemente transforman datos en información y la distribuye a sus usuarios a través de diferentes canales de comunicación.

Sin embargo, en la actualidad, la capacidad de las TIC's se extiende a otras formas mucho más complejas de procesamiento que abarcan la gestión de conocimientos en sistemas inteligentes, la automatización de procesos empresariales y la creación de extensas redes de sistemas físicos, sociales y organizacionales. Este procesamiento va, por lo tanto, más allá de la transformación de datos en información; pues, involucra, también, el manejo automatizado de estructuras de conocimiento, de decisión y de acción.

En este trabajo, se examinan estas tecnologías, sus tendencias y sus usos en un sector de la sociedad de particular interés académico: la educación. El objetivo, de este trabajo, es contribuir al esclarecimiento de las relaciones que existen entre los datos, la

información, el conocimiento y la acción, desde la perspectiva del procesamiento digital, y dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿qué son las TIC's? ¿Cuáles son sus elementos fundamentales? ¿Qué estructuras tienen? ¿Cómo funcionan internamente? ¿Cómo estos cuatro elementos – datos, información, conocimiento y acción - se procesan de manera automática? ¿Cuáles de estas tecnologías tendrán un impacto aún mayor en los procesos de la enseñanza y aprendizaje durante los próximos años?

Para responder estas interrogantes, hemos acudido al auxilio de la Ontología y la Teoría de Sistemas; con la intención, además, de desentrañar la enigmática complejidad que estas tecnologías tienen y hacer más visible y comprensible su estructura y funcionalidad.

El principal resultado de este trabajo es un modelo conceptual, al que hemos denominado **ciclo informático**. Este modelo explica los procesos de transformación que relacionan a la información con los datos, el conocimiento y las acciones. Su utilidad práctica está en servir de marco de referencia para comprender, comparar y clasificar a las TIC's.

A partir de este modelo, y mediante la aplicación de un enfoque sistémico, se elaboró el concepto de **sistema informático** como una nueva manera de ver a las tecnologías de información y comunicación y de unificar la diversidad de definiciones dadas en la literatura del área.

2 Las TIC's vistas desde diferentes perspectivas

No existe consenso acerca de la definición del término “**tecnología de información y comunicación**”: El diseminador de conocimientos IGI Global incluye, por ejemplo, 22 definiciones diferentes. Estas definiciones dependen de los puntos de vista asumidos por quienes las establecen. Tres de estos puntos de vista, que hemos identificado, son los siguientes:

1. El del **académico** que enseña los fundamentos de estas tecnologías e investiga sobre ellas. Concibe, por lo tanto, a las TIC's como una disciplina o área de conocimientos.
2. El del **ingeniero** que diseña y produce estas tecnologías y las aplica en la solución de problemas del mundo real. Ve, por consiguiente, a las TIC's como un proceso tecnológico guiado por la ingeniería.
3. El del **usuario individual o colectivo** que utiliza estas tecnologías para llevar a cabo una gran diversidad de actividades. Considera, en consecuencia, a las TIC's como productos o servicios que satisfacen sus necesidades de información y comunicación.

Veamos, a continuación cada una de ellas con la intención identificar, posteriormente, las propiedades esenciales de la TIC's; es decir, aquellas que las distinguen de otras tecnologías.

3 Las TIC's vistas como disciplina

Desde la perspectiva académica, las TIC's resultan de la convergencia de tres disciplinas: Computación, Informática y Telecomunicación. En sus inicios, Computación e Informática se encargaron del estudio del procesamiento digital de datos; mientras que, la Telecomunicación asumió el estudio de la transmisión analógica de datos por medios electrónicos. La creación de la Internet, ocurrida durante los años sesenta (60s), puede considerarse como el momento inicial de esta convergencia.

