

01

Fecha de presentación: septiembre, 2021

Fecha de aceptación: octubre, 2021

Fecha de publicación: noviembre, 2021

MÉTODO PARA PROYECTAR

EL CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PERTINENTE A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

METHOD FOR PROJECTING INFORMATION TECHNOLOGY KNOWLEDGE RELEVANT TO INDUSTRIAL ENGINEERING

Yanelis Pavón González¹

E-mail: nelispavon@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-5173>

Yadary Cecilia Ortega González¹

E-mail: yog@ind.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7706-4924>

Marta Beatriz Infante Abreu¹

E-mail: miabreu@ind.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2753-8647>

Mercedes Delgado Fernández²

E-mail: mercedes@esceg.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2556-1712>

¹ Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” La Habana. Cuba.

² Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno. La Habana. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pavón González, P, Ortega González, Y. C., Infante Abreu, M. B., & Delgado Fernández, M. (2021). Método para proyectar el conocimiento de tecnologías de la información pertinente a la Ingeniería Industrial. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 10-21.

RESUMEN

La carrera de ingeniería industrial (II), como otras, debe proyectar acciones que faciliten la incorporación estratégica de nuevos conocimientos que emergen a causa del desarrollo acelerado de las tecnologías de la información (TI). Tales conocimientos deben estar orientados a visionar y gestionar el cambio tecnológico a causa de la adopción de TI en las organizaciones cubanas. El objetivo de este artículo es presentar un método que proyecte el cambio conceptual del currículo de la ingeniería industrial en Cuba, de modo que mejore el diseño de líneas de investigación y contenidos que impacten en la informatización y transformación digital de la sociedad. El método propuesto utiliza el despliegue de la función de calidad (QFD, por sus siglas en inglés), para correlacionar necesidades de los clientes con el conocimiento ontológico de TI. Como resultado, se obtienen los subdominios de conocimiento de TI que deben ser considerados en este perfil profesional, así como sugerencias de acciones de entrenamiento y aperturas de proyectos de investigación orientados a crear capacidades de gestión e innovación, basadas en capacidades de las TI.

Palabras clave: Universidad, ingeniería industrial, conocimiento ontológico de TI, cambio conceptual, QFD.

ABSTRACT

Industrial engineering career, as others, should project actions to facilitate the strategic incorporation of new knowledges that emerge due to information technologies accelerated development. Such knowledges must be oriented to envision and manage the technological change resulting of IT adoption in Cuban organizations. The objective of the paper is to present a method to project conceptual change for the industrial engineering curriculum in Cuba, in order to improve the design of research lines and curricular contents, impacting on Cuban society computerization and digital transformation. The proposed method uses the quality function deployment (QFD), to correlate customer needs and IT ontological knowledge. As a result, the IT knowledge subdomains concerning this professional profile are obtained, as well as suggestions for training actions and research projects oriented to create management and innovation capabilities based on IT capabilities.

Keywords: University, industrial engineering, IT ontological knowledge, conceptual change, QFD.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual se reconoce la existencia de un nuevo contexto económico-productivo, en el cual el uso intensivo de la información y el conocimiento se convierte en una competencia clave y distintiva de las organizaciones. Este interés se potencia, en gran medida, por el desarrollo de tecnologías de la información (TI), que generan nuevas capacidades para la gestión organizacional (Pavón-González, et al., 2021).

Cada vez más las actividades de gestión requieren: disponer de información con calidad (oportuna, fiable, actualizada, integral, segura y precisa) para la toma de decisiones; crear, compartir y manejar conocimiento organizacional y de sus recursos humanos; estar alerta a los requerimientos, expectativas y preferencias de los clientes, el mercado y la sociedad; fortalecer las relaciones organizacionales estratégicas entre clientes, proveedores, subcontratistas y otros (Van den Homberg, et al., 2018). Cuando una organización es incapaz de desarrollar sus funciones de gestión eficaz y eficientemente, resulta difícil, cualquiera que sea su misión y objetivos, tener un desarrollo exitoso (Pavón-González, et al., 2018).

En Cuba también se reconocen estas demandas, reflejándose en la política de informatización, en la necesidad de la transformación digital, y la gestión automatizada de los procesos organizacionales, así como en el desarrollo de servicios, del comercio y del gobierno electrónico (Díaz-Canel-Bermúdez & Delgado-Fernández, 2020). Todo ello está orientado a soportar estrategias para el desarrollo económico y social del país. Ejemplos de estas estrategias son: el fortalecimiento de alianzas estratégicas; la creación de encadenamientos productivos y la inversión extranjera; la sustitución de importaciones y el incremento de exportaciones; así como el perfeccionamiento continuo del sistema empresarial (Díaz-Canel-Bermúdez & Delgado-Fernández, 2020).

La implementación de estas estrategias obliga a que continuamente se proyecte la Integración de capacidades de TI en las Soluciones en el Contexto Organizacional (ITISCO) (Legner, et al., 2017), de modo que estén alineadas a las tendencias actuales y al desarrollo tecnológico. Sin embargo, en un diagnóstico de conocimiento en el dominio de la ITISCO realizado a directivos y especialistas cubanos (Ortega-González, et al., 2014), se evidencia una brecha de conocimiento respecto a la buena práctica, lo cual afecta las decisiones de mejora en este campo. Aunque también existe una alta voluntad hacia el aprendizaje.

En este escenario es fundamental el rol que juega la universidad, para la formación de profesionales cuyas

fortalezas contribuyan a la satisfacción de las necesidades organizacionales y sociales (Karanjekar, et al., 2018). En particular, el sistema de conocimientos de la ingeniería industrial (II) es de gran pertinencia para el diseño y gestión de los sistemas organizacionales que están siendo impactados por las TI (Bilge, et al., 2016).

