

Modelo de Gestión del Conocimiento en el Posgrado de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec para el Desarrollo de Ventajas Competitivas en Industria 4.0

Dr. Abraham Jorge Jiménez Alfaro¹, Mtro. Edgar Corona Organiche²,
Dra. Griselda Cortés Barrera³

Resumen

La Industria 4.0 ó Cuarta Revolución Industrial es una iniciativa de la investigación en Alemania para implementar la estrategia de alta tecnología 2020 de integración de sistemas de control avanzado con las tecnologías de información

y comunicación (ICT Information and Communication Technology) para permitir la comunicación entre el personal, los productos y los sistemas complejos en la Fábrica Digital. Considerando las tecnologías que se integran en los denominados Sistemas Ciber Físicos (CPS Cyber Physical Systems) se inducen cambios en los Sistemas de Ingeniería y en la Educación Superior en Ingeniería (Lee, 2013; Schwab, 2017). El término Industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información y comunicaciones. La Industria 4.0 consiste en la digitalización de los procesos productivos en las industrias



mediante sensores y sistemas de información para transformar los procesos productivos y hacerlos más eficientes. La cuarta revolución industrial, como ocurrió con las antecesoras, impacta a los sistemas productivos, a los modos de producción y a la educación superior en ingeniería. El posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE) debe considerar estos impactos y dirigir las estrategias para alcanzar las competencias demandadas por esta industria digital. El artículo analiza, categoriza y diseña un modelo de gestión del conocimiento para el posgrado de Ingeniería en Sistemas Computacionales para promover el desarrollo de ventajas competitivas en el área de investigación y transformación digital.

Palabras Clave.- Industria 4.0, Educación 4.0, Ingeniería 4.0, Gestión del Conocimiento.

Abstract

Industry 4.0 or Fourth Industrial Revolution is a research initiative in Germany to implement the 2020 high-tech strategy of integrating advanced control systems with information and communication technologies (ICT Information and Communication Technology) to allow communication between the people, products and complex systems in the Digital Factory. Considering the technologies that are integrated into the so-called Cyber Physical Systems (CPS Cyber Physical Systems), changes are induced in Engineering Systems and in Higher Education in Engineering (Lee, 2013; Schwab, 2017). The term Industry 4.0 refers to a new model of organization and control of the value chain through the product life cycle and throughout the manufacturing systems supported and made possible by information and communication technologies. Industry 4.0 consists of the digitization of production processes in industries through sensors and information systems to transform production processes and make them more efficient. The fourth industrial revolution, as happened with its predecessors, has an impact on production systems, modes of production and higher education in engineering. The postgraduate degree in Computer Systems Engineering of the Technological Institute of Higher Studies of Ecatepec (TESE) must consider these impacts and direct the strategies to achieve the skills demanded by this digital industry. The article analyzes, categorizes and designs a knowledge management model for the postgraduate degree in Computer Systems Engineering to promote the development of competitive advantages in the area of research and digital transformation.



Keywords: *Industry 4.0, Education 4.0, Engineering 4.0, Knowledge Management.*

Introducción

La Industria 4.0 es actualmente uno de los temas más discutidos entre los profesionales y académicos en el área ingeniería (Schwab, 2017). Desde que el gobierno federal alemán anunció la Industria 4.0 como una de las iniciativas clave de su estrategia de alta tecnología en 2011, numerosas publicaciones académicas, artículos prácticos, y conferencias se han centrado en ese tema. La fascinación por la Industria 4.0 es doble, ya que por primera vez hay una interrelación estrecha entre las instituciones de educación superior y las empresas, lo cual ofrece diversas oportunidades para que se realicen modificaciones pertinentes a los contenidos curriculares, así como a planes y programas de estudios, considerando la opinión de los industriales. En segundo lugar, se supone que el impacto económico de esta revolución industrial es enorme, ya que la Industria 4.0 promete una eficacia operativa sustancialmente mayor, así como, el desarrollo de modelos de negocio, servicios, y productos. Con la Industria 4.0 se ha convertido en una prioridad para muchos centros de investigación, instituciones educativas y empresas en los últimos tres años; el sistema educativo debe ser dúctil, presto, sostenible y con capacitación constante. Las organizaciones académicas actuales han sufrido cambios en el transcurso del tiempo y muchas de ellas no utilizan directamente todo su potencial basado en el conocimiento para enfrentar día a día las transformaciones de su entorno, debido a que generalmente no se encuentran organizados los procesos de generación y explotación del conocimiento y la cultura instaurada no ayuda al uso del mismo, pero es muy probable que existan ventajas potenciales que no han sido consideradas a explorar o las estrategias no las apoyan directamente. Es en este punto, donde un nuevo enfoque de la cultura organizacional puede apoyar los procesos asociados a la gestión del conocimiento, potenciando la generación de nuevas ventajas competitivas. La gestión del conocimiento, es en este sentido, entendida como un conjunto de procesos de toma de decisiones acerca de la generación, distribución y uso de los recursos de información y conocimiento en las organizaciones a objeto de producir valor agregado y ventajas competitivas superiores.