Si bien el objeto de estudio de la Telecomunicación queda claro, desde sus inicios, no ocurre lo mismo con la Computación y la Informática. Comúnmente, Computación e Informática son vistas como una misma disciplina. Existe, sin embargo, diferencias importantes entre ellas que conviene aclarar, en aras de caracterizar apropiadamente a las TIC's y encontrar su relación con estas tres disciplinas. Estas diferencias se aprecian mejor en las dos definiciones que se reproducen en la siguiente lámina:

La Escuela de Informática de la Universidad de Edimburgo define a la Informática como:

"El estudio de la estructura, el comportamiento y las interacciones de los sistemas computacionales naturales y contruidos por el hombre. El foco central de la Informática es la transformación de información – bien mediante computación o comunicación, bien por organismos o artefactos"

Por otra parte, la Computación la definen, de manera conjunta, tres de las asociaciones profesionales de mayor prestigio mundial: la Sociedad de Computación del Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE-CS), la Asociación de Maquinarias de Computación (ACM) y la Asociación para Sistemas de Información (AIS). Esta definición, publicada en el año 2006 en un documento titulado Currículo de la Computación, establece lo siguiente:

"De manera general, definimos la Computación como cualquier actividad orientada a objetivos que requiere, se beneficia de o crea computadores. Por consiguiente, la computación incluye: [1] diseñar y construir hardware y sistemas de software para un amplio rango de propósitos; [2] procesar, estructurar y manejar varias clases de información; [3] hacer estudios científicos usando computadores; [4] hacer sistemas computacionales que actúen inteligentemente; [5] crear y utilizar medios de comunicación y entretenimiento; [6] encontrar y obtener información relevante a cualquier propósito particular, etcétera. La lista es virtualmente ilimitada y las posibilidades son vastas"

Estas tres organizaciones reconocieron el crecimiento vertiginoso de la Computación y la amplia variedad de tecnologías y programas académicos, que bajo nombres y propósitos diferentes, se fueron creando bajo el amparo de la Computación. Ante la imposibilidad de aglutinar estos programas en un único currículo para una única disciplina, estas organizaciones redefinen la Computación como un área de

conocimiento compuesta por cinco campos de estudio o sub-disciplinas de propósitos diversos; pero, con un elemento común: el computador. Las relaciones de dependencia entre estas disciplinas y su vínculo con la ciencia, la ingeniería y la tecnología las podemos apreciar en esta lámina.

Conciérne a la **Ciencia de la Computación** el estudio de los fundamentos teóricos de la Computación; esto es: los algoritmos, las estructuras simbólicas de representación y procesamiento de datos y los lenguajes formales necesarios para implementar los algoritmos en un computador.

Por su parte, la **Ingeniería de los Computadores** y la **Ingeniería del Software** estudian los componentes físicos y abstractos del computador; esto es: el hardware y el software, respectivamente. Ambas se apoyan en la Ciencia de la Computación y en otras ciencias, como la Matemática, la Física, la Economía y la Gerencia.

Finalmente, la **Tecnología de la Información** y los **Sistemas de Información** asumen el desarrollo y operación de las aplicaciones; así como, la gestión de los productos o tecnologías que los ingenieros de hardware y software crean. Sus áreas de influencia son los individuos y las organizaciones que hacen uso de estas tecnologías.

Como puede deducirse de estas definiciones, la Informática estudia el procesamiento de datos, información, conocimiento y acciones, a través de procesos cognitivos apoyados en computadores y redes de comunicación. Mientras que, la Computación se enfoca en los sistemas computacionales que procesan y comunican datos e información.

4 Las TIC's como procesos de ingeniería

La manera como los ingenieros concebimos a las TIC's tiene que ver con los procesos que nosotros empleamos para producir estas tecnologías. Tales procesos se fundamentan en principios, modelos y métodos propios de la ingeniería. Los cuales, a su vez, se basan en las ciencias, especialmente, en la Ciencia de la Computación y la

Gerencia. Esta última, por ejemplo, proporciona a los ingenieros los métodos y técnicas de gestión de proyectos necesarios para manejar las variables de costo, tiempo, alcance y calidad; variables cuyo control marcan una diferencia importante entre la ingeniería y la ciencia.

El proceso de ingeniería describe las actividades mediante las cuales el ingeniero transforma necesidades u oportunidades en soluciones tecnológicas, que resuelven problemas del mundo real. Por lo general, este proceso es secuencial y se ejecuta a través de las conocidas fases de: formulación y análisis del problema, búsqueda de soluciones, selección de la mejor solución, diseño, construcción y pruebas de la solución.