En la concepción más actual del modelo profesional de la II se vislumbra que los procesos, que constituyen la base para la modelación de las actividades productivas y de servicios, y el nivel de actuación más elemental y esencial de la II, se ven impactados significativamente por estas tecnologías. La integración del conocimiento de las TI al cuerpo de conocimiento de la II, y aplicada a las soluciones de ingeniería organizacional, crea nuevos escenarios, permite nuevos modos de actuación, aportando las teorías, los modelos, los métodos, las tecnologías, las técnicas y los medios físicos para captar, almacenar, procesar, transmitir y visualizar la información (Vernadat, et al., 2018). Por consiguiente, la incorporación activa de las capacidades de las TI al sistema de conocimientos de la II requiere un enfoque multidisciplinario e integrador (Bilge, et al., 2016).

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un método que proyecte el cambio conceptual relacionado con la ITISCO en la ingeniería industrial en Cuba, de modo que justifique el diseño de líneas de investigación y contenidos que impacten en la informatización y transformación digital de la sociedad cubana. Para cumplimentar el objetivo, se parte de reconocer la importancia de los procesos de vigilancia tecnológica en universidades; luego se indican reservas de eficiencia y eficacia de la vigilancia para identificar conocimientos emergentes relativos al desarrollo tecnológico, de interés para perfiles profesionales. En consecuencia, se exponen las capacidades de las ontologías para la explicitación de sistemas de conceptos, y se explica cómo el método aprovecha estos recursos de conocimiento para el despliegue de la función de calidad, para atender a demandas de organizaciones y sociedad en general, en tanto clientes de las universidades. Por último, se ejemplifica la aplicación del método a la actualización del dominio de la ITISCO en el currículo y líneas de investigación de la ingeniería industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

La universidad es, por definición, la institución cuya misión está orientada al desarrollo de la sociedad. Se enfoca en formar recursos humanos para la sociedad, contribuir a su desarrollo, y promover los adelantos de la ciencia, del arte y de la tecnología (Karanjekar, et al., 2018). En este contexto, la observación y el análisis del entorno científico y tecnológico son herramientas de vigilancia tecnológica,

de vital importancia para la toma de decisiones estratégicas. La vigilancia es el esfuerzo sistemático realizado por una organización, para la búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica, permitiendo la identificación de tendencias emergentes y obsoletas en el desarrollo tecnológico, lo cual, a su vez, prepara a las organizaciones para anticiparse a los cambios (Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016a).

En el ámbito académico, la vigilancia tecnológica tiene como uno de sus objetivos el diseño del sistema de conocimientos pertinente a un perfil profesional (Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016b), identificando las características del tipo de labor que deberá desarrollar el futuro egresado a partir de las necesidades de conocimiento de las organizaciones, que facilite el intercambio efectivo de titulados, así como la adaptación de contenidos de los estudios universitarios a las demandas sociales (Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016a). La Figura 1 evidencia la dinámica de la interacción entre la universidad y las organizaciones.



Figura 1. Relación universidad-organización.

Varios han sido los modelos de vigilancia propuestos por universidades para satisfacer las demandas de conocimiento de las organizaciones y la sociedad. Los modelos constituyen guías que sistematizan las experiencias para saber "qué hacer" y en consecuencia garantizar la calidad del proceso (Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016a).

Uno de los principales procesos que implementa la vigilancia es la búsqueda y recuperación de información que permita identificar oportunidades tecnológicas no aprovechadas, así como necesidades del entorno que no han sido incorporadas (Ortega-González, et al., 2020). Para llevar a cabo dicho proceso, los especialistas en vigilancia formulan frases de búsqueda y consultan fuentes de información y conocimiento que les permita estar actualizados (Pascal Filho & Jeronimo de Macedo, 2021). Sin embargo, es preciso señalar que, si no se es consciente de la existencia de un dominio de conocimiento novedoso, no se realizarán búsquedas en fuentes documentales

o humanas que aborden dicho conocimiento, lo que se agrava en dominios de gran dinamismo, como es el de la ITISCO. Es por ello que es preciso definir en etapas tempranas de la vigilancia, el modelo conceptual emergente para satisfacer las necesidades de búsqueda y, en consecuencia, las necesidades organizacionales y sociales que deberá satisfacer el perfil profesional, y las líneas de investigación que se desarrollen (Cancino, et al., 2018).

La ISO-9001:2015 también resalta la necesidad de gestionar la incorporación de nuevo conocimiento, de modo que impacte en las necesidades de sus clientes. Dicho requisito se ubica entre los prioritarios en organizaciones que, como la universidad, son intensivas en conocimiento, para lo cual destinan sus principales recursos (Fontalvo & De La Hoz, 2018). Para el escenario del vínculo universidad-empresa planteado, es preciso un modelo de vigilancia que permita identificar nuevas áreas de conocimiento pertinentes a un perfil profesional específico (Ortega-González, et al., 2011), considerando el ritmo de cambio acelerado del dominio de conocimiento y la baja asimilación de este dominio por parte de especialistas, a consecuencia, obviamente, de su dinámica.

Para identificar el conocimiento conceptual emergente, constituyen premisas o entradas casos de estudio, principios, experiencias, marcos de trabajo, regulaciones, entre otros, que aportan información sobre el dominio de conocimiento que debe ser proyectado; Aun cuando se identifiquen nuevas fuentes documentales, lo novedoso del dominio de conocimiento constituye una barrera para la decisión estratégica de adoptar el nuevo conocimiento identificado, debido a recursos y capacidades de sistemas de trabajo que favorecen poco la inter y transdisciplinariedad (Ortega-González et al., 2014). Este elemento constituye otra debilidad de las metodologías estudiadas, al no concebir la integración del conocimiento conceptual novedoso al existente, de manera estratégica.

