

KMoS-SSA: Gestión sistémica del conocimiento

Jorge Rodas-Osollo¹, Karla Olmos-Sánchez¹,
Irina O. Kotlyarova², Alicia Jimenez-Galina¹

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,
Instituto de Ingeniería y Tecnología,
México

² Universidad Estatal de los Urales del Sur,
Facultad de Mecánica y Tecnología,
Federación Rusa

{jorge.rodas, kolmos, alicia.jimenez}@uacj.mx,
kio-ppo@mail.ru

Resumen. En la actualidad, la tecnología desempeña un papel crucial, permeando nuestra vida y marcando una era de transformación digital y cognitiva. Aquellos que adoptan esta transformación ingresan en la llamada Era Cognitiva, donde la Inteligencia Artificial y las Tecnologías de la Información facilitan un soporte sólido a la toma de decisiones. Sin embargo, esta transición genera ansiedad provocando cambios rápidos e inadecuados, impulsados por una simplificación excesiva de dominios complejos para hacerlos más accesibles a la IA y las TI. Este artículo comunica al marco KMoS-SSA como integrador de la Gestión del Conocimiento y del Enfoque Sistémico para desarrollar soluciones basadas en IA, deseables, efectivas y factibles en dominios complejos. Este enfoque transdisciplinar reconoce la importancia del conocimiento tácito de los especialistas del dominio, así como la complejidad de los dominios, ofreciendo una vía conveniente para abordar los desafíos de la transformación digital y cognitiva.

Palabras clave: Transformación digital y cognitiva, gestión del conocimiento, enfoque sistémico, representación del conocimiento, KMoS-SSA.

KMoS-SSA: Systemic Knowledge Management

Abstract. In the current era, technology plays a pivotal role, influencing our lives and marking a period of digital and cognitive transformation. Those who embrace this transformation enter the Cognitive Era, where Artificial Intelligence and Information Technologies provide robust support for decision-making. However, this transition generates anxiety, leading to rapid and inadequate changes driven by an excessive simplification of complex domains to make them more accessible to AI and IT. This paper introduces the KMoS-SSA framework, which integrates Knowledge Management and the Systemic Approach to develop AI-based solutions that are desirable, effective, and feasible in complex domains. This transdisciplinary approach recognises the importance of tacit knowledge from

domain specialists and the complexity of the domains, offering a convenient avenue to address the challenges of digital and cognitive transformation.

Keywords: Digital and cognitive transformation, knowledge management, systemic approach, knowledge representation, KMoS-SSA.

1. Introducción

En el mundo contemporáneo, la tecnología desempeña un papel fundamental, permeando nuestra vida consciente e inconscientemente y marcando una era de transformación digital y cognitiva. En este contexto, las tecnologías digitales utilizan datos, información y conocimiento para impulsar procesos inteligentes y tomar decisiones ágiles, respondiendo en tiempo real o en el menor tiempo posible, a los cambios del entorno. Aquellos que han adoptado la transformación digital se adentran en la denominada Era Cognitiva (EC), donde la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías de la Información les permiten gestionar datos, información y conocimiento para tomar decisiones y lograr resultados deseados [29].

Sin embargo, esta transición hacia la EC ha generado ansiedad por aprovechar todas las herramientas disponibles, lo que ha dado lugar a cambios rápidos y transformaciones digitales o cognitivas que pueden resultar inadecuadas. Esto se debe, en gran medida, a una simplificación excesiva de dominios naturalmente complejos para hacerlos más accesibles y garantizar el éxito de las herramientas de IA [15].

No obstante, esta simplificación limita el apoyo a la toma de decisiones estratégicas, por parte de tales herramientas, y a los cambios necesarios en el funcionamiento de los actores del dominio. Por lo tanto, es crucial reconocer las características de los dominios complejos para trabajar adecuadamente con ellas y encontrar soluciones deseables, efectivas y factibles. Una comprensión inadecuada de estos dominios podría conducir al desarrollo de cuasi-soluciones que no abordan eficazmente los problemas y que pueden ocasionar resultados inexactos, pérdida de confianza, costos adicionales, e incluso, riesgos de seguridad.

Este artículo presenta un modelo de proceso que guía la conceptualización, especificación y desarrollo de soluciones inteligentes en dominios complejos, utilizando la Gestión del Conocimiento (GC) y el Pensamiento Sistémico (PS). Este enfoque sistémico no solo considera las diversas perspectivas y soluciones de los actores del dominio, sino también cómo utilizan y comparten la información y el conocimiento. Estas soluciones deben ser efectivas y adaptarse a las necesidades de los usuarios en contextos caracterizados por múltiples elementos interconectados, ambigüedad e incertidumbre, lo que provoca emergencia.

Debido a estas situaciones emergentes, el Conocimiento Tácito (CT) de los especialistas del dominio (ED) adquiere relevancia y requiere una gestión eficaz. A diferencia del enfoque tradicional de la IA, que tiende a simplificar en exceso los dominios complejos, nuestro enfoque aborda estas complejidades de manera integral. La combinación de la GC [21], a través del proceso sistemático KMoS-RE, y PS, a través de metodología de sistemas flexibles (MSF) [4, 18] permite una adaptación continua del conocimiento en respuesta a la evolución y emergencia de las circunstancias.

