

ARTÍCULOS ORIGINALES



Catálogo de patrones y métodos de exploración de ontologías para la sistematización del conocimiento en la Integración de las Tecnologías de Información

*Pattern Catalog and Method of Ontology Exploration
for the Systematization of Knowledge
in the Integration of Information Technologies*



Yadary Cecilia Ortega González

yog@ind.cujae.edu.cu • <http://orcid.org/0000-0001-7706-4924>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA, CUJAE, CUBA

Mercedes Delgado Fernández

mercedes@esceg.cu • <http://orcid.org/0000-0003-2556-1712>

ESCUELA SUPERIOR DE CUADROS DEL ESTADO Y DEL GOBIERNO, CUBA

Carlos Hernández Güell

dezguell@gmail.com

BLOOMBERG INDUSTRY GROUP, BRASIL

Yanelis Pavón González

nelispavon@gmail.com • <http://orcid.org/0000-0002-7149-5173>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA, CUJAE, CUBA

Marta Beatriz Infante Abreu

miabreu@ind.cujae.edu.cu • <http://orcid.org/0000-0003-2753-8647>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA, CUJAE, CUBA

Recibido: 2020-11-03 • Aceptado: 2020-12-04

RESUMEN

La adaptación al cambio tecnológico es un imperativo, dado el gran dinamismo de las Tecnologías de Información (TI). En este escenario, el aprendizaje de nuevos conceptos resulta una capacidad cognitiva y organizacional que debe fortalecerse para percibir la necesidad del cambio. En el artículo se parte de reconocer las bondades de las ontologías para explicitar y acumular –de forma consistente– dominios de conocimientos que constituyen buenas prácticas.



Su exploración es una vía para sistematizar los nuevos conceptos en pos de la adaptación al cambio tecnológico. Sin embargo, la exploración de ontologías es una actividad compleja desde el punto de vista tecnológico y cognitivo. Por consiguiente, el objetivo es presentar el desarrollo de una tecnología compuesta por un catálogo de patrones, así como los métodos para su uso ante distintas necesidades de exploración de estos recursos de conocimiento. Para desarrollar la tecnología se realizó una vigilancia tecnológica con el fin de inventariar y caracterizar herramientas que permitan la visualización de ontologías, así como para la identificación de recursos ontológicos. La observación directa y el análisis documental se utilizaron para determinar necesidades de exploración. La modelación se empleó para especificar los procesos de gestión y uso de la tecnología. Se diseñaron y aplicaron cuestionarios para comprobar las capacidades y experiencia de uso de la tecnología propuesta. Se concluye sobre la usabilidad de la tecnología y su utilidad para la sistematización del conocimiento, con impacto en las actividades de concepción de soluciones organizacionales en las que se requiere la integración de las TI.

PALABRAS CLAVES: sistematización del conocimiento, exploración de ontologías, catálogo de patrones, integración de tecnologías de información, concepción de soluciones organizacionales.

ABSTRACT

Adapting to technological change is an imperative, given the great dynamism of Information Technology (IT). In this scenario, learning new concepts results in a cognitive and organizational capability that must be strengthened to perceive the need for change. The paper starts from recognizing the benefits of ontologies to explicitly and consistently accumulate knowledge domains that constitute good practices. Ontology exploration is a way to systematize the new concepts in order to adapt to technological change. However, ontology exploration is a complex activity from technological and cognitive points of view. Therefore, the objective is to present the development of a technology composed of a catalog of patterns, as well as the methods for its use in the face of different exploration needs of these knowledge resources. To develop the technology, a technological surveillance was carried out in order to inventory and characterize tools that allow the visualization of ontologies, as well as for the identification of ontological resources. Direct observation and documentary analysis were used to determine exploration needs. Modeling was used to specify the technology management and use processes. Questionnaires were designed and applied to verify the capabilities and experience of using

the proposed technology. It is concluded on the usability of technology and its usefulness for knowledge systematization, with an impact on the activities of organizational solutions conception in which the IT integration is required.

KEYWORDS: *knowledge systematization, ontology exploration, catalog of patterns, information technology integration, organizational solutions conception.*

INTRODUCCIÓN

La generación de información en el dominio de la Integración de capacidades de Tecnologías de Información (ITI) en los disímiles contextos de aplicación posibles crece a un ritmo vertiginoso, es multifacética, está fragmentada y poco estructurada (Ortega-González and Delgado-Fernández 2011), afectando la eficacia en la toma de decisiones para integrar nuevas capacidades de las TI, según los requisitos impuestos por el entorno que no han sido asimilados.

Las deficiencias que existen para construir y reutilizar sistemas taxonómicos que ayuden a clasificar el gran volumen de información en este dominio, la dependencia de un conocimiento experto transdisciplinar, muchas veces inaccesible (Ortega-González and Delgado-Fernández 2011) y la poca madurez de los sistemas de vigilancia tecnológica para detectar marcos conceptuales de referencia y experiencias en el cambio con TI (Moyares-Norchales and Infante-Abreu, 2016; Ortega-González and Delgado-Fernández, 2011; Delgado-Fernández and Arrebato-Agüero, 2011), constituyen barreras para la formación de estas capacidades.

En los últimos años se han reportado métodos que contribuyen a generar capacidades para la asimilación de estos cambios (Pavón-González, *et al.*, 2019; Blanco-González, *et al.*, 2018; Pérez-Armayor, *et al.*, 2017; Romero and Vernadat 2016; Lapalme, *et al.*, 2016). Aunque todos manejan la noción de capacidad de TI, en mayor o menor grado, el hecho de que el conocimiento relativo a una TI en específico no forme parte de las bases de conocimiento de la organización (Banaeianjahromi and Smolander 2016), y de que el valor de la tecnología sea percibido de modos diversos por desarrolladores y usuarios (Ortega-González 2014; Dulipovici and Robey 2013), incide negativamente en la generación de respuestas adaptativas ante las fuerzas de cambio tecnológicas.

En este escenario, uno de los principales retos estriba en cómo formar una inteligencia colectiva que permita desarrollar la capacidad de percepción de las fuerzas internas o externas que originan la necesidad del cambio con TI, en un ambiente actual de gran dinamismo de estas tecnologías (Ruiz-Jhones 2018). De este modo surge la necesidad de operar con vocabularios comunes de base que emergen en el dominio de la ITI, estandarizados según las buenas prácticas, y que contemplen la diversidad de puntos de vista de acuerdo a roles y situaciones de trabajo (Ortega-González, *et al.*, 2016).