En este sentido, es importante explorar el conocimiento conceptual u ontológico del dominio novedoso en relación con el conocimiento del perfil profesional que ya existe en la academia (Ortega-González, et al., 2020). Con ello se pudieran identificar nuevas áreas de formación para los expertos, los docentes y, por supuesto, de los estudiantes. Para lograrlo, es imprescindible lograr capacidades para la exploración y estructuración del conocimiento conceptual en fuentes de información no estructurada, ya que es una actividad compleja cuando no se es experto en el dominio.

Para la gestión del conocimiento conceptual, el desarrollo tecnológico ha hecho posible operar con ontologías computacionales; estas permiten formalizar un dominio

del conocimiento que ha sido consensuado de manera colaborativa (Konys, 2018). A su vez, se han desarrollado procedimientos para proyectar estratégicamente el uso de este tipo de recurso (Pavón-González, et al., 2021).

Las ontologías son definidas como una representación explícita y formal de una conceptualización compartida. Compartida porque debe ser consensuada y aceptada por un grupo o comunidad para la cual la ontología ha sido construida; explícita porque se define el conocimiento implícito que existe sobre determinado dominio de conocimiento. Conceptualizada porque se construye a partir de identificar los conceptos que componen el dominio de conocimiento y las relaciones relevantes establecidas entre dichos conceptos, y formal, porque es legible por una computadora, es decir, debe ser desarrollada y puesta en marcha a través de lenguajes computacionales (Ruy, et al., 2017).

Varias han sido las ontologías que se han desarrollado para diferentes dominios de conocimiento, es por eso que antes de su consumo, su uso debe ser proyectado. Ello garantiza un compromiso formal para actuar en conformidad con el conocimiento embebido en estos recursos (Ortega-González, et al., 2014).

Basado en las potencialidades de las ontologías, el siguiente acápite propone un método que permite integrarlas a la vigilancia tecnológica, desde sus etapas tempranas. El método permite proyectar el cambio conceptual en el sistema de conocimientos de un perfil profesional para satisfacer las necesidades de las organizaciones y la sociedad contemporánea; traduce tales necesidades en especificaciones conceptuales coherentes que deben ser internalizadas en el sistema de conocimiento del perfil. Tiene la capacidad de guiar a los especialistas cuando realizan vigilancia tecnológica sobre un dominio de conocimiento novedoso; también posibilita mayor colaboración en la formulación de estrategias integradoras para el cambio, a partir de fomentar el entendimiento compartido sobre el dominio de conocimiento. Como efecto, contribuye a la integración entre grupos de investigación, así como a la actualización sistémica de los contenidos de pregrado y posgrado de diferentes disciplinas del perfil profesional.

El método diseñado incorpora la herramienta QFD basado en la propuesta de Karanjekar, et al. (2018), con el cual es posible relacionar las necesidades de los clientes con

propuestas para el diseño de currículos profesionales. El QFD es una herramienta que busca focalizar el diseño de los productos y servicios para dar respuesta a las necesidades de los clientes; significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce. En otras palabras, es “transmitir” los atributos de calidad que el cliente demanda a través de los procesos organizacionales, para que cada proceso pueda contribuir al aseguramiento de estas características. A través del QFD se puede entender lo que es realmente importante para los clientes y trabajar para cumplirlo (Karanjekar, et al., 2018).

La herramienta QFD se utiliza para proyectar el conocimiento ontológico que debe ser tenido en cuenta para conformar el sistema de conocimiento conceptual del ingeniero industrial. Dicho sistema de conocimiento se diagnóstica en base a los resultados de investigaciones científicas y programas curriculares, con lo cual se proyecta el cambio conceptual emergente del perfil profesional de acuerdo a la situación actual. La figura 2 muestra los componentes del QFD (también llamada casa de calidad), requerido para el procesamiento. En ella se especifican los siguientes elementos:

- Necesidades del cliente: Representa la voz de la organización que expresa las necesidades y expectativas organizativas que deben ser resueltas para su desempeño.
- Importancia de necesidades del cliente: Es un criterio de peso de una necesidad respecto a las otras.
- Evaluación de necesidades del cliente: Es el criterio del cliente sobre su percepción de cuán resuelta está la necesidad.
- Sistema de conceptos: Conjunto de conceptos extraídos de los recursos de conocimiento ontológico proyectados.
- Matriz de correlación: Representa el grado de influencia del sistema de conceptos en la necesidad, a través de los valores 9, 3 y 1.
- Importancia del sistema de conocimiento: Ponderación del sistema de conceptos, que se calcula a partir de su influencia en necesidades críticas.
- Evaluación del sistema de conocimiento: Métricas para evaluar el comportamiento actual del sistema de conceptos en el contenido de los resultados de investigación.