Este enfoque, especialmente MSF, ha demostrado su eficacia en una variedad de dominios complejos, desde la gestión de residuos médicos hasta la ciberseguridad y la agroindustria del café [30, 33, 8, 1]. El marco integrador KMoS-SSA[26], que se comparte en este documento, se fundamenta en estos principios y metodologías, ofreciendo una vía para abordar los desafíos de la transformación digital y cognitiva de manera efectiva.

2. Antecedentes

2.1. Pensamiento sistémico

El Pensamiento Sistémico (PS) sigue siendo crucial para abordar situaciones complejas al analizar las interacciones entre los elementos de un sistema [7]. Se distingue entre el enfoque del pensamiento sistemático, que se centra en la estructura y el comportamiento de los sistemas, y el pensamiento sistémico, que reconoce la naturaleza interconectada de los elementos de un sistema. Ambos enfoques enfatizan la importancia de adoptar una visión holística y comprender las interrelaciones entre las partes de un sistema y sus principios clave [25] son:

- Enfoque holístico: Aborda las interacciones y relaciones del sistema, reconociendo que el comportamiento sistémico surge de la dinámica entre sus partes.
- Circuitos de retroalimentación: Integra bucles donde la salida de un proceso influye la entrada de otros, amplificando o estabilizando cambios.
- Interconexión: Los componentes están intrínsecamente interconectados, y los cambios en una parte pueden tener efectos en todo el sistema.
- Actuación en contextos complejos: Facilita acciones efectivas en dominios complejos comprendiendo las estructuras y los circuitos de retroalimentación.
- Emergencia: Reconoce propiedades y comportamientos resultantes de las interacciones del sistema.
- Causalidad: Explora relaciones causales complejas y no lineales.
- Límites: Establece los límites del sistema para determinar qué elementos se incluyen.
- Retroalimentación y aprendizaje: Implica mecanismos de retroalimentación para ajustar estrategias en función de los resultados pasados.
- Cambio sistémico: Aborda problemas sistémicos y promueve cambios significativos.

El PS ha demostrado eficacia en diversos ámbitos, desde la gestión hasta la ingeniería y las ciencias sociales [25, 17, 9].

2.2. Metodología de sistemas flexibles

La MSF aborda problemas intrincados en dominios donde no existe una solución única y clara. Se debe considerar como un modelo de aprendizaje que prioriza la comprensión de las percepciones y necesidades de los individuos involucrados,

empleando modelos conceptuales flexibles para explorar diversas perspectivas y formular soluciones deseables, efectivas y factibles. La MSF comprende varios pasos: identificación del problema intrincado, análisis de perspectivas, elaboración de modelos conceptuales flexibles, exploración de soluciones y selección de una solución aceptable. Sus ideas fundamentales [3] son:

- Abordaje de la complejidad del mundo real,
- Reconocimiento de múltiples cosmovisiones,
- Generación de nuevos conocimientos sobre problemas intrincados,
- Selección de soluciones efectivas, factibles y deseables.

La MSF es una herramienta valiosa para enfrentar retos en dominios complejos, que implica la toma de decisiones y la gestión del cambio [25] al comprender la dinámica subyacente y proponer alternativas satisfactorias.

2.3. Gestión del conocimiento

La GC implica obtención del conocimiento explícito a partir del tácito, captura, almacenamiento, distribución y aplicación efectiva del conocimiento dentro de una organización. Se centra en identificar el conocimiento crítico, basado en la experiencia—que suele ser tácito [23], facilitar su intercambio y aprovecharlo para mejorar procesos y decisiones. La GC enfrenta desafíos al gestionar el conocimiento tácito (CT) [19, 17], que abarca el conocimiento intuitivo y experiencial difícil de articular con palabras, pues implica establecer mecanismos para obtenerlo, compartirlo y transferirlo, por ejemplo, entre los miembros de una organización. La integración de conocimientos técnicos es crucial para mejorar la toma de decisiones y fomentar la innovación y el aprendizaje organizativo en ámbitos complejos. En este sentido, años atrás, habíamos integrado a la GC en una estrategia para la ingeniería de requisitos llamada KMoS-RE [20]. Este enfoque permite especificar soluciones en dominios de estructura informal, donde la mayor parte del conocimiento es tácito y derivado de la experiencia. KMoS-RE demostró aplicaciones exitosas en diversos escenarios del mundo real [21, 27].