El término industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información y comunicación. El término Industria 4.0 fue utilizado por primera vez en Alemania en el año 2011 dentro de su iniciativa “Plan de Acción Estrategia de Alta Tecnología 2020” como una oportunidad para lograr el liderazgo tecnológico y establecerse como líder de mercado y proveedor de la naciente Industria 4.0 y que se posicionará como un ícono dentro de la cuarta revolución industrial (Germany Trade & Invest, 2016). Esta revolución industrial ha sido precedida por otras tres revoluciones industriales en la historia de la humanidad. Para Basco, Beliz, Coatz, y Garnero (2018), la primera Revolución Industrial (1784) se distingue por la integración de los sistemas mecánicos, la energía hidráulica y la máquina de vapor para el aumento en la producción industrial. La segunda Revolución Industrial (1870) implanta las líneas de producción en la planta con reducción en los tiempos de producción y se organiza la producción en serie y líneas de montaje. Y con la energía electromecánica se diseñan los motores eléctricos como unidades de potencia en los sistemas de manufactura. La tercera Revolución Industrial (1969) se caracteriza por el uso intensivo y extensivo de la automatización, la electrónica con circuitos electrónicos integrados en dispositivos como los microcontroladores, los controladores lógicos programables (PLC Programmables Logics Controllers) y los computadores digitales para ejercer la función de control de procesos. La cuarta revolución industrial se revela como la adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación (ICT Information and Communication Technology) de todas las funciones en la Fábrica Digital y se transita de la integración holística del hardware a la integración holística de las comunicaciones.

I.- Educación 4.0

Para Hermann (2016) se describen tres características de la nueva educación en Industria 4.0: 1) Programación científica como el nuevo lenguaje de comunicación entre los ingenieros y entre los éstos y las máquinas; 2) Desarrollo empresarial con enfoque en la innovación que facilita la revolución de las tecnologías sobre la evolución de las tecnologías, y 3) Aprendizaje analítico, porque el conocimiento de lo intangible como las señales digitales serán de obligatorio entendimiento en todas las disciplinas. Tomando en cuenta que una de las funciones primordiales del posgrado es producir y transmitir conocimientos, es decir, investigar y enseñar, y siendo la investigación y la docencia, la fuerza motriz de la actividad del TESE y el mecanismo de generación y sistematización del conocimiento, esto supone tener la capacidad para producir conocimientos innovadores y dotarse de un profesorado con capacidad para competir en ese campo, donde la generación del conocimiento individual incrementa el capital intelectual de los individuos y el capital intelectual de la institución en su conjunto. La interrogante principal formulada con respecto a la Industria 4.0 y que compete al posgrado es: ¿Cómo desarrollar elementos integradores de recursos de información, humanos y de tecnología 4.0 como soporte de un sistema de gestión del conocimiento en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales del TESE para sustentar la investigación y transformación digital de la Industria 4.0?

II.- Ingeniería 4.0

Para Carbajal (2017) y Schuster (2015) la Industria 4.0 y su correspondiente Ingeniería 4.0 requiere del establecimiento de estrategias específicas en su evolución, como: 1.- desarrollar un núcleo de asignaturas que integre los fundamentos de tecnologías de información y comunicación (ICT Information and Communication Technology) al nuevo plan curricular; 2.- Desarrollar en forma incremental la teoría y la práctica mediante estancias en empresas de las asignaturas de fundamentación y de aplicación; 3.- Crear laboratorios remotos, virtuales e interactivos de enseñanza, aprendizaje e investigación;



4.- Crear las redes colaborativas y el plan de mejoramiento permanente que registre la evolución de la implementación de las ICT en los contenidos curriculares y diversificar los escenarios de enseñanza, aprendizaje e investigación en ICT.

Actualmente, las ventajas competitivas de las organizaciones están en el conocimiento, y es el recurso humano quien lo produce y difunde, por ello, la gerencia de Industria 4.0, centra su atención en la creación y distribución del conocimiento que las estimule a ser más competitivas en el mercado en el que se desenvuelve, razón valedera para diseñar modelos eficaces de mantenerlo y compartirlo.