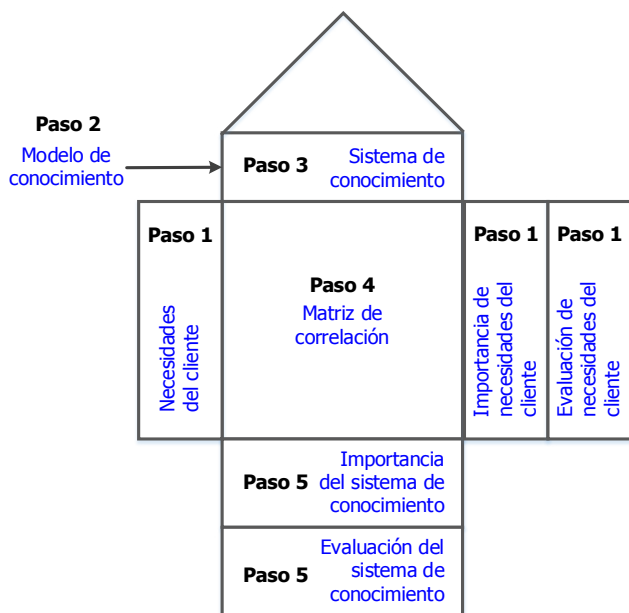


Figura 2. Modelo QFD contenido en el método.

En la figura 3 se representa la secuencia de pasos del método.

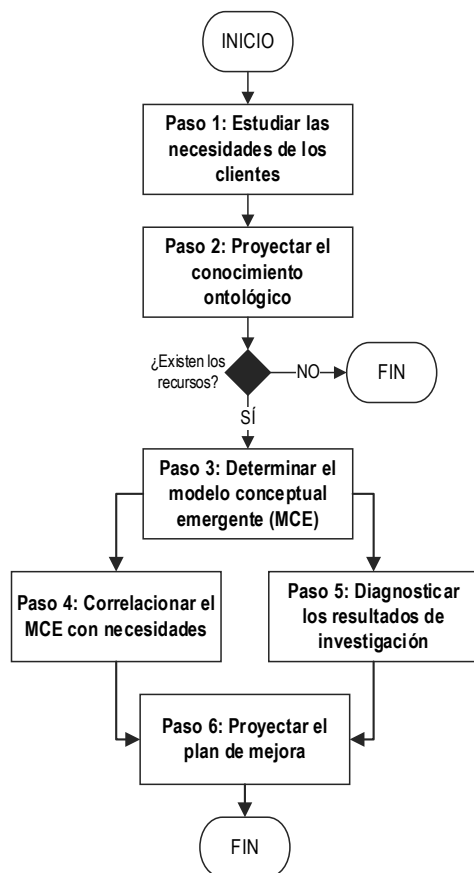


Figura 3. Método para proyectar el conocimiento en perfiles profesionales.

Paso 1: Estudiar las necesidades de los clientes

Las necesidades de los clientes son una declaración explícita de sus deseos de mejora y situaciones problemáticas en el campo de estudio que se está analizando. Deben formularse en el vocabulario del cliente. Para obtener dichas necesidades se debe realizar búsquedas en artículos, notas de prensa o entrevistas que aborden estas temáticas. Para proceder con este paso se deben:

- Listar necesidades de los clientes.
- Diseñar y aplicar encuestas para determinar la importancia y evaluación percibida por el cliente.
- Calcular peso relativo de las necesidades teniendo en cuenta las formulaciones de la tabla 1.

Tabla 1. Expresiones de cálculo para el análisis de las necesidades.

Criterios	Fórmula	Criterios	Fórmula
Cliente	n	(1) Objetivo de satisfacción	O_i (6)
Necesidad	I	(2) Razón de mejora	$R_i = \frac{E_i}{O_i}$ (7)
Importancia percibida de cada necesidad	$I_{p_i} = \frac{\sum_1^n I_{p_{in}}}{n}$	(3) Importancia absoluta	$I_{a_i} = \frac{I_{p_i}}{R_i}$ (8)
Importancia relativa de cada necesidad	$I_{r_i} = \frac{I_{p_i}}{\sum_1^i I_i}$	(4) Peso relativo	$P_{r_i} = \frac{I_{a_i}}{\sum_1^i I_{a_i}}$ (9)
Evaluación percibida de cada necesidad	$E_i = \frac{\sum_1^n E_{in}}{n}$	(5) Orden de mejora	Ordena P_{r_i} (10)

Paso 2: Proyectar el conocimiento ontológico

Un recurso de conocimiento ontológico (RCO) conceptualiza de manera explícita un dominio de conocimiento que resuelve las necesidades de los clientes identificados en el paso 1. Las necesidades se enmarcan en el dominio de la ITISCO. En esta etapa se debe realizar una vigilancia tecnológica de los recursos de conocimiento ontológico en el dominio abordado. La ejecución del paso concluye con la obtención de un RCO en el dominio de la ITISCO. Finalmente, para cumplimentar este paso se propone:

- Identificar conceptos conocidos del dominio que deben estar contenidos en el RCO.
- Formular frases de búsqueda que contengan los conceptos o necesidades de los clientes identificados.
- Buscar en repositorios de ontologías.
- Buscar los tipos de archivos: owl, .rdf, WSMML-Flight u otros en los que las ontologías son especificadas.
- Validar la calidad y filtrar los recursos encontrados, teniendo en cuenta el prestigio de los desarrolladores, los criterios de comunidades usuarias u otros aspectos de interés.

Paso 3: Determinar el modelo conceptual emergente (MCE)

El modelo conceptual emergente (MCE) es la parte dentro del RCO que satisface las necesidades listadas en el paso 1. Para definirlo se propone:

- Determinar conceptos que participan en la declaración de la necesidad (Conceptos de nivel 0).
- Explorar el RCO para encontrar los conceptos declarados en la necesidad.
- Identificar los conceptos que se relacionan directamente con la necesidad (Conceptos de nivel 1) y los conceptos que se relacionen indirectamente con la necesidad hasta un segundo nivel de profundidad (Conceptos de nivel 2).
- Evaluar la presencia del MCE en cada uno de los documentos registrados.
- Calcular el indicador que evalúa el MCE. Para ello se utilizan las expresiones de cálculo de la tabla 4.