2.4. Incorporación de MSF en KMoS-RE

Tras explorar y experimentar con herramientas arraigadas en la filosofía del PS, se consideró ventajosa la incorporación de características de MSF en KMoS-RE. Esto implicaba establecer una estructura fundacional que englobara herramientas, métodos y procesos para abordar eficazmente los entresijos de los dominios complejos, tal y como se explica en la sección 3.3. La idea de integrar la tecnología de la información en la GC no es nueva; Nakamori [17] aboga por la colaboración entre ambas disciplinas. Sostiene que, mientras que la GC se ha centrado predominantemente en enfoques sistémicos del conocimiento, lograr la innovación únicamente a través de ésta es todo un reto. Por el contrario, el PS, especializado en abordar problemas intrincados, se enfrenta a retos

formidables cuando se ocupa de dominios complejos y se esfuerza por gestionar piezas de conocimiento afines a las prácticas de la GC. En última instancia, el argumento postula que los esfuerzos de colaboración entre la GC y el PS exigen superar retos sustanciales, entre los que se incluyen éste y otros. Estos retos abarcan la incorporación del conocimiento tradicional al proceso de GC y requieren la participación imperativa de un grupo altamente especializado de profesionales y otros actores involucrados en el proceso emergente. Cabe mencionar que la MSF puede reforzar KMoS-RE al evitar la simplificación excesiva de un dominio complejo y al considerar diversos aspectos como la cultura y el entorno de toma de decisiones. Se ha establecido un marco estratégico llamado **KMoS-SSA**³ [26] que permite a la GC generar opciones estratégicas mediante un análisis sistémico flexible. Este marco involucra a profesionales especializados y apoya la reflexión continua para lograr soluciones eficientes, deseables y satisfactorias.

3. Dominio complejo

En la EC actual, los modelos que comunican perspectivas del mundo real se integran en ecosistemas cognitivos [29], definiendo dominios donde se toman decisiones y se abordan situaciones problemáticas [27]. Los actores, al enfrentarse a estas soluciones, emplean funciones mentales para tomar decisiones basadas en el CT, como la heurística, las reglas empíricas y las emociones. Sin embargo, con el avance de la tecnología informática, ha habido una simplificación excesiva de los modelos y análisis en diversos ámbitos, excluyendo la incorporación del pensamiento humano, la inteligencia y el conocimiento experiencial en la conceptualización y especificación de soluciones [15].

A modo de ejemplo, consideremos el estrés laboral, el cual constituye un problema grave y recurrente a nivel global. Este dominio puede dar lugar a comportamientos emergentes imprevisibles, como el agotamiento emocional y la despersonalización, que se manifiestan a través de síntomas tales como ansiedad, depresión, trastornos del sueño y problemas cardiovasculares. Asimismo, puede repercutir negativamente en la productividad y la eficiencia organizativa, generando ausentismo, rotación de personal, disminución del compromiso laboral y deterioro del rendimiento y desempeño laborales. No obstante, también puede tener un impacto positivo en la organización, aunque determinar hasta qué punto es apropiado o no, constituye una tarea compleja [22].

El desarrollo de soluciones inteligentes en este ámbito implica la consideración de una diversidad de datos, información y perspectivas o cosmovisiones (CV), dado que el estrés laboral puede ser percibido de manera diferente por los empleados, supervisores y la alta dirección, contribuyendo así a su naturaleza ambigua. Es importante destacar que, por lo general, estas soluciones deben ser llevadas a cabo por un grupo de proveedores especializados en soluciones, quienes suelen ser neófitos en el ámbito del estrés laboral, lo que aumenta la complejidad al requerir técnicas de gestión y representación del conocimiento para llegar a consensos, conceptualizar, diseñar e implementar dichas soluciones.

³KMoS-SSA del inglés Knowledge Management of Strategic options through Soft Systemic Analysis.

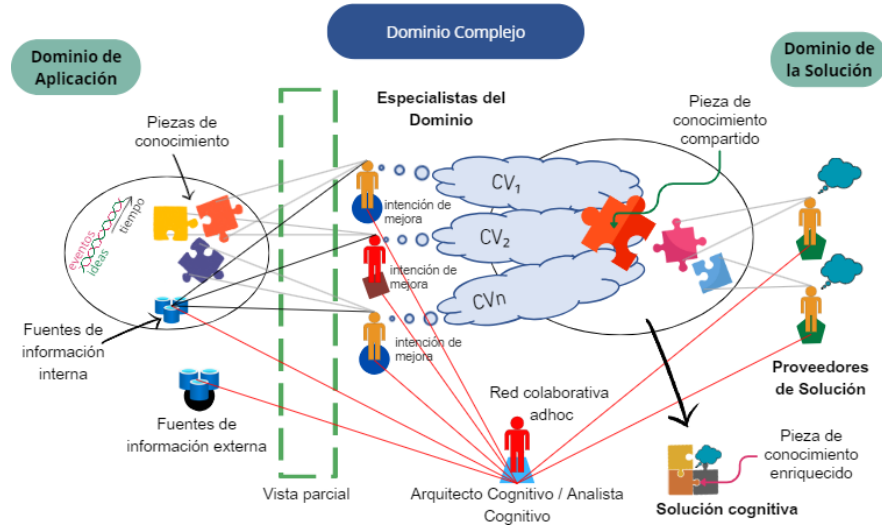


Fig. 1. Vista de características de un DCEI, que incluye un dominio de aplicación y un dominio de solución. Los expertos del dominio (ED) participan activamente, aportando conocimientos parciales según sus roles, que pueden ser varios. Su conocimiento es principalmente tácito, informal y no estructurado. Los conceptos y relaciones en el dominio son ambiguos y derivan de la experiencia de los ED. El DCEI es dinámico y emergente, con un flujo interactivo de eventos, ideas y conocimientos influenciados por fuentes internas y externas. El dominio de solución involucra proveedores, dirigidos por el Analista Cognitivo, que supervisa la colaboración entre los ED. Los proveedores aportan conocimientos para desarrollar soluciones tangibles o intangibles basadas en el conocimiento enriquecido.