III.-Materiales y Métodos

Arquitectura conceptual de Gestión del Conocimiento

Para Gorey (1996) el fin primordial de la gestión del conocimiento reside en la agregación de valor, tomando como base el conocimiento organizacional, por ello es necesario aprovechar la nueva información generada y la experiencia de las instituciones y de sus componentes, para obtener conocimiento nuevo para su uso posterior y por tanto, ventajas estratégicas sostenibles. En este contexto, la misión esencial es involucrar una cultura de colaboración y del conocimiento institucional compartido, ya que la gestión del conocimiento es el esfuerzo de capturar y sacar provecho de la experiencia colectiva de la organización, haciéndola accesible a cualquier miembro de la empresa.

La Gestión del Conocimiento (Koulopoulos, 2005) es, en definitiva, la gestión de los activos intangibles que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tienen que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión de conocimiento. Por lo tanto, la Gestión del Conocimiento tiene en el aprendizaje organizacional su principal herramienta; es un concepto dinámico o de flujo; plantea la diferencia entre dato, información y conocimiento. Una primera aproximación podría ser la siguiente: los datos están localizados en el mundo y el conocimiento está localizado en agentes (personas, organizaciones), mientras que la información adopta un papel mediador entre ambos conceptos. Para Davenport (1998) los diez principios de la Gestión de Conocimiento, son:

1. La Gestión de conocimiento es cara (pero la estupidez es más cara). 2. La Gestión eficaz de conocimiento requiere soluciones híbridas de las personas y tecnología. 3. La Gestión de conocimiento es muy política. 4. La Gestión de conocimiento requiere a gerentes de conocimiento. 5. La Gestión de conocimiento beneficia más a los mapas que a los modelos y más a los mercados que a las jerarquías. 6. El uso compartido y aplicación del conocimiento son a menudo actos antinaturales. 7. La Gestión de conocimiento significa mejora de los procesos de trabajo de conocimiento. 8. El acceso de conocimiento es sólo el principio. 9. La Gestión de conocimiento nunca acaba. 10. La Gestión de conocimiento requiere un contrato de conocimiento.

Siendo el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales concebido como una organización dinámica, en constante movimiento e interacción con su entorno, se ve enfrentado cada día a nuevos desafíos en una sociedad que evoluciona en forma permanente y a pasos agigantados, en donde el proceso de socialización organizacional con base en sistemas abiertos, se hace cada vez más complejo cuando las instituciones educativas crecen y se desarrollan; por ello, es necesario estudiar la gestión del conocimiento en el área de investigación, ante las nuevas exigencias y los cambios acelerados que obligan a la gerencia a prepararse para la consecución de los objetivos y metas organizacionales.

Dado que la sociedad y las organizaciones en general, están caminando hacia un denominado nuevo orden o conjunto de paradigmas, conceptos, estructuras, procesos, formas de asociación, relación y transacción, en donde ahora empieza a tener valor y vigencia el conocimiento, se habla de trabajo virtual y capital intelectual; en el marco de este nuevo orden, las organizaciones están definiendo y redefiniendo la forma de manejarse con su entorno en un ambiente que tiende a ser global, con el uso de tecnología de información, donde los resultados dependen cada vez menos del tiempo y la distancia, y donde el recurso humano está siendo considerado como el capital más importante y su esfuerzo está enfocado a agregar valor. Por otra parte, la gestión del conocimiento se está posicionando como el gran paradigma de la dirección de empresas del nuevo milenio, pero hay que afrontar un reto importante; convertirse en una disciplina práctica que ayude a mejorar la gestión interna a través de la gerencia del conocimiento en una era donde la velocidad del cambio tecnológico es alta y aumenta diariamente.

En este contexto, se analizan varios aspectos de las características del conocimiento en el posgrado y paradigma de Industria 4.0: 1. Los niveles actuales de uso y comunicación del conocimiento; 2. El estado actual de la gestión del conocimiento organizacional; 3. La identificación y aclaración de las oportunidades de la gestión del conocimiento; 4. La identificación y aclaración de las áreas potenciales problemas; 5. El valor percibido del conocimiento en el posgrado. De acuerdo con Basco *et al.* (2018), las tecnologías 4.0 y las habilitadores digitales 4.0, que inciden en la concepción del modelo, son:

1.- Los Sistemas de Integración. Permiten integrar las tecnologías operacionales con las tecnologías de la información y la comunicación. Conectan máquinas con máquinas (M2M), máquinas con productos, e integran las distintas áreas de la unidad productiva, impactando sobre la gestión interna de la empresa. Pero, además, facilitan a través de plataformas digitales, la conexión entre la empresa y otros actores de su cadena de valor como proveedores, actores del sistema de logística y transporte, llegando hasta el cliente.

2.- Máquinas y Sistemas Autónomos (robots). Son máquinas inteligentes que automatizan tareas que antes estaban circunscritas únicamente al dominio humano. En el mundo de la industria, la tendencia es avanzar sobre la automatización de los procesos productivos, la navegación y el control, la integración de sensores y actuadores, la comunicación de las interfaces.