En la tabla 2 se muestra un ejemplo para la necesidad: *Crear y desarrollar capacidades (fortalezas) de negocio aprovechando las capacidades de las TI.*

Tabla 2. Criterios para la determinación del MCE.

Criterio	Denominación	Términos
Conceptos declarados en la necesidad.	Conceptos de nivel 0	Capacidades de TI, Capacidades de negocio
Conceptos relacionados con los conceptos de nivel 0.	Conceptos de nivel 1	Políticas y principios de TI, Cadena de valor, Productos y servicios, Procesos de negocio, Objetivos, Aplicaciones software, Estrategia de negocio, Estrategia de TI, entre otros.
Conceptos relacionados con los conceptos de nivel 1.	Conceptos de nivel 2	Gestión de información, Toma de decisiones, Roles de negocio, Infraestructura de TI, entre otros.

Paso 4: Correlacionar el MCE con necesidades

Como resultado de este paso se obtiene una matriz de impacto entre las necesidades de los clientes y el MCE. Los criterios de correlación se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Criterios de correlación.

Nivel del término	Valor de correlación	Descripción
Términos de nivel 0	9	Relación fuerte
Términos de nivel 1	3	Relación media
Términos de nivel 2	1	Relación débil

Paso 5: Diagnosticar los resultados de investigación

El diagnóstico de cuán abordado es el MCE en la formación se realiza basado en el análisis documental de tesis de grado, tesis de posgrado, publicaciones y planes de formación. Para ello se debe:

- Registrar el volumen documental en un gestor bibliográfico que facilite el análisis conceptual.

Tabla 4. Expresiones de cálculo para el análisis del modelo de conocimiento.

Criterios	Fórmula
Valor de correlación	(11)
Peso absoluto	(12)
Peso relativo	(13)
Cantidad de trabajos que abordan el término	(14)
Evaluación del sistema de conocimiento	(15)
Orden de influencia	(16)

Paso 6: Proyectar el plan de mejora

Basado en los resultados del paso 6, se deben proyectar estrategias, de modo que los elementos críticos sean cubiertos por un plan de acción. Los resultados del paso 6 pueden ser interpretados teniendo en cuenta los criterios de la tabla 5. En el siguiente acápite se aplica el método en la facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE.

Tabla 5. Criterios para la interpretación de los resultados.

Evaluación	Orden de influencia	Interpretación	Acciones
Bajo	Alto	La temática se está abordando poco en los proyectos de investigación, cuando está siendo de vital importancia para las organizaciones.	Abrir proyectos de investigación relacionados con la temática.
Bajo	Bajo	La temática se está abordando poco en los proyectos de investigación, aunque satisface adecuadamente las demandas de las organizaciones.	Mantener funcionamiento
Alto	Alto	La temática se está abordando en los proyectos de investigación, sin embargo, las soluciones que se proyectan no satisfacen las demandas de las organizaciones.	Planificar cursos de entrenamiento para abordar adecuadamente la temática.

Evaluación	Orden de influencia	Interpretación	Acciones
Alto	Bajo	La temática se está abordando en los proyectos de investigación y satisface adecuadamente las demandas de las organizaciones.	Mantener funcionamiento

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El método fue aplicado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) donde se estudia la carrera de ingeniería industrial. Ésta última fue creada desde 1961 y prepara profesionales cuya función es la de conductor de procesos de cambio en toda la cadena de valor, conformada por suministros - transportación - producción - venta - servicios de posventa. Estudia las interrelaciones que se presentan entre los recursos humanos, financieros, equipamiento, materiales, energéticos y de información con el objetivo de lograr el máximo rendimiento, eficiencia, eficacia y competitividad de cualquier organización optimizando sus procesos mediante la planificación, organización, conducción y control (Pérez de Armas et al., 2019). La carrera de ingeniería industrial de la CUJAE es rectora en relación con los centros homólogos desde que fue creada, y se ha acreditado a nivel nacional desde 1998 como carrera de Excelencia en 3 procesos certificativos. De acuerdo a las características y el compromiso de la facultad de II, es necesaria la creación de capacidades para percibir las necesidades de conocimiento que contribuyan al desarrollo de la sociedad cubana, ante la evolución e impacto de las tecnologías de la información en los procesos de gestión organizacional.

Para ello la CUJAE desarrolla el observatorio tecnológico desde diciembre de 2006, que fue impulsado como apoyo a la planeación estratégica (Delgado-Fernández et al., 2011; Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016a). Para llevar a cabo el observatorio, cada investigador dentro de la universidad es una entidad de vigilancia; es decir, detecta y revela información y conocimiento que nace de su experiencia, obtenida de eventos científicos, consulta de revistas y libros en bases de datos científicas, impartición de docencia universitaria o confrontación con otros científicos dentro de su rama de investigación (Moyares-Norchales & Infante-Abreu, 2016a).

Sin embargo, esta manera de proceder se ve afectada cuando existe un conocimiento novedoso que afecta al sistema de conocimientos de la ingeniería industrial y, de manera transversal, a todas sus disciplinas. Se requiere, así, la implicación de la alta dirección para proyectar el

cambio conceptual que impacte en la asimilación del dominio de conocimiento novedoso. Aunque está concientizada dicha demanda, todavía no se logra una integración efectiva con impacto directo en los resultados de investigación. La problemática se identificó basado en el análisis de la producción científica de la facultad. El gráfico temático de la figura 4 muestra el resultado del procesamiento de tesis y artículos generados en la facultad desde 2014 a 2018, donde solo 33 tesis de 684 analizadas conciben el concepto TI y conceptos asociados, lo cual representa el 4% del total.