3.1. Definiendo al dominio complejo

Un Dominio Complejo de Estructura Informal (DCEI) se caracteriza por la presencia de actores, sus procesos cognitivos, comportamientos e interacciones. Los componentes de este dominio muestran intrincadas interconexiones, abordando diversos niveles de conocimiento y experiencia, con límites difusos. El trabajo colaborativo se desarrolla de forma social, cultural, intuitiva y consensuada. Los actores comparten interconexiones que contienen información explícita y conocimientos tácitos, contribuyendo a comprender la naturaleza del problema o necesidad. Surgen múltiples cosmovisiones del fenómeno, generando alternativas para abordarlo, con o sin soluciones algorítmicas.

Afrontar los retos de un DCEI requiere la pericia de un equipo especializado, ya que los datos, la información y el conocimiento dentro de este dominio son heterogéneos y predominantemente tácitos. Además, el DCEI se caracteriza por altos niveles de ambigüedad e incertidumbre [27]. La comunicación eficaz entre los actores del DCEI es difícil debido a estas características y a la presencia de diferentes dominios de conocimiento en él. Por lo tanto, es esencial un procedimiento sistemático y de pensamiento sistémico para establecer un lenguaje común y garantizar una comunicación de alto nivel, lo que puede requerir una importante inversión de tiempo y recursos.

Los ED tienen cosmovisiones particulares de los dominios y de las situaciones problemáticas, según se pueden apreciar en la representación visual del DCEI, figura 1, como nubes etiquetadas “CV”, lo que exige su compromiso para resolver la problemática o atender las necesidades. A pesar de tener piezas comunes de conocimiento es imperativo que cada ED este comprometido a resolver la problemática o atender las necesidades pues por lo general es un conocimiento consensuado el que prosperara dando forma a la alternativa de solución.

3.2. Ciclo de enriquecimiento del conocimiento

El ciclo de enriquecimiento del conocimiento se representa como un proceso cíclico de bucles simétricos que convergen en el centro, formando una estructura horizontal infinita, como se ilustra en la Figura 2. Este ciclo implica dos conjuntos de etapas de límites difusos: las alineadas con el PS y las asociadas con las aplicaciones del mundo real. Las acciones, en cada etapa, giran en torno a la adquisición, ampliación y perfeccionamiento constante del conocimiento del dominio para sustentar la conceptualización y construcción de alternativas para resolución de problemas o atención de necesidades. Aunque los detalles específicos de cada conjunto de etapas pueden variar en función de las características del DCEI analizado, un conjunto fundamental de etapas que contempla el PS incluye típicamente:

- **Elicitación del Conocimiento (ElicCon):** Proceso sistemático de identificación, obtención y organización de información relevante para comprender un dominio.
- **Enriquecimiento del Conocimiento (EnrCon):** Reflexión exhaustiva y validación de las piezas de conocimiento recopiladas, evaluando su pertinencia y conexión con la problemática desde la cosmovisión de cada ED.
- **Generación de Modelos (GenMdl):** Generación de modelos para representar la estructura y dinámica del dominio.
- **Discusión del Modelo (DiscMdl):** Presentación y explicación de modelos para validar su precisión y fomentar la reflexión entre los actores.
- **Validación del Modelo (ValMdl):** Evaluación crítica de la correspondencia del modelo con la realidad y retroalimentación para mejoras.

Este ciclo promueve el aprendizaje continuo y la mejora iterativa del conocimiento del dominio, facilitando la toma de decisiones informadas. Sus acciones suelen llevarse a cabo de manera iterativa y colaborativa, involucrando a diversos actores y utilizando herramientas específicas basadas en los requisitos del análisis sistémico.

3.3. Esquema de trabajo guiado por MSF

Esta subsección presenta una visión general del marco KMoS-SSA quien desarrolla un esquema de trabajo estructurado que incorpora los principios y herramientas de la GC y MSF, entre otros. A continuación se describe la secuencia de acciones como se aprecia en la Figura 3.