Por su parte, el proceso gerencial se encarga de planificar, dirigir y controlar la ejecución de las actividades técnicas del proceso de ingeniería. Su finalidad es asegurar que la solución tecnológica se produzca a tiempo, dentro de un presupuesto de gastos preestablecido y con una calidad que satisfaga las necesidades y requisitos de los usuarios.

El proceso de desarrollo de tecnologías de información y comunicación es complejo. Su complejidad está determinada, en primer lugar, por la estructura interna y la funcionalidad que tienen estas tecnologías. Dicha estructura relaciona objetos físicos y abstractos disímiles que se interconectan e interactúan, de diversas maneras, creando una red de componentes cuyo comportamiento, si bien es predefinido, no deja de ser complejo.

El segundo aspecto que determina la complejidad del proceso es el gran número de variables y factores que los ingenieros deben manejar o controlar. Las necesidades que tienen los usuarios potenciales, los requisitos que el producto tecnológico debe satisfacer, el costo de los recursos que se requieren para producirlo, el tiempo de producción, la calidad y los riesgos son solo algunas de las variables que ameritan un control permanente durante el proceso tecnológico.

¿Cómo manejar tal complejidad? La respuesta está en la adecuación del proceso de la ingeniería, su articulación con el proceso gerencial y la aplicación de enfoques y métodos apropiados para el manejo de la complejidad (p.ej. los enfoques y métodos de las Ingenierías de Sistemas y del Software).

El proceso de desarrollo de las TIC's ha evolucionado desde una estructura secuencial propia de la ingeniería de sistemas físicos, hacia una estructura cíclica e iterativa que entrelaza las actividades técnicas y las de gestión, de la manera señalada en la lámina.

Esta estructura de trabajo integra, por lo tanto, los procesos de ingeniería con los procesos de gestión, asegurando un desarrollo gradual e incremental de las soluciones tecnológicas. El carácter evolutivo del proceso incentiva la creatividad, la innovación y la invención; actividades que son inmanentes al proceso ingenieril.

La necesidad de manejar la complejidad del proceso de desarrollo de las TIC's ha dado origen a una amplia variedad de métodos, enfoques y técnicas que es poco usual en otras disciplinas. La agilidad y la disciplina son dos corrientes antagónicas que compiten por el estudio de los aspectos metodológicos del desarrollo de las TIC's.

A la búsqueda de un punto medio entre estas dos corrientes, hemos dedicado nuestro esfuerzo de investigación de los últimos diez años. Su producto principal es una suite de métodos de desarrollo de software, que hemos denominado WATCH, debido la metáfora que emplea (el reloj de pulsera).

El modelo cíclico presentado en esta lámina está inspirado en esta metáfora y es parte fundamental de la suite de métodos que hemos creado. Esta suite está disponible bajo licencia de conocimiento abierto en el portal educativo www.e-praxis.com.ve

Las TIC's, al igual que otras tecnologías como la aeronáutica, la electrónica y la robótica, se diseñan y construyen mediante procesos de innovación que involucran, por lo general, la integración estructural y funcional de otras tecnologías.

Cada nueva tecnología emerge de la integración e interacción de componentes tecnológicos existentes con nuevos componentes creados para satisfacer los requisitos que el uso esperado impone a la nueva tecnología.

Los sistemas ciber-físicos, la Internet de las Cosas, los sistemas de seguridad para el hogar y los robots, son ejemplos, de este tipo de integración, en la cual se conjugan tecnologías digitales con otros tipos de tecnologías, para crear dispositivos híbridos cada vez más complejos y con mayor funcionalidad.

Cuatro de las estrategias de integración que, con mayor frecuencia, emplean los ingenieros de hardware y software para diseñar y construir una nueva tecnología son: la transferencia, la conexión, la extensión y la combinación.

En la integración por transferencia, el ingeniero toma prestado conceptos, modelos o prácticas de una determinada disciplina, los adapta y los aplica en la generación de nuevos productos.

En la integración por conexión, la nueva tecnología se crea a través de mecanismos de interoperabilidad o de conectividad entre dos o más componentes tecnológicos existentes.

La integración por extensión procede mediante la ampliación de la estructura o la funcionalidad de la tecnología de base. Por último, la estrategia de integración por combinación genera una nueva tecnología mediante la mezcla sistemática y racional de conceptos, modelos, métodos, técnicas y prácticas provenientes de dos disciplinas de base.