Figura 4. Análisis documental de producciones científicas de la facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE en el período 2014 -2018.

El análisis evidencia que las soluciones que se generan como resultado de las investigaciones requieren mayor incorporación de capacidades de TI. En consecuencia, se aplica el método de proyección del cambio conceptual en el sistema de conocimientos de la carrera, de modo que contribuya a la formación de un egresado que impacte eficientemente en el dominio de la ITISCO. Más abajo, se muestran los resultados obtenidos por cada paso del método.

Paso 1: Estudiar las necesidades de los clientes.

Como se describe en la introducción, en la actualidad las empresas deben desarrollar competencias de gestión con el uso de TI. Se han revisado referentes de TI con el objetivo de determinar las necesarias en este ámbito de actuación. El estudio reveló un conjunto de competencias que fueron sometidas a un proceso de validación por individuos que pertenecen a organizaciones cubanas. De ellos, el 73% desempeñan sus funciones a un nivel estratégico y el resto a un nivel táctico; el 100% ejecutan actividades de gestión en su organización, y perciben la necesidad de integrar TI en su accionar diario. En la tabla 6

se muestran los resultados de la aplicación de este paso. El orden de mejora especifica la necesidad emergente y no la más importante para las organizaciones. Dicho indicador se obtiene de aplicar las fórmulas descritas en el paso 1 del método.

Tabla 6. Orden de mejora de las necesidades de clientes.

Necesidades de los clientes	Orden
Identificar oportunidades de negocio aprovechando la infraestructura de internet y los servicios que ofrece la web.	9
Crear y desarrollar capacidades (fortalezas) de negocio aprovechando las capacidades de TI.	8
Aprovechar las funcionalidades de TI para optimizar los procesos de información y conocimiento (procesos de gestión y toma de decisiones)	1
Crear, compartir y manejar información y conocimiento organizacional y de sus recursos humanos.	12
Agregar valor a los clientes ofreciéndoles productos, servicios y atención personalizada.	11
Seleccionar, evaluar y formar los recursos humanos para el trabajo con la información y el conocimiento.	3
Disponer de información con calidad para la toma de decisiones en todas las áreas (funciones) y niveles de la organización (estratégico-táctico-operativo)	15
Analizar problemas éticos, culturales, y legales de sistemas de información automatizados.	13
Cumplir con las normas y regulaciones relacionadas con la gestión de la información y el uso de TI.	14
Certificar la calidad de los servicios y la seguridad digital	10
Reducir de manera sustancial el tiempo que se requiere para desarrollar, producir y entregar productos y servicios de información y conocimiento.	2
Fortalecer las relaciones organizacionales estratégicas entre clientes, proveedores, subcontratistas y otros a través de los sistemas de información.	4
Planificar estratégicamente las inversiones en TI para reducir el ciclo de recuperación de la inversión.	5
Reducir riesgos, incidentes y fallas en los proyectos de sistemas de información	7
Mejorar la habilidad del negocio para gestionar TI a su favor.	6

Paso 4: Determinar el modelo conceptual emergente (MCE).

La ontología Metamodelo Essential puede ser cargada en el software Protegé por lo que se utilizó el catálogo de exploración de ontología propuesto por Ortega-González, et al. (2020). Como resultado se obtuvieron visualizaciones

de la ontología que facilitaron identificar los conceptos relevantes para el análisis, los cuales se presentan y se evalúan más adelante.

Paso 5: Correlacionar el MCE con necesidades.

La correlación se realizó navegando por los mapas conceptuales que ofrecen las visualizaciones de la ontología. En la tabla 7 se muestra un ejemplo de la aplicación para la necesidad: *Identificar oportunidades de negocio aprovechando la infraestructura de Internet y los servicios que ofrece la web*. Para el valor de correlación 9 se muestran los conceptos que están de manera explícita en la necesidad; en el valor de correlación 3 se muestran los conceptos que según la ontología se relacionan directamente con el concepto explícito de necesidad, mientras que para el valor de correlación 1 se muestran los conceptos relacionados con aquellos que están en el nivel 3.

Paso 6: Diagnosticar los resultados de investigación

Se obtuvieron los trabajos de diploma de Ingeniería Industrial, las tesis de maestría y trabajos de posgrado, así como artículos generados por las líneas de investigación de la facultad, y fueron almacenados en el gestor bibliográfico EndNote. En total se procesaron 684 referencias de los últimos 5 años (2014-2018) para analizar la presencia de los principales conceptos contenidos en el modelo de conocimiento y se obtuvieron los resultados que muestra la tabla 7.

Tabla 7. Ejemplo de correlación del concepto con la necesidad.

Valor de correlación	
9	Motivaciones del negocio. Aplicaciones software. Infraestructura de TI.
3	Políticas y principios de TI. Procesos de negocio. Objetivo de negocio. Dominio de negocio. Capacidades de TI. Objetivos de TI. Estrategia de TI. Sistema de información. Calidad del servicio del negocio. Desempeño de TI. Calidad del servicio de TI
1	Políticas y principios de negocio. Cadena de valor. Capacidad de negocio. Problemas organizacionales. Gestión de información. Actores y roles del negocio. Toma de decisiones basado en conocimiento

Paso 7: Proyectar el plan de mejora.

En la figura 5 se muestra la evaluación del sistema de conceptos. Basado en dicha evaluación se proponen acciones para los 10 que influyen más en la satisfacción de las necesidades de los clientes. La tabla 8 muestra dos grupos de conceptos, asociados a los cuales se proyectaron acciones.