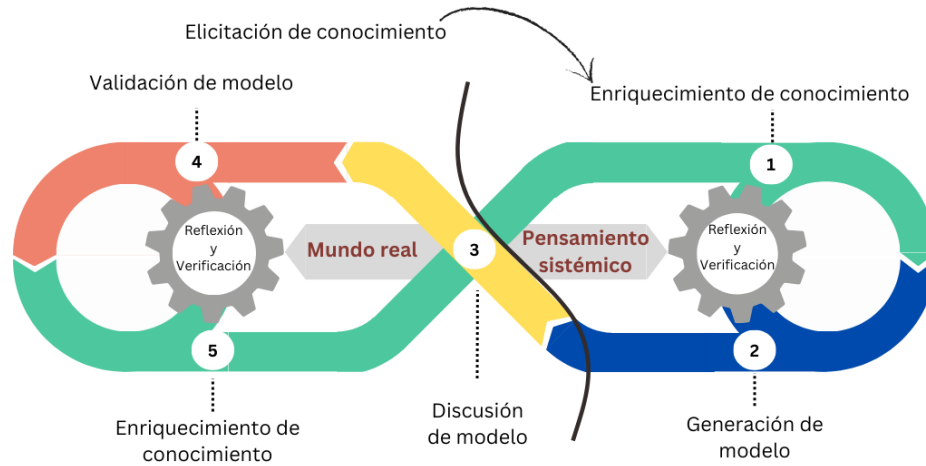


Fig. 2. El ciclo de enriquecimiento de conocimientos se representa visualmente como un proceso cíclico de bucles simétricos que convergen en el centro, formando una estructura horizontal infinita. Este ciclo consta de dos conjuntos de etapas con límites difusos: aquellas alineadas con el pensamiento sistémico y las conectadas con alternativas del mundo real. Dentro del ciclo, las etapas activas se identifican mediante círculos numerados y colores asociados. Es de suma importancia resaltar que la etapa de enriquecimiento del conocimiento se integra en ambos ciclos, y la etapa de discusión del modelo los conecta intrincadamente. Además, en ambos ciclos se llevan a cabo de manera sistemática actividades de reflexión y validación.

1. Evaluación del DCEI y de las necesidades de intervención.
2. Toma de decisiones facilitada por herramientas del PS.
3. Encuadre y conceptualización de la problemática, seguido de la discusión y validación de modelos.
4. Reflexión y verificación recurrentes para garantizar la precisión y relevancia de la información y los modelos.
5. Enriquecimiento del conocimiento para respaldar la toma de decisiones.
6. Análisis exhaustivo de datos e información para reducir incertidumbres y optimizar recursos.
7. Generación de modelos para representar la estructura y dinámica del dominio.
8. Evaluación de la idoneidad de las soluciones propuestas.

4. La GC y PS en el marco KMoS-SSA

El marco KMoS-SSA promueve un abordaje holístico del DCEI, considerando tanto elementos estructurados como no estructurados y dimensiones sociales y culturales, destacando:

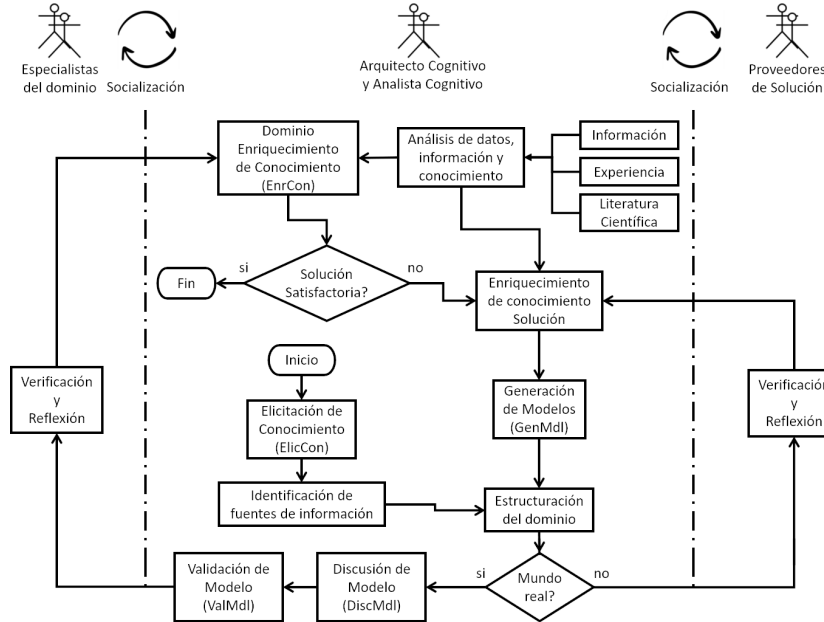


Fig.3. corresponde a una representación del marco KMoS-SSA, visualizando las etapas y actividades fundamentales para la GC. Los cuadros rectangulares denotan las etapas y sus respectivas actividades, mientras que los rombos simbolizan las decisiones. Los puntos “inicial” “final” se señalan con elipses. En la parte superior, las figuras humanas representan los principales actores de un DCEI, así como sus interacciones.