Dichos sistemas conceptuales deben poder incrementarse de manera iterativa, manteniendo su coherencia y consistencia lógica. Así, se contribuiría a lograr mayor efectividad en el cambio conceptual que inevitablemente ocurre en el esquema mental de cada individuo y grupo, a raíz del empleo de los métodos de trabajo para la integración de TI (Ortega-González, *et al.*, 2014).

Para darle respuesta a las necesidades y deficiencias antes expuestas, se han estudiado las bondades de las ontologías computacionales para la explicitación y formalización del conocimiento conceptual. Sostenidamente, las ontologías se están empleando para la recuperación de información y el procesamiento del lenguaje natural (Yu 2019), en el desarrollo de soluciones educativas (Gasmi and Bouras 2018; Gavrilova 2010), en la gestión del conocimiento (Kurvaeva, *et al.*, 2018), en el diseño de nuevos productos y servicios (Li, *et al.*, 2018), para habilitar programas de interoperabilidad empresarial y de gobierno (Jardim-Goncalves, *et al.*, 2013), en los procesos de la ingeniería del *software* (de Graaf, *et al.*, 2014), de sistemas de información (Romero and Vernadat 2016), y de diseño organizacional (Silega-Martínez 2017; Kappelman and Zachman 2013; Blanco-González and Ortega-González 2011), entre otras aplicaciones con impacto en los más diversos sectores de la economía y la sociedad a nivel global.

La anterior reseña expone la madurez que ha alcanzado la ingeniería ontológica. No obstante estos empeños, se requiere continuar trabajando por el desarrollo de capacidades para propiciar el reuso del conocimiento capturado en ontologías (Pavón-González, *et al.*, 2019; de Almeida-Falbo, *et al.*, 2014; Gavrilova, *et al.*, 2010), para su sistematización, enfocándose en el factor humano (Ortega-González, *et al.*, 2016). La sistematización del conocimiento es cardinal para la formación de las competencias integrativas (Delgado-Fernández 2017; Ortega-González, *et al.*, 2012), que son esenciales para dar una respuesta adaptativa ante el cambio con TI, lo que es más necesario en entornos de baja cultura de gestión de estas tecnologías.

Los altos esfuerzos mentales que implican la y explotación de ontologías (Ortega-González 2016; Negru, Haag and Lohmann 2013; Gavrilova 2010), condenan su uso, mayoritariamente, a usuarios expertos en ingeniería ontológica. De este modo se identifican reservas en la capacidad de individuos y grupos para alinear su conocimiento a modelos ontológicos que reflejen buenas prácticas, y así afrontar la concepción del cambio, articulados en comunidades de práctica (Ortega-González, *et al.*, 2014).

Para contribuir a solucionar esta problemática se propone como objetivo del artículo una tecnología para la exploración de ontologías que impacta en la sistematización del conocimiento ontológico, lo que es de utilidad en los estadios iniciales en que se conciben soluciones organizacionales que requieren de la Integración de las Tecnologías de Información (ITI). Primeramente, se abordan las capacidades que brindan las ontologías en el contexto de la ITI, luego se describe la tecnología de exploración propuesta, compuesta por un Catálogo de Patrones para la Exploración de Ontologías (CPEXO) y un compendio de métodos para su uso, denominado Métodos para la Exploración de Ontologías (MEXO). Finalmente se muestran las capacidades que se generan al usar las tecnologías de exploración para sistematizar el conocimiento en contextos de ITI.

CAPACIDAD DE LAS ONTOLOGÍAS EN LOS DOMINIOS DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Las ontologías son recursos semánticos, que capturan sistemas de conceptos con los cuales se estructura el contenido de los dominios de conocimiento; son llamadas recursos de conocimiento ontológico. Sus potencialidades para expresar el significado de los conceptos de un dominio facilitan la sistematización del conocimiento, porque tienen un rol mediador en la gestión del conocimiento tácito y ayudan en la transferencia del conocimiento débilmente estructurado (Ortega-González, *et al.*, 2018).

Cuando se utilizan para representar un conocimiento sistematizado, se erigen en una micro teoría de los tipos de entidades y relaciones que se creen válidas en la realidad o fenómeno modelado (Ortega-González, *et al.*, 2014). Por lo tanto, constituyen modelos de referencia, de valor para guiar la racionalidad de los individuos y facilitar la comunicación entre estos (Kitamura and Mizoguchi 2004). Estas capacidades contribuyen a garantizar un enfoque sistémico y, por ende, calidad en las decisiones desde la concepción; también, a transferir la lógica de tales decisiones a lo largo de todo el ciclo de vida de una solución organizacional (Ortega-González, *et al.*, 2012).

En correspondencia con la problemática presentada, es necesario generar vías para el estudio sistemático de las buenas prácticas relacionadas con las TI, desde las primeras etapas de concepción de la integración. La ITI es un dominio de actuación en el que continuamente están emergiendo nuevos conocimientos. En los dominios que operan con conocimiento emergente no se identifican estructuras o secuencias adecuadas para enfrentar las actividades de trabajo (Wade and Hulland 2004). Las capacidades requeridas en este tipo de trabajo van desde saber qué preguntarle al entorno (Ortega-González and Delgado-Fernández 2011), hasta la decisión de qué presupuestos conceptuales determinan tanto el espacio del problema como el de la solución (Markus, Majchrzak, and Gasser 2002).

Se trata de procesos de resolución de problemas débilmente estructurados, que sistemáticamente requieren enfrentar estrategias de aprendizaje para percibir la necesidad de cambio con TI, a partir de que se proyecten soluciones en el dominio.