5 Las TIC's como productos

La manera de ver a las TIC's como productos que son utilizados, bien por seres humanos o por otros sistemas creados por el hombre, es la más común de las tres perspectivas estudiadas.

El uso que se le da a una tecnología determina una cualidad importante de ella: su intencionalidad. Las TIC´s son usadas por algo o alguien con la finalidad de alcanzar un determinado objetivo; por ejemplo, satisfacer una necesidad, resolver un problema, elaborar productos, aprender, entretener, etc.

En función del uso podemos distinguir cinco elementos estrechamente relacionados: el **sujeto** que usa el producto tecnológico; el **objetivo** que el sujeto persigue con el uso; el **ambiente** donde éste producto se usa; las **funciones** que el producto presta al sujeto que lo usa; y los **objetos** que el producto tecnológico procesa o transforma.

La perspectiva de uso de las TIC´s la podemos apreciar, en mayor extensión, mediante un breve examen de la aplicación de estas tecnologías en el contexto educativo universitario, concretamente, en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El uso de las TIC´s, como medios de apoyo a la educación, ha causado cambios sustanciales en las modalidades, enfoques y métodos de enseñanza y aprendizaje. Modalidades tales como el aprendizaje en línea (*e-Learning*), aprendizaje híbrido (*b-Learning*) y aprendizaje móvil (*m-Learning*) se están aplicando de manera cotidiana en un número creciente de universidades a escala mundial. Así mismo, enfoques y métodos tradicionales, basados en el aprendizaje meramente cognitivo, están evolucionado hacia uno basado **en valores, el saber-hacer y el trabajo colaborativo o en equipo.**

El perfil que tiene la mayoría de estudiantes, que ingresan al mundo universitario, es también un factor que obliga a la evolución de los métodos de enseñanza. Estos estudiantes tienen un dominio de las TIC´s de un nivel más avanzado que sus profesores y antecesores; han nacido y crecido en un mundo dominado por las tecnologías. Forman parte de la Generación Z o de los "nativos digitales", como los denomina el escritor norteamericano Mark Prensky (2010).

Su proceso de aprendizaje está altamente influenciado por estas tecnologías, Las usan continuamente para buscar información y aprender de inmediato, todo aquello que necesitan aprender en un determinado momento y en una situación que así lo amerite.

El aprendizaje es, ahora. una actividad a tiempo real, es cotidiana y trasciende los muros de las instituciones académicas. Ya no se requiere acudir a una biblioteca para buscar una determinada obra, ni adquirir libros impresos para obtener la información que se necesita; pues, esta información está a un *click* de distancia en el teléfono inteligente, la tableta o el PC.

Un pequeño dispositivo de almacenamiento de 64 Gigabytes, como el pendrive o el disco duro de este teléfono inteligente, pueda albergar más de **7.000 libros electrónicos de 350 páginas cada uno.**

Las TIC's han facilitado, también, la creación de espacios de enseñanza y aprendizaje mucho más dinámicos, participativos e interactivos que la clase tradicional. Un ejemplo de este tipo de espacios es el **aula invertida**; basada en una estrategia de aprendizaje en la cual se invierten la clase tradicional y las tareas fuera del aula.

El aula invertida procede de la manera siguiente: El docente graba previamente las lecciones y las publica en Internet para que sean vistas por los estudiantes en su hogar o fuera de clase; mientras que, las tareas se realizan en el aula, en equipo y bajo la supervisión y orientación del docente. Este simple cambio de estrategia está causando cambios importantes, tanto en los niveles de motivación como de rendimiento.

Estos nuevos espacios se prestan para promover la innovación y el emprendimiento; procesos humanos que son, ahora, mucho más importantes y necesarios que la simple memorización de conocimientos.

Nos preguntamos, ahora, ¿cuáles de estas tecnologías serán los principales agentes de cambio de la docencia universitaria? ¿Cuáles facilitarán la formación de los profesionales que la nueva sociedad de la innovación y emprendimiento requiere?