1. **Análisis de Problemas y Necesidades:** Análisis exhaustivo de los problemas y necesidades presentes dentro del ámbito definido, utilizando herramientas como entrevistas, encuestas y análisis de documentos para recopilar información y conocimientos sobre los desafíos existentes.
2. **Reconocimiento de las Interconexiones:** Se analizan las interconexiones entre los diferentes actores, elementos o componentes desde la perspectiva sistémica, identificando cómo los cambios en alguno de estos elementos pueden tener repercusiones en otros.
3. **Obtención de Requisitos:** Se emplean entrevistas, talleres y cuestionarios para recopilar requisitos de los responsables de decisiones y actores clave del DCEI, con énfasis en comprender sus expectativas y necesidades.
4. **Análisis de Contingencias y Escenarios:** Se exploran diversos escenarios y situaciones para comprender las contingencias y posibles variaciones en el comportamiento del dominio, identificando requisitos que aborden todos los escenarios potenciales dentro del DCEI.
5. **Modelización del DCEI a través del Conocimiento del Dominio:** Se recurre a herramientas de modelado para representar visualmente las piezas de conocimiento, requisitos y otros elementos pertinentes mediante imágenes, descripciones

documentadas, diagramas de casos de uso, diagramas de flujo y modelos conceptuales. El propósito radica en mejorar la comunicación y asegurar la comprensión entre todos los actores del dominio.

6. Documentación de la Adquisición de Elementos de Conocimiento y su Impacto en el DCEI: Se elabora una documentación exhaustiva que abarca todas las prioridades y restricciones derivadas de las preferencias de los actores dentro del DCEI, especialmente de los tomadores de decisiones.

5. Discusión y trabajo futuro

El presente artículo destaca que el marco KMoS-SSA proporciona soluciones prácticas a instituciones, organizaciones o empresas que buscan mitigar los impactos de los problemas dentro de un DCEI. Específicamente, en el ámbito del estrés laboral, donde están emergiendo los primeros resultados positivos del KMoS-SSA [12], el marco contribuye significativamente al diálogo en curso sobre estrategias eficaces de gestión de este DCEI en particular. En los últimos 10 años, el KMoS-SSA ha resuelto con éxito dos problemas por año, alcanzando una tasa de satisfacción del 95.243 %. Ha abordado una amplia gama de áreas complejas, desde la atención médica hasta la logística, mediante el desarrollo de herramientas y sistemas para mejorar la cognición humana y la eficiencia de procesos.

El enfoque del KMoS-SSA en requisitos y representación del conocimiento ha permitido desarrollar soluciones innovadoras para problemas del mundo real, como la prevención de enfermedades crónicas y la optimización logística. Es importante recordar que el antecedente de KMoS-SSA, KMoS-RE, se ha centrado en el uso de técnicas de análisis de requisitos, enriquecidas con técnicas de psicología y comunicación, para el diseño de soluciones cognitivas, especialmente en un DCEI. En este sentido, el KMoS-SSA ha permitido definir requisitos de conocimiento y obtener las piezas de conocimiento necesarias para el desarrollo de las soluciones.

Ha demostrado ser particularmente útil en DCEI, donde la definición de componentes y la determinación de piezas de conocimiento se abordan de manera colaborativa entre todos los actores del dominio. Las soluciones convencionales pueden ser insuficientes para abordar las intrincadas problemáticas presentes en los DCEI, lo que subraya la importancia de adoptar enfoques innovadores y adaptables, incluida la integración de tecnologías cognitivas como algunas herramientas de IA. En el caso del estrés laboral, un desafío clave es gestionar eficazmente el vasto conocimiento, tanto tácito como implícito, necesario para abordar sus diversos aspectos.

Históricamente, tanto las tácticas sistémicas como las de gestión del conocimiento han enfrentado dificultades cuando se aplican por separado en dominios complejos, como la gestión ambiental y empresarial [10, 21], las problemáticas sociales y de salud mental [32, 28], y la sostenibilidad [31], entre otros. En consecuencia, estos desafíos persisten debido a la complejidad inherente de tales asuntos. La convergencia y armonización de perspectivas, cosmovisiones y prácticas de gestión del conocimiento, entre otros factores, presentan complejidades que demandan la formulación de filosofías o enfoques integrados para abordar eficazmente la complejidad de los DCEI.

En este sentido, el marco KMoS-SSA emerge como una opción idónea para la gestión del conocimiento con un enfoque sistémico. En su evolución actual, en 2024, el KMoS-SSA se ha fortalecido con la inclusión de enfoques sistémicos, específicamente las intervenciones de los métodos de sistemas flexibles, lo que ha generado un nicho de oportunidad interesante para abordar situaciones del mundo real que se caracterizan por complejas interacciones, diversas perspectivas y la gestión de relaciones de poder en el contexto de una EC. Esta inclusión tiene como objetivo principal facilitar y adoptar la gestión sistemática del conocimiento. Una situación interesante que ejemplifica estos conceptos es el DCEI del estrés laboral, el cual presenta una problemática intrincada que se ve exacerbada en la EC y reviste una importancia sustancial debido a sus consecuencias adversas para la salud pública, la economía, las organizaciones y la sociedad en general.

El estrés laboral, un dominio complejo caracterizado por la diversidad de la fuerza laboral, la participación de especialistas de diversas disciplinas y la dinámica organizacional, halla en el marco KMoS-SSA una solución práctica para mitigar sus repercusiones dentro del contexto de la innovación empresarial. Con un enfoque sistémico robustecido, este marco está demostrando generar resultados positivos en la gestión del estrés laboral, aportando de manera significativa al diálogo en torno a estrategias efectivas para su abordaje.