La percepción de la necesidad de cambio es una capacidad de individuos y organizaciones inteligentes (Choo 2006) que, ante el reconocimiento de la objetividad de la existencia de fuerzas de cambio de TI, y de que éstas reconfiguran nuevas necesidades del mercado y el entorno, estructuran un sistema de trabajo para identificar oportunidades tecnológicas no realizadas, problemas internos y requisitos impuestos por el entorno. Está basado, fundamentalmente, en actividades de vigilancia tecnológica (Ortega-González and Delgado-Fernández 2011), orientadas a buscar e interpretar, de manera situada, la información del entorno, a partir de lo que se crea un nuevo conocimiento que tiene sentido para el individuo y la organización. El conocimiento creado constituye una base para tomar decisiones sobre el curso de acción a seguir, identificando los objetivos de cambio pertinentes a la gestión de una solución, así como los recursos y capacidades que deben comprometerse para alcanzar las transforma-

ciones propuestas. Pero, el hecho de que la información en el dominio de la ITI crezca a un ritmo vertiginoso, sea multifacética, esté fragmentada y poco estructurada (Ortega-González and Delgado-Fernández 2011), afecta la eficiencia y eficacia en la búsqueda y procesamiento de dicha información, y a la toma de decisiones para desarrollar o adquirir, e integrar TI.

Por lo tanto, en ambientes de gran dinamismo en los que el conocimiento tecnológico deviene rápidamente obsoleto, como el de las TI, las estrategias de exploración y explotación de modelos conceptuales de referencia se consideran válidas para el desarrollo de las competencias requeridas (Salehi and Yaghtin 2015). Estas prácticas de aprendizaje contribuyen a disminuir la brecha entre las necesidades de conocimiento y las buenas prácticas sistematizadas en dichos modelos. Si se considera que en los dominios de conocimiento emergente los conceptos están poco sistematizados, entonces se comprende la objetividad de problemáticas de índole semántica, que tienen lugar cuando los actores atribuyen significados diferentes a los términos con los que intentan comunicarse para concebir una solución.

La negociación de significados se convierte en un elemento a gestionar (Carlile 2004, Abraham, Aier, and Winter 2015), por el impacto que tiene en la eficiencia en los procesos decisivos, lo que aún es un reto a resolver, para lograr que el compromiso con las transformaciones con TI pase de ser un acto formal, a ser uno en que los individuos sean más conscientes de la complejidad de este cambio y de la necesidad impostergable de enfrentarlo (Ruiz-Jhones, *et al.*, 2018; Pérez-Armayor, *et al.*, 2017; Pavón-González, *et al.*, 2019; Ortega-González, *et al.*, 2014)

En tal sentido, de operarse con recursos de conocimiento que declaren explícitamente el significado de los conceptos con los que se formalizan los modelos de referencia para la ITI, se ayudaría a alcanzar eficiencia en la comunicación y aprendizaje individual y grupal, lo que obliga a volcarse hacia el uso de tecnologías para el cambio conceptual que operen con la semántica (Lapalme, *et al.*, 2016; Hinkelmann, *et al.*, 2016; Ortega-González, *et al.*, 2018), para poder sistematizar buenas prácticas que emergen en el dominio de la ITI.

Teniendo en cuenta el análisis previo, se han compendiado un conjunto de requisitos definidos a estos modelos de referencia para propiciar el cambio conceptual en dominios de conocimiento emergente, a través de la dinámica: construcción de significados, cognición y comunicación, que tienen lugar durante la concepción de soluciones que ocurre en los estadios iniciales de la ITI. Los requisitos son:

- Explicitar la semántica de los términos del lenguaje en que se comunica el modelo, separando el conocimiento declarativo del dominio, del procedimental, para transferir los presupuestos de la concepción, a terceras partes involucradas en actividades que tienen lugar en estadios posteriores a la concepción (Carlile 2004, Ortega-González, *et al.*, 2012); es, además, el fundamento para que un mismo dominio de conocimiento pueda ser reutilizado en diferentes contextos de uso (Carlile 2004).
- Permitir la exploración de la estructura del dominio de conocimiento que haya sido capturada en un modelo de referencia, para tareas de clasificación que son determinantes para el aprendizaje. Las taxonomías son necesarias, porque aportan eficiencia a la exploración, al explicitar la estructura jerárquica del dominio. La “navegación” por la jerarquía

del dominio de conocimiento es un primer paso para detectar cadenas de causalidades y aquilatar la complejidad del dominio (Gavrilova 2010).

- Acumular nuevos conocimientos manteniendo la coherencia y consistencia lógica del modelo de referencia (Mizoguchi 2003). La acumulación del conocimiento constituye un requisito para la adaptación, ante la evolución sistemática que experimenta el dominio de la ITI, mientras que el chequeo de la consistencia lógica responde a la necesidad de mantener el enfoque sistémico cuando es ineludible aunar diferentes puntos de vista, explicar sus relaciones y hacer nuevas inferencias de conocimiento, que, a su vez, pueden ser integradas.

Tales requisitos imponen la necesidad de emplear tecnologías para el cambio conceptual que operen con la semántica. El objetivo es proveer marcos cognitivos que guíen la racionalidad de individuos y grupos, para sistematizar las buenas prácticas durante la concepción. Existen varios formalismos para la representación del conocimiento conceptual; entre éstos: las listas de términos, los tesauros, mapas conceptuales y ontologías (Ortega-González 2016). Son las ontologías las seleccionadas, por cumplir con los requisitos previos, y porque, como ya se ha dicho, han proliferado a raíz del desarrollo de los métodos de trabajo para el diseño de sistemas de información y la ingeniería organizacional (Hinkelmann, *et al.*, 2016).

Aunque una ontología pueda tomar varias formas, necesariamente incluye un vocabulario de términos y alguna especificación sobre su significado en un contexto, lo que restringe las posibles interpretaciones que puede tener un término. Esta imposición es beneficiosa para la comunicación, en la medida en que mitiga las problemáticas derivadas del hecho de que el lenguaje natural es rico, expresivo, polisémico y, por ende, ambiguo. Mediante la acotación del significado de un término a un contexto, se está expresando los usos atribuidos al vocabulario en dicho contexto. Es un reflejo del carácter pragmático del conocimiento, lo que es subjetivo por naturaleza (Abraham, Aier, and Winter 2015). Cuando se especifica una ontología, se está estableciendo un compromiso (visión de un fenómeno de la realidad) con los propósitos que se pretende que tenga el conocimiento que ha sido representado en la ontología.