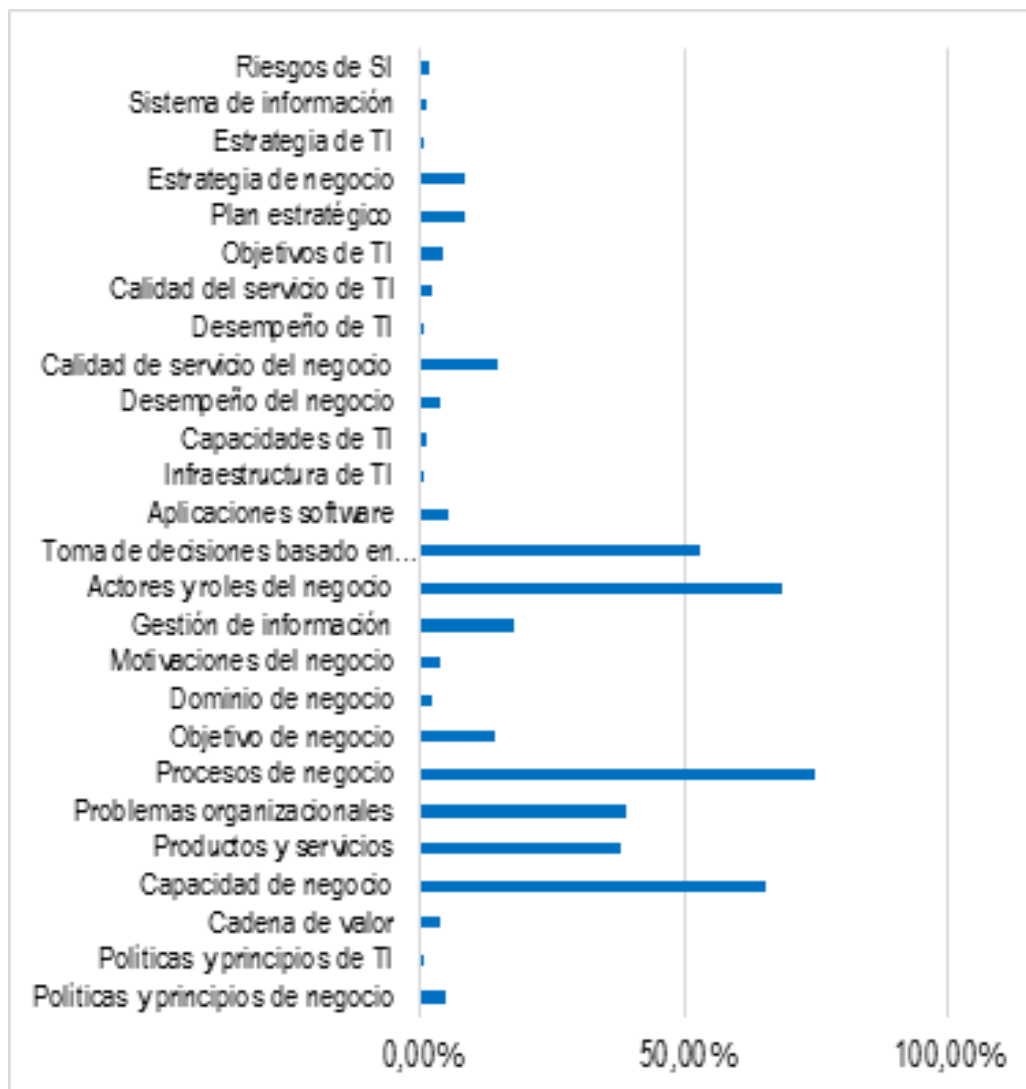


Figura 5. Evaluación del modelo de conocimiento emergente.

Tabla 8. Propuestas de acciones.

Grupo	Orden	Conceptos	Evaluación
Temáticas muy abordadas	1	Gestión de información	17,84%
	2	Toma de decisiones basada en conocimiento	52,88%
	6	Capacidad de negocio	65,41%
	8	Procesos de negocio	74,56%
Temáticas poco abordadas	3	Políticas y principios de TI	0,44%
	4	Capacidades de TI	1,17%
	5	Sistema de información	1,32%
	7	Aplicaciones software	5,26%
	9	Estrategia de TI	0,29%
	10	Infraestructura de TI	0,44%

Como resultado de la aplicación de la metodología en la facultad, se proyectaron acciones en el grupo de investigación de Informática Empresarial, que ayudan a la formación del ingeniero industrial de acuerdo a las demandas de la sociedad.

A continuación, se listan algunas de ellas:

- A. Apertura de líneas de investigación que abordan las temáticas de planificación estratégica de sistemas de información, evaluación y selección de tecnologías para los negocios.
- B. Incorporación en las soluciones de mejora de capacidades de gestión organizacional propuestas por el grupo de investigación, la factibilidad de alinearlos con las capacidades de TI existentes.
- C. Incorporación en las asignaturas de modelado de procesos de negocio, metodologías que favorezcan aplicar buenas prácticas de TI a los modelos propuestos.
- D. Inclusión de nuevas asignaturas y contenidos relacionados con la vigilancia tecnológica, la innovación con TI y la transformación digital.

CONCLUSIONES

Las organizaciones cubanas demandan conocimiento para integrar capacidades de TI a las capacidades de gestión que les permita ser más competentes en la actual sociedad de la información y el conocimiento. Los resultados de investigación de la facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE deben fortalecerse para crear competencias en sus egresados para la adopción de capacidades de TI, de lo contrario se limitan las capacidades de los sistemas organizacionales y la sociedad, en sentido general.