Desde la perspectiva de uso en el proceso docente, existe un conjunto de tecnologías de información y comunicación que ya están causando cambios trascendentales en la educación universitaria. Estas son, en opinión del autor, las siguientes:

1. **Los sistemas de gestión de aprendizaje.** Conocidos como LMS (*Learning Management Systems*) son sistemas a través de los cuales se crean, administran y dictan cursos en línea. Estos sistemas facilitan la aplicación de estrategias como el aula invertida y la creación de redes globales de aprendizaje.
2. **Los sistemas de videoconferencia.** Usados en conjunto con los sistemas de gestión de aprendizaje crean espacios virtuales que reemplazan los ambientes físicos tradicionales y proveen una alternativa a la interacción directa profesor-estudiante.
3. **Las redes sociales.** Twitter, Facebook y WhatsApp, en particular, son tecnologías que crean espacios y comunidades virtuales de aprendizaje y colaboración. Aunque ellas no sustituyen las bondades de la interacción directa entre docentes y estudiantes, constituyen medios alternativos de interacción y socialización de alcance global.
4. **La nube, los grandes datos (Big Data) y la Internet de las Cosas.** La nube es un conjunto de servicios, que ofrecen muchas empresas de tecnología a través de Internet, relacionados con el almacenamiento de datos, procesamiento distribuido e infraestructura tecnológica.
5. La nube, en conjunto con la Internet de las Cosas y la tecnología de grandes datos (Big Data), facilitan, también, el acceso en línea a grandes volúmenes de datos e información, tales como libros, revistas y recursos educativos multimedia. Es, ahora, posible acceder y analizar, en segundos, volúmenes de datos distribuidos globalmente que superan un *petabyte* (10^{15} bytes o un millón de gigabytes); esto es, el equivalente a dos veces la información contenida en la Librería del Congreso de Estados Unidos. Estas tres tecnologías constituyen la plataforma tecnológica que habilita una nueva forma de *superaprendizaje*.

6. **Los robots y la realidad virtual.** Muchas de las actividades de laboratorio pueden realizarse con el apoyo de robots y simularse en ambientes virtuales creados con el auxilio de la realidad virtual.
7. **El teléfono inteligente y los entornos de aprendizaje personal.** El teléfono inteligente es el dispositivo electrónico de mayor uso por parte de estudiantes y docentes. Es, también, la tecnología de base sobre la cual se pueden utilizar las tecnologías anteriores y, posiblemente, las que emerjan en los próximos años.

Este pequeño dispositivo tiene la capacidad y la funcionalidad necesaria para que sus usuarios creen sus propios entornos personales de aprendizaje o PLE, como se le conoce por sus siglas en inglés (*Personal Learning Environment*).

6 La estructura básica de una TIC

Toda TIC tiene una estructura formada por dos componentes esenciales que tienen propiedades muy diferentes: el **hardware** y **software**. Ambos componentes interactúan para ejecutar, de manera automática, el procesamiento de datos, información, conocimiento y acciones.

El **hardware** está, a su vez, compuesto de una gran variedad de dispositivos físicos de tipo electrónico, electro-mecánico, audio-visual, etc. Mientras que, el **software** consta de dos componentes intangibles e inmateriales: las estructuras de almacenamiento y los programas.

Las estructuras de almacenamiento se encargan de representar, organizar y almacenar datos, información y conocimiento en el computador. Los programas, por su parte, ejecutan las acciones necesarias para procesar las estructuras de almacenamiento.

Cada componente de una TIC tiene, a su vez, una estructura y una funcionalidad predefinida muy propia de su naturaleza. Un programa, por ejemplo, tiene una estructura simbólica y una función predeterminada por su uso; mientras que, el

computador o procesador, que ejecuta este programa, tiene una estructura física cuyo funcionamiento consiste en procesar las estructuras simbólicas del programa.

Hasta el momento, hemos hecho uso de los términos “datos”, “información”, “conocimiento” y “acción”, sin haber establecido una clara distinción entre ellos. Se hace, ahora, necesario describir estas diferencias, en función de la manera como ellas se procesan digitalmente. Para ello, acudimos a la Semiótica como la disciplina encargada del estudio de los signos, su significado y su uso.

Los datos, la información, el conocimiento y las acciones se caracterizan por su naturaleza ideal; son, por consiguiente, inmateriales, intangibles, no temporales y no espaciales. Son propios de la mente humana y se manifiestan a través de sistemas de signos o lenguajes que facilitan su representación y comunicación.