Al guiar la racionalidad por la estructura del conocimiento que ha sido capturado en una ontología, se es más consciente de los elementos que integran las diferentes partes de un sistema y, por lo tanto, se es más racional para tomar decisiones que conduzcan a la integración; es una vía para el desarrollo de las competencias integrativas requeridas para tratar la no linealidad de los sistemas complejos (Ortega-González, *et al.*, 2012, Delgado-Fernández 2017), porque al explorar una ontología se pueden ver las interrelaciones de causalidad y retroalimentación.

Los aspectos expuestos justifican las bondades de las ontologías como artefactos para la sistematización del conocimiento. Sin embargo, persisten dificultades relacionadas con su exploración (Ortega-González, *et al.*, 2016; Negru, Haag, and Lohmann 2013; Gavrilova, Leshcheva, and Strakhovich 2014), que entorpecen la socialización del conocimiento conceptual que contienen. Es pertinente para enfrentar la concepción en la ITI, estandarizar las prácticas para el uso de las ontologías con el ánimo de proveer métodos que asistan a individuos y grupos –no expertos en ingeniería ontológica– en la explotación de las ontologías como fuentes de innovación en este dominio de actuación.

TECNOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DE ONTOLOGÍAS

La tecnología de exploración de ontologías (TExO) se crea para generar la capacidad de asistencia cognitiva en la exploración, al estructurar las relaciones existentes entre: las necesidades de conocimiento ontológico que puede satisfacer una ontología, las herramientas o servicios *software* disponibles para la exploración, las descripciones e interpretaciones de las visualizaciones que brindan dichas herramientas o servicios. Al combinar estos elementos, se estandarizan los métodos para solucionar necesidades de exploración generadas en los escenarios que se precise explorar ontologías. El objetivo de esta tecnología es habilitar a usuarios no expertos en el trabajo con ontologías, pero que necesiten sistematizar el conocimiento contenido en ellas para su explotación.

La tecnología está compuesta por:

- a. Un Catálogo de Patrones para la Exploración de Ontologías (CPExO).
- b. Un conjunto de Métodos de Exploración de Ontologías (MExO) que hacen más eficiente el uso del catálogo ante diferentes necesidades de exploración.
- c. Los procesos para la gestión y uso del catálogo y los métodos.

La decisión de utilizar esta estructura para la TExO se basa en las potencialidades de los catálogos de patrones ya demostradas (Moyares-Norchales and Infante-Abreu). Para la obtención y gestión del CPExO se necesita compilar y documentar la información sobre los siguientes elementos, que se interrelacionan como se muestra en el diagrama de clases de la figura 1.

- **Pregunta Tipo (PT):** es un patrón que establece la correspondencia entre necesidades de conocimiento similares –típicas o recurrentes en la exploración de ontologías, como: ¿Cuál es la relación existente entre dos conceptos? o ¿Qué conceptos se derivan de otro concepto?– expresadas en lenguaje natural, y su correspondiente pregunta en un lenguaje controlado a nivel ontológico, de acuerdo a la sintaxis establecida en las primitivas del lenguaje en que se formaliza la ontología. Ejemplo de estos últimos son RDF y OWL-DL, por sólo citar dos estándares del consorcio para el desarrollo de la Web semántica (W3C). Para que pueda cumplir su propósito de asistir a usuarios poco avezados en la exploración de ontologías, en el atributo “razonamiento a nivel ontológico” se explica didácticamente el significado de la primitiva o constructo del lenguaje ontológico; por su parte, en el atributo “uso” se documenta el valor de la formulación de la pregunta en lenguaje natural (PLN) en el contexto del trabajo del conocimiento. Otros dos aspectos tributan a la usabilidad de este patrón de preguntas. El primero es que en su documentación se recogen variantes de una misma pregunta en lenguaje natural, siempre que todas ellas impliquen el mismo patrón ontológico documentado en el atributo “pregunta en lenguaje controlado”. El segundo es que la documentación de la PT puede contener hipervínculos a referencias externas sobre cualquier contenido de este patrón, para ser consultada a modo de bibliografía extra.
- **Patrón Tecnológico (PTEC):** registra las características de una herramienta o servicio *software* disponible para la visualización del contenido de la ontología; algunas de las características que se documentan son la versión de la tecnología, su licencia de uso, los métodos gráficos que utilizan y los beneficios de tales métodos. El PTEC se compone, además,

de información sobre las plataformas donde se despliegan cada versión de la herramienta a la que alude el patrón. También en este patrón se documentan referencias externas, y propias generadas por el uso, para fundamentar la usabilidad y utilidad de la herramienta.

- **Patrón de Visualización (PV):** documenta cómo deben interpretarse las visualizaciones (“interpretación visualización”) brindadas por una tecnología registrada en un patrón tecnológico, en función de satisfacer a una pregunta tipo. Para obtener la visualización, un PV establece las guías para la configuración de la herramienta en función de satisfacer una pregunta tipo.
- **Lógica de solución (LS):** identifica al conjunto de alternativas a aplicar (forma de actuar) para resolver o responder una PT determinada, teniendo en cuenta los escenarios de los que se parte en la actividad de exploración (situación de partida). Un escenario o situación de partida puede estar condicionado por un conjunto de variables, tales como el lenguaje ontológico, el tipo de visualización deseada, y las precondiciones que deban ser tenidas en cuenta. La forma de actuar es la correlación entre un único patrón tecnológico y los correspondientes patrones de visualización, que se requieran para dar respuesta a la pregunta tipo en una situación de partida.

Tanto de la pregunta tipo y su correspondiente lógica de solución, como del patrón tecnológico y sus patrones de visualización se registra su versión, lo que ocurre cuando en las actividades para la gestión de estos patrones, ellos arriben a un estado posible para su liberación. A su vez, la lógica de una pregunta tipo puede concatenar otra pregunta tipo, para responder a diferentes situaciones de partida. En tanto compendio informacional, la generación y mejora continua del CPEXO se basa en actividades de alta, modificación o baja de los elementos que lo componen. Luego, la gestión de estos elementos está sujeta a un conjunto de reglas (ver tabla 1) que garantizan la coherencia de su estructura para satisfacer una necesidad de conocimiento ontológico y, por consiguiente, su calidad.