3.- **Internet de las Cosas (IoT).** Permite una comunicación de forma multidireccional entre máquinas, personas y productos, facilitando la toma de decisiones con base en la información que la tecnología recoge de su entorno. Utiliza nuevos sensores y actuadores que, en combinación con el análisis de big data y de computación en la nube, permite máquinas autónomas y sistemas inteligentes.

4.- **Manufactura Aditiva.** Permite fabricar piezas a partir de la superposición de capas de distintos materiales, tomando como referencia un diseño previo, sin moldes, directamente desde un modelo virtual. Esta tecnología descentraliza las etapas de diseño y desarrollo de productos e introduce un mayor componente de servicios y software a la manufactura.

5.- **Big Data y Análisis de Grandes Datos.** Se refiere a datos caracterizados por su volumen (gran cantidad), velocidad (a la que se generan, acceden, procesan y analizan) y variedad de datos estructurados y no estructurados. Estos datos pueden ser reportados por máquinas y equipos, sensores, cámaras, micrófonos, teléfonos móviles, software de producción, y pueden provenir desde diversas fuentes, como empresas, proveedores, clientes y redes sociales. El análisis de estos datos mediante algoritmos avanzados, es clave para la toma de decisiones en tiempo real, permite alcanzar mejores estándares de calidad de producto y procesos, y facilita el acceso a nuevos mercados.

6.- **Computación en la Nube.** Ofrece almacenamiento, acceso y uso de servicios informáticos en línea. Puede expresarse en tres niveles diferentes, según el servicio provisto: infraestructura como servicio, plataforma como servicio y software como servicio. Esta tecnología permite a las empresas acceder a los recursos informáticos de una manera flexible con un bajo esfuerzo administrativo y desde distintos dispositivos, ofreciendo agilidad, interoperabilidad y escalabilidad.

7.- **Simulación de Entornos Virtuales.** Permite ajustar y representar virtualmente el funcionamiento conjunto de máquinas, procesos y personas en tiempo real antes de ser puestos en marcha, lo que ayuda a prevenir averías, ahorrar tiempo y evaluar el resultado final en un entorno controlado.

8.- **Inteligencia Artificial.** Se basa en el desarrollo de algoritmos que permiten a las computadoras procesar datos a una velocidad inusual (tarea que antes requería de varias computadoras y personas), logrando además aprendizaje automático. Los algoritmos se alimentan de datos y experiencias recientes y se van perfeccionando, habilitando a la máquina con capacidades cognitivas propias de los seres humanos como visión, lenguaje, comprensión, planificación y decisión en base a los nuevos datos.

9.- **Ciberseguridad.** Es fundamental para que todas las demás tecnologías logren una adecuada penetración en esta fase de digitalización. La evolución hacia una industria inteligente y la integración creciente de los actores de las cadenas de valor a través de internet, la computación en la nube y las plataformas digitales, obliga a desarrollar mecanismos de la ciberseguridad en los entornos industriales.

10.- **Realidad aumentada.** Permite complementar el entorno real con objetos digitales. Se trata de sistemas que combinan la simulación, el modelado y la virtualización permitiendo nuevas fórmulas para el diseño de productos y la organización de los procesos, otorgando flexibilidad y rapidez en la cadena productiva.

IV.- Resultados

Se analiza el posgrado de Ingeniería en Sistemas Computacionales del TESE, particularmente en el ámbito de los procesos y actividades de investigación que se ejecutan en el mismo y constituyen la base de la creación y posterior difusión del conocimiento. La unidad del análisis objeto de observación o estudio, es por tanto la actividad de investigación y sus resultados ex e los resultados obtenidos en cada uno de los proyectos de investigación presentados por los mismos. Estos registros constituyen, en principio, la base esencial para la creación de una plataforma de búsqueda y consulta para la difusión y creación de nuevo conocimiento que sustente al paradigma 4.0. Los procesos de creación, transferencia y aplicación de conocimiento en el posgrado en ingeniería en sistemas computacionales a través de los proyectos de investigación, extensión y tesis de maestría, presentan una estructura definida y procedimientos claros para la solicitud de subvenciones o avales. Sin embargo, una evaluación de la situación actual de la actividad académica de investigación se demuestra a partir de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).