El procesamiento automático de estos objetos abstractos solo es posible a través de la representación simbólica mediante lenguajes artificiales, esto es, lenguajes que tienen un léxico, una sintaxis y una semántica mucho más reducida y menos ambigua que los lenguajes naturales. Esta representación puede ser gráfica o textual.

Lámina 17 muestra la representación simbólica de datos, conocimiento y acciones asociadas un sencillo ejemplo de un sistema de gestión de obras musicales. Las estructuras de almacenamiento que requiere este sistema se modelan usando un lenguaje gráfico (parte izquierda de la lámina). Las acciones que se requieren para procesar estas estructuras de almacenamiento son, luego, expresadas mediante un programa escrito en un lenguaje de programación (lado derecho de la lámina).

La información, por su parte, es el resultado del procesamiento de datos, conocimiento y acciones. La información se define como un conjunto de datos organizados o estructurados de tal manera que el usuario pueda asociarle un significado al conjunto y a cada uno de sus elementos.

El significado depende de la manera en que la información se estructure u organice. Una página Web, por ejemplo, es una estructura de visualización de datos ordenados de forma tal que el usuario pueda encontrar el significado que ellos expresan. Esta estructura se describe mediante un lenguaje de programación que facilite su visualización.

La principal diferencia entre datos e información está, por lo tanto, en el significado que ellos aportan al usuario, el cual depende de la semántica del lenguaje empleado para representar los datos.

Hemos visto como los datos, la información, el conocimiento y las acciones se representan mediante modelos y programas. Veamos, seguidamente, cómo el ser humano procesa estos cuatro objetos con el apoyo de las TIC.

7 El ciclo informático

Las TIC's son, en su mayoría, tecnologías antropomórficas, como bien las denomina Ernesto Mays Vallenilla en su libro Fundamentos de la meta-técnica (2005). Estas tecnologías extiende las capacidades del ser humano para procesar datos, información y conocimiento y llevar a cabo actividades que, sin el apoyo de estas tecnologías, serían imposibles de realizar. Pensemos, por un momento, en la manera en la que el teléfono inteligente y, en particular, las aplicaciones que ellos contienen han extendido las capacidades humanas de aprendizaje, comunicación, interacción y memorización, por mencionar solo alguna de ellas.

La interacción que se da entre ser humano y tecnología de información se ve con mayor claridad a través de un modelo conceptual que hemos denominado **ciclo informático**. Este modelo identifica y asocia, por un lado, los objetos que intervienen en la interacción humano-tecnología y, por el otro, los procesos o funciones que transforman estos objetos. Esta interacción se da en un ambiente en el cual el usuario persigue objetivos que espera lograr con el apoyo de una TIC.

El **ciclo informático** es un intento por explicar cómo los seres humanos extendemos y potenciamos, con el auxilio de las TIC's, nuestras capacidades cognitivas y físicas necesarias para ejecutar acciones.

El ciclo se inicia con la intención del sujeto de alcanzar un objetivo. Para ello debe planificar como lograrlo; elabora, por lo tanto, un algoritmo o plan que describa las acciones que debe llevar a cabo para alcanzar dicho objetivo. La ejecución del plan amerita la búsqueda previa de datos, que han de ser, luego, procesados para generar la información que el sujeto requiere. La interpretación o análisis de la información obtenida incrementa el conocimiento que el sujeto requiere para, finalmente, actuar y lograr el objetivo trazado al inicio. El ciclo se repite indefinidamente; pues, el logro de un objetivo acarrear la formulación de uno nuevo.

Las actividades que el sujeto realiza, usando las tecnologías de información y comunicación, se apoyan en un conjunto de funciones o procesos de transformación de los objetos que intervienen en la consecución de sus objetivos. La lámina 18 es otra manera de ver el ciclo informático, en la cual se identifican y relacionan los procesos de transformación de datos, información, conocimiento y acción.

Las tecnologías existentes varían una de otra en función del grado en que ellas automatizan estos procesos de transformación. Las tecnologías tradicionales como las Bases de Datos y la Inteligencia de Negocios, automatizan los procesos III, IV y V identificados en la lámina; mientras que, tecnologías más recientes, basadas en la Inteligencia Artificial y la Robótica, pueden llegar a automatizar la totalidad de las actividades y procesos del ciclo informático.