Entre estas estrategias se incluye el desarrollo de un juego serio fundamentado en la teoría de Karasek [13] para la sensibilización sobre el estrés laboral [16], la implementación de una ontología del estrés laboral [24], y actualmente se encuentra en curso la elaboración de un sistema recomendador basado en grafos de conocimiento para la gestión del estrés laboral en el sector de la industria maquiladora [2]. Los dominios complejos, como el estrés laboral, son una parte intrínseca de la vida cotidiana, extendiéndose más allá de casos específicos a contextos donde las personas utilizan conocimientos para tomar decisiones, resolver problemas y satisfacer necesidades. Así, herramientas como el KMoS-SSA son esenciales para abordar eficazmente estos dominios, ya sea a nivel industrial, institucional o en cualquier organización que experimente procesos de transformación cognitiva.

A pesar de los logros obtenidos, hay espacio para mejoras, por lo que se están desarrollando tres tesis doctorales para ampliar aún más el alcance y la eficacia del marco KMoS-SSA en la resolución de problemas complejos. Una de estas tesis se centra en el desarrollo de un metaproceto para la implementación de una arquitectura cognitiva ad hoc [14]. Este metaproceto supervisaría y coordinaría todas las etapas del proceso, incluyendo la planificación estratégica, el análisis y diseño, el desarrollo, la implementación, la evaluación, la optimización y el mantenimiento, con el fin de garantizar que la arquitectura cognitiva avance de manera eficiente y se alcancen los objetivos establecidos [12]. Otra de las tesis se enfoca en investigar técnicas de representación de piezas de conocimiento derivadas del conocimiento tácito, como es el caso del conocimiento geométrico [5]. Finalmente, uno de los desafíos más destacados que plantea un DCEI es el relacionado con la transferencia de conocimiento.

Aunque partimos de una fuerte influencia del modelo SECI [6], aún queda mucho por hacer en cuanto a la formalización de un proceso de negociación y confianza basado en el afecto y en la cognición de los especialistas del dominio y otros actores relevantes

del DCEI, con el fin de lograr compartir y utilizar eficazmente el conocimiento tácito [11]. En conclusión, este artículo ha expuesto el marco KMoS-SSA como una herramienta efectiva para abordar dominios complejos, al integrar enfoques adaptables para gestionar la complejidad inherente a la transformación digital y cognitiva de las organizaciones. Al adoptar este marco, es posible mejorar la toma de decisiones, fomentar la innovación y enfrentar de manera más efectiva los desafíos contemporáneos que surgen en diversos dominios complejos.

Referencias

1. Aviad, A. E., Wecel, K., Abramowicz, W.: A semantic approach to modelling of cybersecurity domain. *Journal of Information Warfare*, vol. 15, no. 1, pp. 91–102 (2016)
2. Bretado-Retana, J. H.: Support system for organizational decision making of work stress using knowledge graphs. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, vol. 2, no. 1, pp. 18 (2023)
3. Checkland, P. B.: Soft systems methodology. *Human Systems Management*, vol. 8, no. 4, pp. 273–289 (1989) doi: 10.3233/hsm-1989-8405
4. Checkland, P., Poulter, J.: Soft systems methodology. *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide*, pp. 201–253 (2020) doi: 10.1007/978-1-4471-7472-1_5
5. de-Mello, F. L., de-Carvalho, R. L.: Knowledge geometry. *Journal of Information and Knowledge Management*, vol. 14, no. 4, pp. 1550028 (2015) doi: 10.1142/s0219649215500288
6. Farnese, M. L., Barbieri, B., Chirumbolo, A., Patriotta, G.: Managing knowledge in organizations: a Nonaka's SECI model operationalization. *Frontiers in Psychology*, vol. 10, pp. 2730 (2019) doi: 10.3389/fpsyg.2019.02730
7. Forrester, J. W.: *Industrial dynamics*. MIT Press (1961)
8. Hadi, A. H., Suprihatin, Sukardi, Pramuhadi, G., Marimin, Susantyo, B., Wahyono, E.: Sustainability concept design of robusta coffee agroindustry Kalibaru with soft system and decisions support system methods. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 18, no. 5, pp. 1339–1350 (2023) doi: 10.18280/ijstdp.180504
9. Hanafizadeh, P., Mehrabioun, M.: The nature of hard and soft problems and their problemsolving perspectives. *Journal of Systems Thinking in Practice*, vol. 1, no. 3, pp. 22–48 (2022) doi: 10.22067/JSTINP.2022.79419.1024
10. Hassan, S.: Soft systems methodology in environment-aware case-based reasoning system analysis. *Information Technology Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 467–473 (2010) doi: 10.3923/itj.2010.467.473
11. Holste, J. S., Fields, D.: Trust and tacit knowledge sharing and use. *Journal of Knowledge Management*, vol. 14, no. 1, pp. 128–140 (2010) doi: 10.1108/13673271011015615
12. Jiménez-Galina, A. M., Maldonado-Macias, A. A., Olmos-Sánchez, K. M., Licona-Olmos, J. G.: Necesidad de una metodología de representación del conocimiento para sistemas complejos en dominios de estructura informal: Artículo sobre enfoques empírico-teóricos. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering Research and Innovation, Sesión B2* (2023)
13. Karasek, R. A.: Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implication for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, no. 2, pp. 285–308 (1979)
14. Kotseruba, I., Tsotsos, J. K.: 40 years of cognitive architectures: core cognitive abilities and practical applications. *Artificial Intelligence Review*, vol. 53, no. 1, pp. 17–94 (2018) doi: 10.1007/s10462-018-9646-y
15. Larson, E. J.: *The myth of artificial intelligence: Why computers can't think the way we do*. Harvard University Press (2021) doi: 10.2307/j.ctv322v43j