Entre las Fortalezas del Posgrado se destacan:

TABLA 1
ANÁLISIS DE LAS FORTALEZAS DE LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

Fortalezas
1.- Existencia de personal capacitado y multidisciplinario para la investigación.
2.- Existencia de políticas divulgativas de la investigación y existencia de revistas científicas.
3.- Disponibilidad de infraestructura para la investigación.
4.- Oportunidad de estudios de posgrado para la preparación profesional.
5.- Colaboración de estudiantes de pregrado, debido a la existencia de sector estudiantil dispuesto a participar en diversos proyectos de investigación a través de áreas de conocimiento, tesis y proyectos entre otros.
6.- Área de investigación especializada.
6.1.- Grupos consolidados de trabajo en áreas de investigación, lo que promueve la interdisciplinariedad.
6.2.- Actitud e interés de las autoridades ante la investigación y estímulo mediante convenios.
7.- Laboratorios
7.1.- Estructura académica y planta física con amplias posibilidades de ampliación y mejoramiento.
7.2.- Modelo flexible y prestigio del TESE.
7.3.- Proyectos a nivel de pregrado y posgrado.
8.- Presencia del posgrado.
9.- Voluntad de cambio.

Fuente: Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales. TESE-2022.

Entre las **Oportunidades** del Posgrado se destacan:

TABLA 2
ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES DE LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

Oportunidades
1.- Convenios interinstitucionales y oportunidades de nuevos centros de investigación.
2.- Oportunidad de participar en el establecimiento de políticas de investigación.
3.- Requerimientos crecientes de la comunidad regional respecto a demandas de innovación, investigación y desarrollo, dada la ubicación geográfica.
4.- Aparición de escenarios de investigación acordes con las necesidades reales de la comunidad.
5.- Presencia de egresados y profesores en puntos clave de decisión, lo que brinda posibilidades de vinculación con organismos.
6.- Posibilidad de apertura de nuevas líneas de investigación.

Fuente: Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales. TESE-2022.

Entre las **Debilidades** del Posgrado se destacan:

TABLA 3
ANÁLISIS DE LAS DEBILIDADES DE LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

Debilidades
1.- No hay acceso a las bases de datos en línea, por la escasa dotación de bibliotecas y no automatizadas.
2.- Falta de políticas de formación de nuevos docentes para la investigación y docencia.
3.- Líneas de investigación no acordes con las necesidades del entorno.
4.- El Reglamento Docente no estimula la investigación para grupos interdisciplinarios.
5.- Participación restringida de profesores en eventos científicos.
6.- Falta de cursos de doctorado.
7.- No incentivo a tutores.
8.- Los programas y sub-programas son entes administrativos que no incentivan la investigación, docencia y extensión.
9.- Inexistencia de centros pilotos para investigación.
10.- Profesores no hacen uso adecuado de nuevas tecnologías de información y comunicación.
11.- Falta de seguimiento y control de los proyectos de investigación aprobados. <ul style="list-style-type: none">11.1.-No hay orientación en la investigación.11.2- Carga académica (Nº de horas).11.3.- Multiplicidad de subproyectos (no especializados).11.4.- Investigaciones individuales (no interdisciplinarias).
12.- Poco enlace entre Investigación y Extensión.

Fuente: Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales. TESE-2022.

Entre las **Amenazas** del Posgrado se destacan:

TABLA 4
ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS DE LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

Amenazas
1.- Escaso aprovechamiento de la vinculación con organismos públicos o privados.
2.- Falta de colaboración de las instituciones.
3.- Politización en la asignación de proyectos de investigación.
4.- Competencia desleal de profesores para la adjudicación de proyectos.
5.- Desconocimiento de los aspectos fundamentales del posgrado.

Fuente: Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales. TESE-2022

Del análisis **FODA** resulta la definición de acciones prioritarias que deben orientar y dirigir los procesos de gestión de la actividad de investigación en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Prioridades en materia de investigación que ameritan atención inmediata:

TABLA 5
ANÁLISIS DE PRIORIDADES EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN

Prioridades
1.- Transformación de la estructura de investigación en el posgrado en ingeniería en sistemas computacionales.
2.- Fortalecimiento de los servicios para el apoyo a la investigación.
3.- Promoción y consolidación de grupos de investigación interdisciplinarios, intradisciplinarios e interinstitucionales en los contextos: regional, y nacional.
3.- Formación y capacitación del personal para la investigación.
4.- Fortalecimiento de la interacción investigación-docencia-extensión para consolidar la pertinencia y compromiso social del posgrado en ingeniería en sistemas computacionales.
5.- Definir políticas de incentivos hacia la investigación.

La propuesta se concreta en el estudio de la dinámica del conocimiento en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales en torno a los procesos de investigación y transferencia de sus resultados para el desarrollo del modelo, que una vez puesto en práctica, permitan incrementar la eficacia del esfuerzo de la Investigación y el aprovechamiento de los recursos de información en los procesos de difusión e innovación que tienen lugar en su entorno socio-tecnológico-económico.