8 Los sistemas informáticos

Para finalizar, daremos nuestra propia definición de las TIC's, una definición más precisa y actualizada que aquellas que hemos encontrado en la literatura analizada.

Para construir esta definición, nos apoyamos en la **teoría de sistemas**, la cual nos permite ver y describir a cualquier objeto físico o abstracto como un conjunto de elementos o partes, de cualquier tipo, que interactúan y cuya interacción determina las características fundamentales del objeto bajo estudio.

Russell Ackoff, uno de los pioneros del pensamiento sistémico, resume estas características de la manera indicada a continuación:

- Todo sistema es, por consiguiente, mucho más que la suma de sus partes o elementos constituyentes. De la interacción entre estas partes surge una propiedad del todo conocida como la propiedad emergente.
- Así, por ejemplo, las partes de un computador colocadas separadamente sobre una mesa, no constituyen un computador. Es solo a través de la interconexión física e interacción lógica, de estas partes, que el computador puede exhibir su comportamiento y función principal, esto es, procesar símbolos.

Vista como un sistema, una TIC se define como un conjunto de componentes de hardware y software, que interactúan para llevar a cabo su función principal: el procesamiento automático de datos, información, conocimiento y acciones.

A este tipo de sistema, lo denominamos **sistema informático** y puede representarse mediante un modelo de procesos que muestra los elementos contextuales de una TIC; esto es: las entradas y su transformación en salidas, los mecanismos de control y los recursos que se requieren para ejecutar los programas del sistema.

Concebida como un sistema informático, una TIC, entonces, tiene las siguientes propiedades:

1. **Es un sistema abierto.** Interactúa con su entorno o ambiente de varias maneras. Por un lado, interactúa con el usuario, bien sea una persona o una máquina, y por el otro, toma datos o símbolos que representan a los objetos del ambiente, los transforma en resultados y los comunica al usuario.

2. **Persigue objetivos pre-establecidos.** Una TIC's es un sistema creado por el hombre para cumplir objetivos definidos de antemano que determinan su funcionalidad, su comportamiento y su utilidad. Es por lo tanto, un sistema teleológico, es decir, un sistema cuyo comportamiento muestra un propósito o fin predeterminado (Ponce, 1978).
3. **Exhibe un comportamiento controlado.** El término "comportamiento" es usado, en este caso, en el sentido que los padres de la Cibernética, Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener, le dieron en 1950 a los mecanismos automáticos de comunicación y control, como sistemas capaces de regular o controlar su comportamiento. Esta capacidad puede ser interna o externa. En el primer caso, el mecanismo de control está embebido en los programas del sistema; mientras que, en el segundo, el usuario actúa como controlador del comportamiento del sistema.
4. **Ejecuta un conjunto de funciones diseñadas e implementadas anticipadamente.** Para lograr sus objetivos, un sistema informático ejecuta un conjunto de funciones que han sido previamente diseñadas e implementadas lógicamente y/o físicamente. La ejecución de estas funciones producen resultados que contribuyen a la consecución de los objetivos. Un sistema informático es, por lo tanto, el producto de una realización técnica, entendida de la manera en que Miguel Quintanilla, en su tratado sobre la filosofía de la tecnología, la define; esto es, como:

... un sistema de acciones intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso
5. **Su función principal es el procesamiento automático de uno o más de los siguientes elementos: datos, información, conocimiento y acciones.** Estos elementos son los objetos de transformación de todo sistema informático. Ellos son procesados mediante programas que describen y ejecutan los pasos

necesarios para la transformación de uno en otro; vale decir, transformación de datos en información, de información en conocimiento y de conocimiento en acciones.

6. **Procesa símbolos y expresiones escritas en un lenguaje artificial.** La base teórica del procesamiento de lenguajes en un computador es la Máquina de Turing. Esta máquina abstracta es capaz de procesar un algoritmo representado mediante símbolos binarios escritos secuencialmente.
7. **Se comunica e interactúa con otros sistemas.** Mediante los mecanismos y servicios de comunicación alámbrica o inalámbrica, un sistema informático puede comunicarse e interactuar con otros sistemas. La interacción entre sistemas habilita la posibilidad de operar conjunta y coordinadamente para ejecutar funciones más complejas.