16. Maldonado-Macías, A. A., Olmos-Sanchez, K. M., Jiménez-Galina, A. M., Pereyra-Manriquez, J. D.: Serious game prototype for burnout awareness among maquiladora employees in Ciudad Juárez. *Ergonomía Ocupacional, Investigaciones y Aplicaciones*, vol. 15, pp. 341–355 (2022)
17. Nakamori, Y.: Fusing systems thinking with knowledge management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 29, no. 3, pp. 291–305 (2020) doi: 10.1007/s11518-019-5450-8
18. Nikhlis, N., Iriani, A., Hartomo, K. D.: Soft system methodology (SSM) analysis to increase the number of prospective students. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74 (2020) doi: 10.29407/intensif.v4i1.13552
19. Nonaka, I., Takeuchi, H.: The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Harvard Business Review*, pp. 96–104 (1995)
20. Olmos-Sanchez K., Rodas-Osollo, J.: A strategy of requirements engineering for informally structured domains. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, vol. 7, no. 2, pp. 49–56 (2016)
21. Olmos-Sanchez, K., Rodas-Osollo, J.: Helping organizations manage the innovation process to join the cognitive era. In: *Proceedings of the 8th International Conference in Software Engineering Research and Innovation*, pp. 1–10 (2020) doi: 10.1109/conisoft50191.2020.00012
22. Organización Internacional del Trabajo: Gestión de los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo durante la pandemia de COVID-19. pp. 36 (2020)
23. Polanyi, M.: *Personal knowledge*. University of Chicago, 2nd Edition, pp. 492 (1958)
24. Pérez-Campos, A. P., Olmos-Sánchez, K. M., Maldonado-Macías, A., Jiménez-Galina, A. M.: Desarrollo de una ontología de estrés laboral orientada a la industria maquiladora en la frontera de México. In *Memorias Científicas y Tecnológicas*, vol. 2, no. 1, pp. 56–57 (2022)
25. Reynolds, M., Holwell, S.: *Systems approaches to making change: A practical guide*. Springer London, pp. 201–253 (2020) doi: 10.1007/978-1-4471-7472-1
26. Rodas-Osollo, J., Olmos-Sánchez, K., Kotlyarova, I., Jimenez-Galina, A.: KMoS-SSA: Gestión sistémica del conocimiento. In: *Congreso Mexicano de Inteligencia Artificial* (2024)
27. Rodas-Osollo, J., Olmos-Sánchez, K., Portillo-Pizaña, E., Martínez-Pérez, A., Alemán-Meza, B.: An archetype of cognitive innovation as support for the development of cognitive solutions in smart cities. *Innovative Applications in Smart Cities*, pp. 89–105 (2021) doi: 10.1201/9781003191148-8
28. Rodas-Osollo, J., Olmos-Sánchez, K.: Toward optimization of medical therapies with a little help from knowledge management. *Recent Advances in Knowledge Management* (2022) doi: 10.5772/intechopen.101987
29. Rodas-Osollo, J.: An interesting adventure accompanied by CMCg.I model. *Zenodo* (2023) doi: 10.5281/zenodo.10111223
30. Rohajawati, S., Fairus, S., Saragih, H., Akbar, H., Rahayu, P.: A combining method for systems requirement of knowledge - based medical hazardous waste. *TEM Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 1761–1768 (2021) doi: 10.18421/tem104-37
31. Tona, O., Asatiani, A.: Designing digital solutions for sustainability: Navigating conflicting stakeholder requirements with dignity in mind. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, pp. 1–8 (2023) doi: 10.1177/20438869231216995
32. Trochim, W. M., Cabrera, D. A., Milstein, B., Gallagher, R. S., Leischow, S. J.: Practical challenges of systems thinking and modeling in public health. *American Journal of Public Health*, vol. 96, no. 3, pp. 538–546 (2006) doi: 10.2105/ajph.2005.066001
33. Zahid, A., Sharma, R., Wingreen, S., Inthiran, A.: Soft systems modelling of design artefacts for blockchain-enabled precision healthcare as a service. In: *Proceedings of the International Conference on Electronic Business*, vol. 22, pp. 451–467 (2022)