Las premisas en el desarrollo del modelo de gestión del conocimiento en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales, en atención a las necesidades de transformación digital de la Industria 4.0 señaladas, son las siguientes:

- 1.- Ser sensible al contexto del posgrado, vale decir capaz de entender el contexto del requerimiento y las asociaciones pertinentes al conocimiento inicialmente solicitado.

- 2.- Ser sensible al usuario, es decir, capacidad de organizar el conocimiento en la forma que sea de mayor utilidad al usuario que realiza búsquedas específicas.
- 3.- Ser flexible, referida a la capacidad de manejar el conocimiento de cualquier forma: simple, temática, estructuras de conocimiento u otras formas de consulta.
- 4.- Heurístico, asociado a su capacidad de aprender de sus usuarios y el conocimiento que posee a medida que lo utilice.
- 5.- Permitir las sugerencias de los usuarios para promover mejoras continuas en el modelo.

Según Nonaka y Takeuchi (1995) existen dos tipos de conocimiento. Dadas sus características el conocimiento explícito se ha definido como el conocimiento objetivo y racional que puede ser expresado con palabras, números, fórmulas, etcétera, también se le denomina explícito. Por otro lado, tenemos el conocimiento tácito, que es aquel que una persona, comunidad, organización o país, tiene incorporado o almacenado en su mente, en su cultura y es difícil de explicar. Es necesario explicar que este conocimiento puede estar compuesto por: 1. Ideas, experiencias, destrezas, habilidades, costumbres, valores, historia, creencias, entre otros; 2. Conocimiento del contexto o ecológico (geografía, física, normas no escritas, comportamientos de personas y objetos, entre otros; Conocimiento como destreza cognitiva (comprensión de la lectura, resolución de problemas, analizar, visualizar ideas, etcétera) que le permite acceder a otro más complejo o resolver problemas nuevos (Véase figura 1).

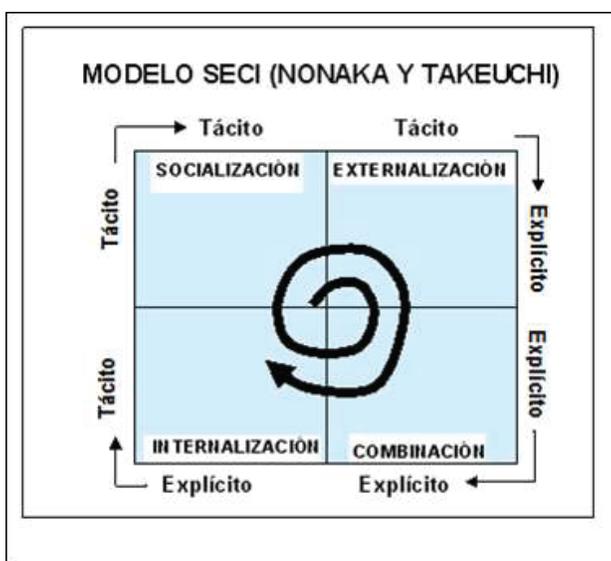


Figura 1

Modos para la creación del conocimiento
 Tomado de I. Nonaka "Dynamic Theory
 of Organizational Knowledge Creation",
 1994

La transmisión del conocimiento tácito no resulta fácil y para que pueda ser rentabilizado, es necesario sustraerlo del contexto de origen y formalizarlo, con lo que se genera un "ciclo de conversión" que Nonaka y Takeuchi (1995) describen en cuatro procesos (véase Figura 2):

1. De tácito a tácito: El paso de conocimiento de tácito a tácito, se produce a través de procesos de socialización, es decir, a través de la adquisición de conocimientos e información mediante la interacción directa con el mundo exterior: con otras personas, con otras culturas, entre otros.

2. De tácito a explícito: Se produce a través de la externalización, que se puede definir como el proceso de expresar algo, el diálogo. Externalizar es convertir imágenes y/o palabras a través del diálogo.

3. De explícito a explícito: Este paso se denomina combinación. Como su propio nombre indica, se combinan diferentes formas de conocimiento explícito mediante documentos o bases de datos.

4. Tácito a tácito: es la interiorización del conocimiento, y consiste en la incorporación del conocimiento tácito por parte de los individuos de cualquier organización.