A esta habilidad se le conoce con el nombre de *interoperabilidad*. Gracias a ella, es posible crear sistemas informáticos de gran complejidad, como los sistemas inteligentes formados por múltiples agentes, los sistemas *ciber-físicos* (p.ej., robots y automóviles autónomos) y las redes de computadores de propósito específico (p.ej., redes personales o domésticas).

8. **Tiene una estructura de naturaleza dual.** Hardware y software son los dos componentes principales de todo sistema informático. Cada componente es, a su vez, un sistema de acción intencional que posee estructura y funcionalidad propia. No hay sistema informático ante la ausencia de uno de ellos. La función de un sistema informático surge de la interacción de estos dos componentes.

9 Conclusiones

Las TIC son tecnologías complejas que se construyen, generalmente, a partir de la integración de otras tecnologías de base.

Ver a estas tecnologías como sistemas informáticos nos facilita su comprensión y su desarrollo; pues, a partir de esta concepción pueden derivarse las estructuras que el sistema debe poseer y las funciones que debe ejecutar.

Su impacto en la sociedad es indiscutible:

- Son tecnologías ubicuas.
- Son antropomórficas; pues, extienden las capacidades cognitivas y físicas de los seres humanos.
- Son intencionales, están, por lo tanto orientadas a la consecución de fines u objetivos.
- Son medios que facilitan al ser humano la ejecución de actividades de diversa índole.
- Evolucionan a un ritmo muy acelerado.
- Se integran a otras tecnologías disímiles, creando nuevas tecnologías cada vez más complejas e inimaginables.

10 Reflexiones finales

El avance vertiginoso de las TIC's obliga a repensar y replantear, continuamente, la manera en que podemos y debemos aprovechar estas tecnologías. En el contexto educativo universitario, hay cuatro tendencias mundiales que **no** podemos ignorar y que, en consecuencia, nos obliga como académicos a tomarlas en consideración:

1. **Las TIC han cambiado la manera de aprender.** El aprendizaje es ahora una actividad a tiempo real, mediada por la tecnología, interactiva, personalizada y social. Ello nos obliga a cambiar la manera en que nosotros, en nuestra función docente, enseñamos.
2. **Las universidades avanzan hacia espacios híbridos.** La Internet aunada a la las redes sociales y a los servicios que se ofrecen en la Nube, han cambiado, no solo la manera en que enseñamos y aprendemos, sino también el espacio, tiempo y alcance del proceso educativo. Hay, por ejemplo, una transición notoria

y acelerada en el alcance geográfico de la oferta académica. Las principales universidades del mundo tienen ahora un alcance global. Han dejado de ser solamente universidades de espacios físicos y proyección local o regional, para convertirse en universidades con espacios híbridos (físicos y virtuales), cuyo alcance trasciende las fronteras de sus países. La universidad del futuro será una en la que su presencia virtual será tan o más importante que su presencia física.

3. **Formar para innovar y emprender.** Avanzamos hacia una nueva sociedad en la que la capacidad de sus individuos para actuar, innovar y crear es mucho más trascendental que producir información y acumular conocimientos. Esta nueva sociedad está basada en la innovación tecnológica y el emprendimiento. La formación del estudiante debe centrarse, por lo tanto, en un aprendizaje activo que fomente la generación y desarrollo de ideas, por encima de la simple memorización de información.
4. **La agilidad del cambio curricular.** Un estudio realizado por la Universidad de Oxford estima que en los próximos 10 - 20 años, un 47 % de las profesiones que conocemos, hoy en día, desaparecerán o serán desempeñadas por robots. Por otro lado, el 75 % de las profesiones que se requieren para el 2030 aún no se han creado. La manera como se lleva a cabo el cambio curricular en nuestras universidades, no contribuye a dar respuesta ágil a las necesidades de nuevas profesiones. Se hace imperativo agilizar este proceso y adecuarlo a la dinámica que exige la nueva sociedad, que hemos denominado, en este trabajo, **la sociedad de la innovación y el emprendimiento.**

¡Muchas gracias!