El método propuesto ayuda a concebir un modelo conceptual que direcciona líneas de investigación y planes de formación para satisfacer estas demandas de profesionales al servicio de la sociedad de la información y el conocimiento. La originalidad del método radica en utilizar sistemas de conocimiento capturados en ontologías computacionales en el dominio de la ITISCO, y vincularlos al despliegue de la función de calidad. Para institucionalizarlo, se ha incorporado al observatorio tecnológico de la CUJAE, de modo que se faciliten mecanismos de proyección de nuevos conocimientos al sistema de formación e innovación de la ingeniería industrial.

La facultad ha proyectado acciones enfocadas en la creación de capacidades de gestión de TI, ya que constituyeron las temáticas menos abordadas en los resultados de investigación, que no habían estado concebidas de manera integrada en las capacidades de gestión que se desarrollan. El nuevo plan de estudio recién proyectado para la carrera de ingeniería industrial en Cuba ya

contiene estas mejoras para satisfacer a organizaciones y la sociedad, en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bilge, P., Seliger, G., Badurdeen, F., & Jawahir, I. S. (2016). A Novel Framework for Achieving Sustainable Value Creation Through Industrial Engineering Principles. *Procedia CIRP*, *40*, 516-523.
- Cancino, C. A., La Paz, A. I., Ramaprasad, A., & Syn, T. (2018). Technological innovation for sustainable growth: An ontological perspective. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 31-41.
- Delgado-Fernández, M., Infante-Abreu, M., Abreu-Lee, Y., Infante-Pérez, O., Díaz-Batista, A., & Martínez-Moreno, J. (2011). Vigilancia Tecnológica en una Universidad de Ciencias Técnicas. *Ingeniería Industrial*, *32*(1), 69-75.
- Díaz-Canel-Bermúdez, M. M., & Delgado-Fernández, M. (2020). Government management model oriented to innovation. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, *4*(3), 300-321.
- Fontalvo, T. J., & De La Hoz, E. J. (2018). Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 en una Universidad Colombiana. *Formación universitaria*, *11*, 35-44.
- Karanjekar, S., Lakhe, R., & Deshpande, V. (2018). Building QFD model for technical education: Students as stakeholders. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, *8*(1), 621-634.
- Konys, A. (2018). Knowledge systematization for ontology learning methods. *Procedia Computer Science*, *126*, 2194-2207.
- Legner, C., et al. (2017). Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business & information systems engineering*, *59*(4), 301-308.
- Moyares-Norchales, Y., & Infante-Abreu, M. B. (2016a). Caracterización de los observatorios como plataformas para la gestión de la vigilancia tecnológica en el sector de la Educación Superior. *Enlace: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, *13*(1), 11-27.
- Moyares-Norchales, Y., & Infante-Abreu, M. B. (2016b). Elementos distintivos de los sistemas de vigilancia tecnológica en el contexto cubano e internacional. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED)*, *27*(3), 361-374.

- Ortega-González, Y. C., Blanco-González, J., Cobiellas-Herrera, L. M., Delgado-Fernández, M., & Pavón-González, Y. (2014). Diagnóstico del conocimiento ontológico de una comunidad de práctica en el dominio de los sistemas de información. *Ingeniería Industrial*, *35*(1), 60-73.
- Ortega-González, Y. C., Carli, G., Grandi, A., & Delgado-Fernández, M. (2011). *The specification of competency questions: an ontological support to match business processes, IT and competences of professionals*. Paper presented at the Proceedings of the 5th European Conference on Information Management and Evaluation - ECIME 2011.
- Ortega-González, Y. C., Delgado-Fernández, M., Hernández-Güell, C., Pavón-González, Y., & Infante-Abreu, M. B. (2020). Catálogo de patrones y métodos de exploración de ontologías para la sistematización del conocimiento en la Integración de las Tecnologías de Información. *Revista Cubana de Transformación Digital*, *1*(3), 124-142.
- Pascal Filho, D. S. M., & Jeronimo de Macedo, D. D. (2021). A model for automated technological surveillance of web portals and social networks. *Journal of Intelligent Information Systems*, *3*.
- Pavón-González, Y., Ortega-González, Y. C., Infante-Abreu, M. B., Souchay-Alzugaray, S., & Cobiellas-Herrera, L. M. (2021). Método de modelado conceptual de procesos de negocio a niveles ontológico y situado con alcance de arquitectura empresarial. *DYNA*, *88*(216), 227-236.
- Pavón-González, Y., Puente-Baró, L., Infante-Abreu, M., & Blanco-González, J. (2018). Experiencia de trabajo para la configuración del ERP Odoon en pequeños negocios. Caso de éxito en Tostonet. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, *26*(3), 514-527.
- Pérez de Armas, M., Curbelo Hernández, M., & Núñez Chaviano, Q. (2019). Pertinencia y diseño curricular, una mirada desde la carrera de ingeniería industrial en la universidad de Cienfuegos. *Revista Conrado*, *15*(71), 68-76.
- Ruy, F. B., Guizzardi, G., Falbo, R. A., Reginato, C. C., & Santos, V. A. (2017). From reference ontologies to ontology patterns and back. *Data & Knowledge Engineering*, *109*, 41-69.
- Van den Homberg, M., Monné, R., & Spruit, M. (2018). Bridging the information gap of disaster responders by optimizing data selection using cost and quality. *Computers & Geosciences*, *120*, 60-72.
- Vernadat, F., Chan, F., Molina, A., Nof, S., & Panetto, H. (2018). Information systems and knowledge management in industrial engineering: recent advances and new perspectives. *International Journal of Production Research*, *56*(8), 2707-2713.