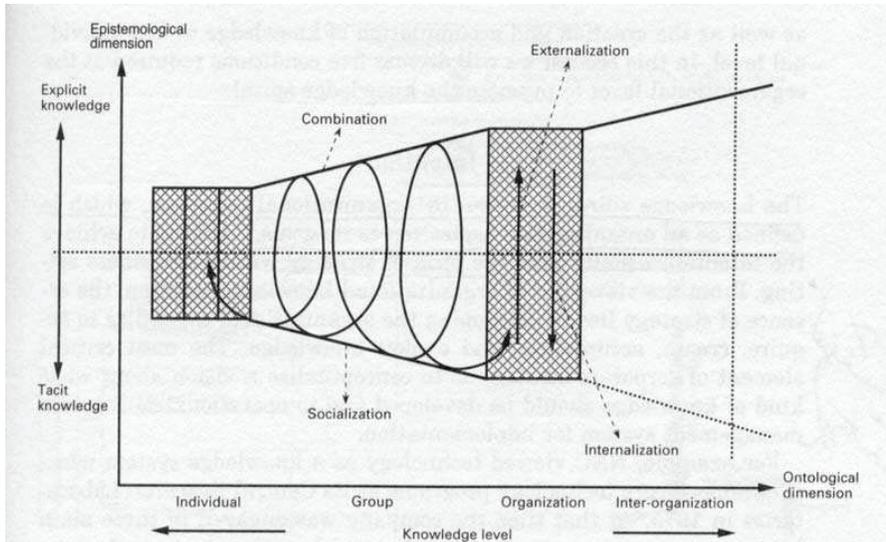


Figura 2

Espiral del conocimiento organizacional Tomado de Nonaka & Takeuchi "The Knowledge creating company", 1995.

Derivado del contexto donde opera el modelo, éste mejora la dinámica de los procesos de creación y difusión del conocimiento mediante actividades de investigación que permitan la conversión del conocimiento tácito en explícito (del investigador a los investigadores), y del conocimiento explícito en conocimiento tácito (del conocimiento de los investigadores al investigador), incrementando con esto, la eficiencia del esfuerzo de investigación y el aprovechamiento colectivo de resultados en los procesos de búsqueda, innovación y soluciones que tienen lugar en su entorno regional y nacional y cada subsistema (Si; $i=1..4$).

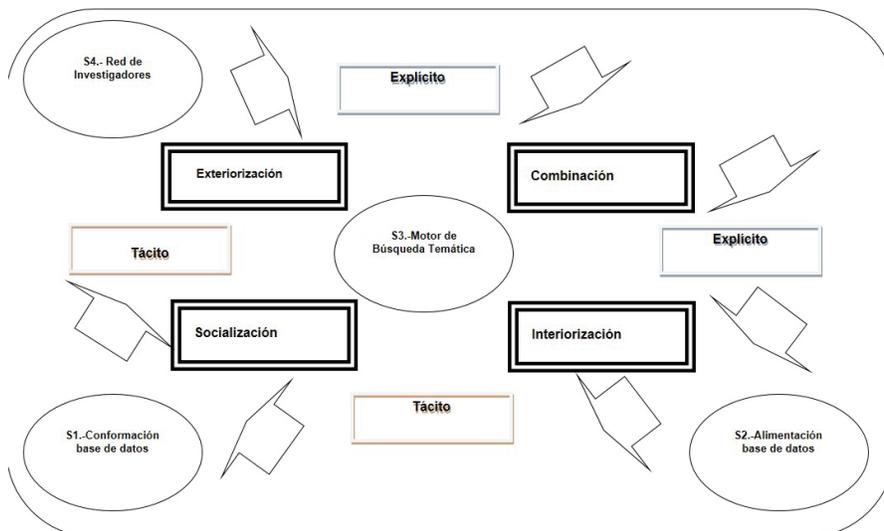


Figura 1

Modelo de Gestión del Conocimiento para sustentar el paradigma Industria 4.0

El modelo de gestión de conocimiento para investigación en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales para sustentar la transformación digital 4.0 se integra por los siguientes subsistemas:

1. Conformación de la Base de Datos. Esto incluye la organización, estructuración y consolidación de los datos e información referida a proyectos de investigación y tesis de maestrías desarrollados en el posgrado.
2. Alimentación y mantenimiento de la Base de Datos. Como la generación de resultados de investigación es un proceso continuo, la base de datos se actualiza constantemente, bien sea mediante procesos administrativos desarrollados por las coordinaciones de investigación o por iniciativa de los propios investigadores. Este subsistema, con soporte de seguridad, se fundamenta en formularios de ingreso.
3. Motor de búsqueda temática. Consistente en formularios que realizan las consultas a la base de datos a través de palabras clave. Con mecanismos de búsqueda simple y avanzada de revisión de documentos en cualquier formato. Igualmente, genera una o varias páginas de reportes con los resultados de la información solicitada (puede exponer autor, fecha, temática, entre otros).
4. Red de investigadores. Este subsistema provee el enlace vía correo electrónico o foro de discusión entre investigadores de áreas temáticas. Esto resulta en el fortalecimiento de una red de creadores y difusores de conocimiento.