A partir de las reglas previas, se puntualiza que una entrada en el CPEXO está conformada por una Unidad de Exploración (UE) que haya sido liberada para su uso, de acuerdo al esquema de la figura 2. Una UE en estado liberado es aquella en la que se haya identificado la forma de actuar de al menos una situación de partida. La liberación de cada UE es responsabilidad de una estructura organizacional denominada comunidad de servicio.

Por ende, puede definirse al CPEXO como un compendio dinámico, socialmente construido, fruto de la vigilancia tecnológica sobre necesidades del conocimiento provisto por ontologías y de las capacidades de herramientas y servicios *software*, generadas por terceros con la finalidad de la exploración. El uso del CPEXO contribuye al pensamiento ontológico (a través de las Lógicas de Solución), lo que de por sí le confiere un valor como instrumento de aprendizaje. Esta capacidad es requerida para aprender a pensar sistémicamente sobre el objeto de innovación, y en consecuencia coordinar las metas y objetivos de actuación en el marco de la concepción de soluciones. No obstante, su explotación es más efectiva si se asocia a necesidades que respondan a objetivos de exploración en diferentes contextos de uso, y si se restringe la consulta al catálogo a aquella porción del mismo estrictamente necesaria en la resolución de la necesidad de exploración.

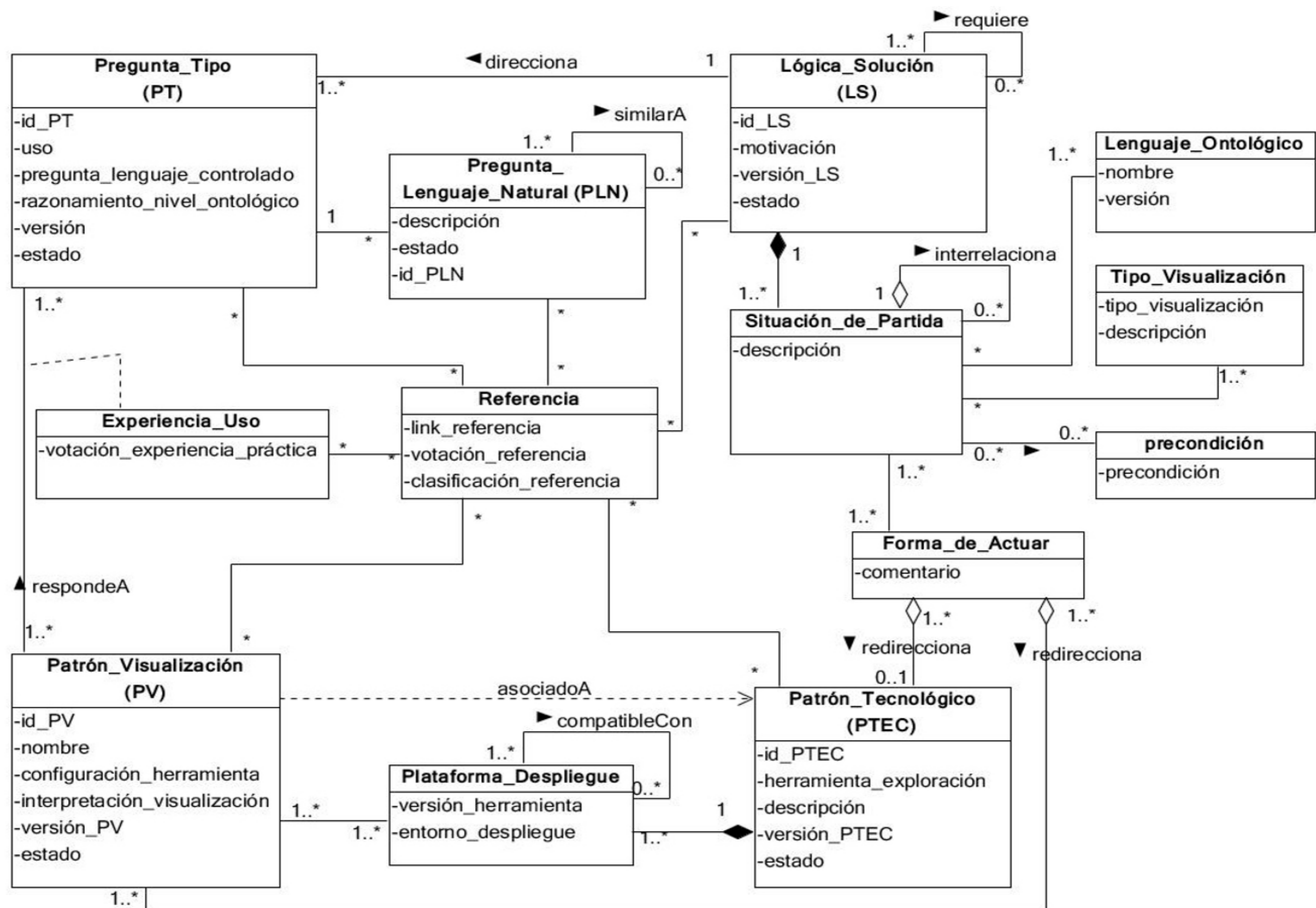


Figura 1. Estructura informacional del (CPEXO).

Tabla 1. Reglas para el alta, baja o modificación de los elementos del CPEXO Figura 1. Estructura informacional del (CPEXO).

1	Una pregunta en lenguaje natural se corresponde con solo una pregunta tipo
2	Una pregunta tipo no puede estar incluida en el catálogo sin: - Tener asociada una lógica de solución. - Estar abordada por, al menos, uno de los patrones de visualización pertenecientes a un patrón tecnológico.
3	Una lógica de solución no puede estar incluida en el catálogo sin: - Estar asociada a una pregunta tipo. - Contener al menos una situación de partida y una forma de actuar. - Redireccionar como mínimo un patrón tecnológico, y al menos, uno de sus patrones de visualización.
4	Un patrón tecnológico no puede estar incluido en el catálogo sin: - Tener como mínimo una pregunta tipo que se resuelva mediante su puesta en uso. - Tener asociado como mínimo un patrón de visualización.
5	Un patrón de visualización no puede estar incluida en el catálogo sin: - Generar una visualización que resuelva, como mínimo, una pregunta tipo. - Estar contenido dentro de un patrón tecnológico.