Conclusiones

El modelo desempeña un rol sumamente importante en el manejo del conocimiento explícito, mientras que el conocimiento tácito básicamente facilita la transferencia de investigador a investigadores, siendo la solución clave para la captura, organización, difusión y participación automatizada del conocimiento explícito. El modelo se convierte entonces, en posibilitador del conocimiento tácito al facilitar la interacción entre investigadores a través de contactos digitales entre profesores o investigadores en el Posgrado en Ingeniería en Sistemas Computacionales. El modelo facilita el desarrollo de las cuatro funciones de la gerencia del conocimiento: intermediación, exteriorización, interiorización y cognición, representando un entorno completamente nuevo y diferente en dónde se plantea la estructuración y control de algo que se caracteriza por no tener fronteras (el conocimiento 4.0). A su vez, obliga al posgrado a buscar redes y protocolos informales, así como enfoques para compartir experiencias y Know-how, lo mismo que todos los elementos culturales, tecnológicos y personales que sirven de estímulo a la creatividad e innovación, en respuesta a los cambios tecnológicos actuales de la Industria 4.0.



Referencias

- Anderl, R. (2014). "Industry 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production". *Technological Innovations in the Product Development, 19th International Seminar on High Technology*. Piracicaba, Brasil.
- Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Armenta, H. (2020). *Oportunidades de la Industria 4.0 en México*. Recuperado el 20 de octubre del 2020, en humbertoarmenta.mx/oportunidades-de-la-industria-4-0-en-mexico2020
- Basco, I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0*. Ciudad de Buenos Aires: Innovations-Argentina.
- Beneitone, P., Esquetini, C., & González, J. (2007). *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Brown, J. S. & Duguid, P. (1998). Organizing knowledge. *California Management Review*, Vol. 40, No 3.
- Checkland, P. (1999). *Systems Thinking, Systemas Practice*. New York: Wiley & Sons.
- Churches, A. (2009). "Taxonomía de Bloom para la era digital". Recuperado el 20 de octubre del 2020, en eduteka.icesi.edu.co/http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/TaxonomiaBloomDigital.pdf
- Davenport, T.; Prusak, L. Working Knowledge (1998). *How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press.
- Economía, S. D. (2015). *Industry 4.0 in Mexico. AMITI*. Recuperado el 20 de octubre del 2020, en AMITI: <https://sg.com.mx/sites/default/files/>
- Gorey R.; Dorat D. (1996). *Managing on the Knowledge Era*. Harper and Row. New York.
- Hallward-Driemeier, M., & Nayyar, G. (2018). *Trouble in the Making?* Banco Mundial.
- Hermann, M. P. (2016). *Design principles for Industrie 4.0 scenarios*. Recuperado el 20 de octubre del 2020, de www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf.
- Invest, G. T. (2016). *Industrie 4.0*. Recuperado el 20 de octubre del 2020, en <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Service/Publications/businessinformation,t=industrie-40--smartmanufacturing-for-the-future,did=917080.html>.
- Katz, L. Y. (2016). The rise and nature of alternative work arrangements in the United States. *National Bureau of Economic Research*. Cambridge.
- Koulopoulos Thomas; Frappaolo, Carl (2005). Lo fundamental y lo más efectivo acerca de la Gestión del Conocimiento. Editorial Mc. Graw Hill, Madrid.
- Lee, J. (2013). "Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment". *Manufacturing Letters*, 38-41.
- McLean, L. (2004). A review and critique of Nonaka and Takeuchi Theory of organizational knowledge creation. Proceedings of the Fifth Ireland Conference. USA.
- Meyer, B., & Sugiyama, K. (2006). "The concept of knowledge in KM: A dimensional model". *Journal of Knowledge Management*, 10 (6), 1-22.
- Nonaka, I. (1994). *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation*. Institute for Operations Research and the Management Sciences, 5 (1), 14-37.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. New York: Oxford University Press.
- Rosenzweig, F., Kas, E., & James, E. (1998). *Administración en las organizaciones: Un enfoque de sistemas y de contingencia*. Mexico: McGraw Hill.
- Sachon, M. (2019). "Los cinco puntales de la cadena de valor en la industria 4.0". Recuperado el 2020, de Business Insight: <http://www.ieseinsight.com/doc>.
- Schuster, K., Grob, K., Vossen, R., & A., R. (2015). Preparing for Industry 4.0 – "Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education". *International Conference on E-Learning in the Workplace*. New York, USA.
- Schwab, K. (2017). *La cuarta revolución industrial*. Mexico: Penguin Random.
- Yaghoubi, H., Mahallati, T., Safari, A., & Ali, M. (2014). Transformational Leadership: Enabling Factor of Knowledge Management Practices. *Journal of Management and Sustainability*, 4 (3), 165-174.