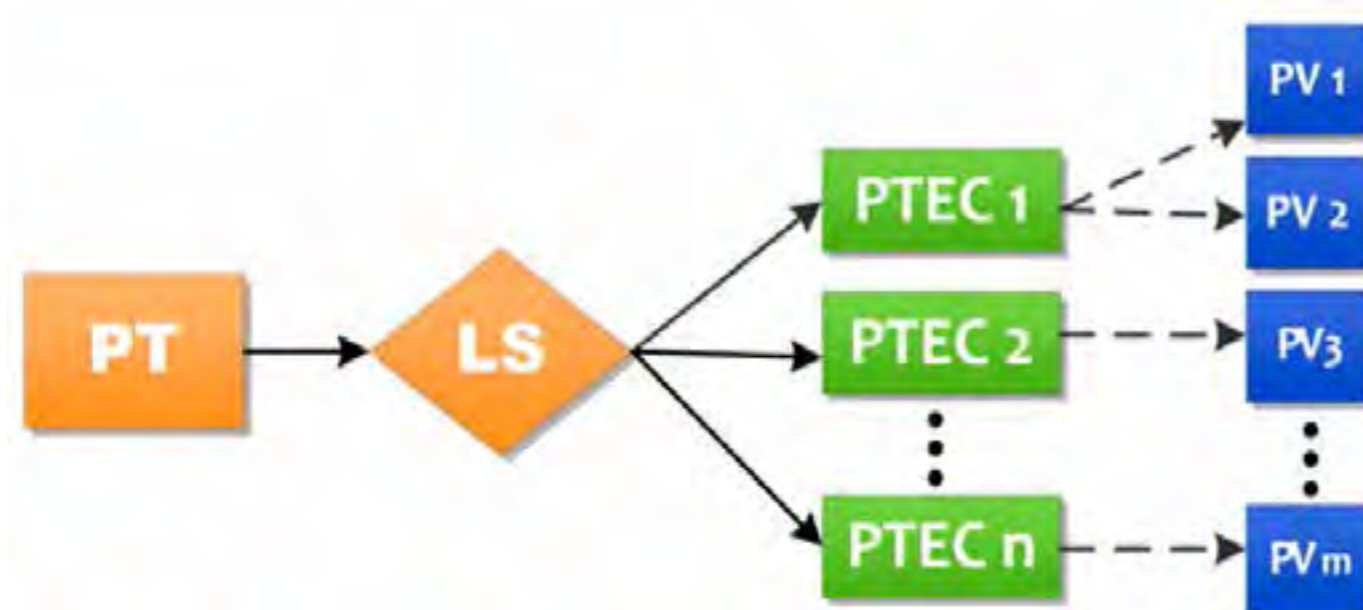


Figura 2. Estructura de una unidad de exploración, de acuerdo a como se registra en el CPEXO.

Ante este requisito, se define un Método de Exploración de Ontologías (MExO) como el cuerpo de instrucciones especificadas para la utilización del CPExO ante una necesidad de exploración de ontologías. La resolución de una necesidad de exploración se considera elemental si se corresponde con la pregunta tipo de una unidad de exploración; por el contrario, se considera no simple, si en su solución es preciso concatenar varias unidades de exploración, constituyendo secuencias de operaciones más complejas (cadena de exploración). Las instrucciones deben

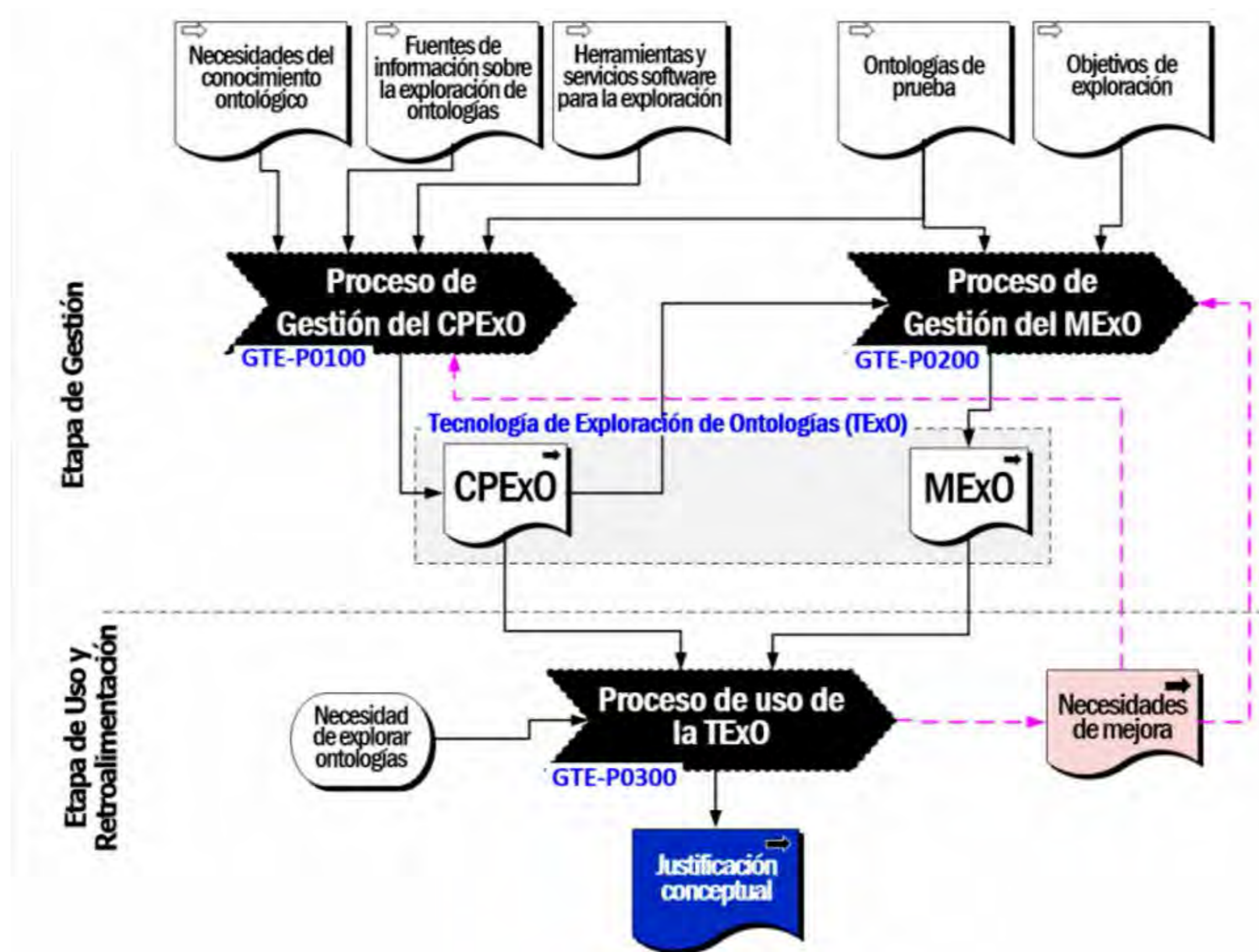


Figura 3. Dinámica de gestión y uso de la tecnología de exploración.

detallarse siguiendo la lógica de navegación de la cadena. En la figura 3, se representa la dinámica de gestión, uso y retroalimentación de la tecnología de exploración. Las instrucciones deben detallarse siguiendo la lógica de navegación de la cadena de la figura 4. Se refiere a la interacción entre la comunidad de servicio –responsable por los procesos en el subdominio de Gestión de la Tecnología de Exploración (GTE): “GTE-P0100. Gestión del CPExO” y “GTE-P0200. Gestión de los MExO”– y una comunidad usuaria, que demanda mejoras, si son necesarias, durante el proceso “GTE-P0300. Exploración de ontologías”.

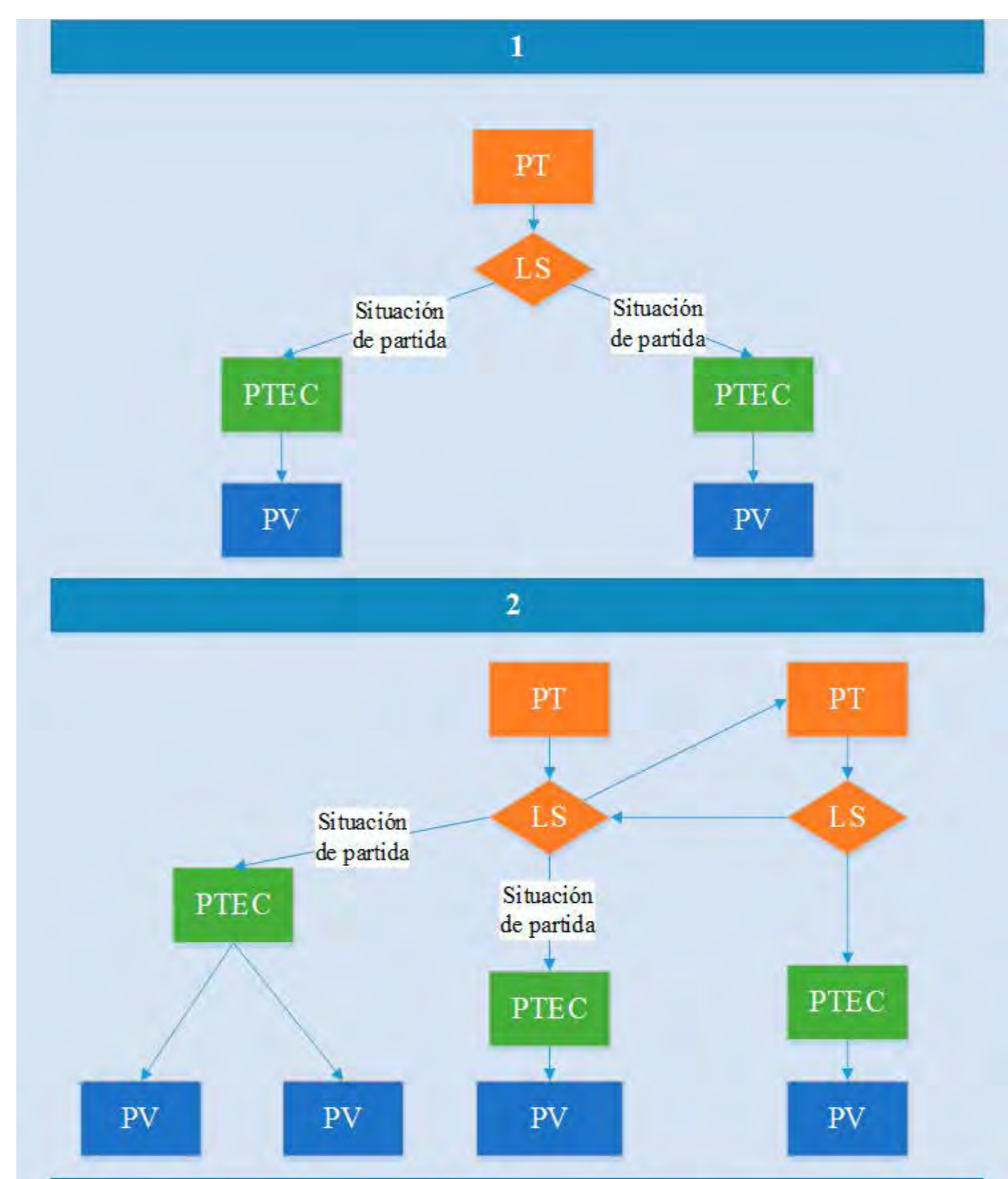


Figura 4. Diagrama de cadena de exploración.

GENERACIÓN DE CAPACIDADES DE SISTEMATIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CON LAS TECNOLOGÍAS DE EXPLORACIÓN

La necesidad de asistir cognitivamente al uso de ontologías durante la concepción colaborativa requirió obtener la primera versión del Catálogo para la Exploración de Ontologías (CPExO), y un conjunto de métodos de exploración (MExO) para la concepción de soluciones en el contexto de la ITI. Estos resultados conforman la primera versión de la tecnología, que permite sistematizar la experiencia de exploración de ontologías. También se ejecutó un experimento del proceso de uso de la tecnología de exploración (GTE.P0300), con el objetivo de comprobar la usabilidad del CPExO y los MExO. Durante la primera corrida de la actividad *0102-Registrar PT*, se llevó a cabo una tormenta de ideas entre los miembros de la comunidad de servicio con el propósito de identificar las necesidades de conocimiento que habían sido recurrentes en la experiencia de exploración de ontologías. A este tenor, se realizó una búsqueda para encontrar referencias externas a estas y otras necesidades de conocimiento que pueden ser satisfechas por recursos ontológicos. Se formularon 34 PLN (preguntas en lenguaje natural) que potencialmente podrían ser estandarizadas durante la actividad “0104-Evaluar posibilidad de estandarizar como Pregunta Tipo” y se verificaron objetivos comunes entre las PLN. Finalmente se estandarizaron las 14 que aparecen en la tabla 2 y las restantes fueron registradas como variantes en lenguaje natural de la Pregunta Tipo correspondiente. Todas ellas están referidas a los diferentes elementos de una ontología (clases, propiedades, relaciones e instancias).

Tabla 2. Lista de las necesidades de conocimiento registradas como Preguntas Tipo (PT)

PT	Necesidad de conocimiento
PT-1	¿Qué es un concepto determinado?
PT-2	¿Cuál es la relación existente entre dos conceptos?
PT-3	¿Existe algún recurso en la ontología asociado a una frase de búsqueda?
PT-4	¿Qué significa la relación entre dos conceptos?
PT-5	¿Qué conceptos se derivan de otro concepto?
PT-6	¿Cuáles son las características de un concepto que lo hacen especialización de otro?
PT-7	¿Cuál es la descripción en lenguaje natural de un recurso en específico?
PT-8	¿Qué tipo de valor tiene asociado una propiedad determinada?
PT-9	¿Cuál es el significado de una propiedad determinada?
PT-10	¿Cuál es la URI de un recurso de la ontología?
PT-11	¿Cuáles son las instancias de un concepto determinado?
PT-12	¿Cuál es la relación existente entre dos instancias?
PT-13	¿Qué valor toma la propiedad de una instancia determinada?
PT-14	¿Cuáles son las instancias que cumplen con una condición determinada?

En la primera versión del catálogo se documentaron los Patrones tecnológicos (PTEC) asociados a ocho *plug-ins* de *Protégé*, que abarcan las funcionalidades siguientes: jerarquías de clases, propiedades e instancias, visualizaciones estáticas y dinámicas de las relaciones en-

tre conceptos, consultas a la base de conocimiento, así como búsquedas simples y avanzadas de elementos de una ontología. Una vez analizados los PTEC se identificaron un conjunto de 20 patrones de visualización, lo que se muestra en la tabla 3. De cada uno de los PV se registraron las diferentes alternativas de configuración e interpretación de visualización, teniendo en cuenta las PT a las que estaban orientados. En total se documentaron 14, una por cada pregunta tipo. Con la motivación de solucionar las Preguntas Tipo documentadas, se llevó a cabo una actividad para registrar herramientas de exploración y los posibles patrones tecnológicos (PTEC) que genera.

Tabla 3. Listado de Patrones Tecnológicos y Patrones de Visualización que genera para resolver las Preguntas Tipo.

Tecnología o plataforma de despliegue	Localización	Patrones Tecnológicos (PTEC)	Referencias a enlaces externos	PV que genera	PT que resuelve
Protégé	http://protege.stanford.edu/	PTEC-1 Componente <i>Classes Tab</i>	- http://didattica.arces.unibo.it/file.php/76/Tutorials/Semantic_Web_short_protege_tutorial_WEBSITE.pdf - http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get_started/get-started.pdf	PV-1, PV-2	PT-1, PT-2, PT-5, PT-6, PT-7, PT-9
		PTEC-2 Componente <i>Slots Tab</i>	- http://didattica.arces.unibo.it/file.php/76/Tutorials/Semantic_Web_short_protege_tutorial_WEBSITE.pdf - http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get_started/get-started.pdf	PV-3, PV-4	PT-4, PT-7, PT-9, PT-10, PT-11 PT-8
		PTEC-3 Componente <i>Instances Tree Tab</i>	- http://protegewiki.stanford.edu/wiki/InstanceTree - http://filosofia.dafist.unige.it/epi/hp/frixione/Lezione_Unisa_Protege.pdf - http://didattica.arces.unibo.it/file.php/76/Tutorials/Semantic_Web_short_protege_tutorial_WEBSITE.pdf - http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get_started/get-started.pdf	PV-5, PV-6	PT-7, PT-11, PT-12, PT-13, PT-14
		PTEC-4 Componente <i>Queries Tab</i>	- http://protege.stanford.edu/doc/users_guide/queries/query_tab.html - http://protege.stanford.edu/doc/users_guide/queries/query_pane.html - http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get_started/get-started.pdf	PV-7, PV-8	PT-12, PT-15
		PTEC-5 <i>OntoViz Tab</i>	- http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoViz - http://filosofia.dafist.unige.it/epi/hp/frixione/Lezione_Unisa_Protege.pdf	PV-8, PV-9 PV-11, PV-10 PV-12, PV-13	PT-1, PT-2, PT-5, PT-6, PT-9, PT-12, PT-13, PT-14
		PTEC-6 Componente <i>TGViz Tab</i>	- http://protegewiki.stanford.edu/wiki/TGViz - http://users.ecs.soton.ac.uk/ha/TGVizTab/	PV-15, PV-16 PV-17, PV-18	PT-1, PT-2, PT-5, PT-12, PT-13
		PTEC-7 Componente <i>String Search Tab</i>	- http://filosofia.dafist.unige.it/epi/hp/frixione/Lezione_Unisa_Protege.pdf - http://protegewiki.stanford.edu/wiki/String_Search_Tab	PV-19	PT-3
		PTEC-8 Componente <i>Jambalaya</i>	- http://chiselgroup.files.wordpress.com/2012/07/storey.pdf - http://www.thechiselgroup.org/jambalaya/manual - http://filosofia.dafist.unige.it/epi/hp/frixione/Lezione_Unisa_Protege.pdf - http://protege.stanford.edu/conference/2005/submissions/abstracts/accepted-abstract-lintern.pdf	PV-20	PT-1, PT-2, PT-4, PT-5, PT-12, PT-13, PT-14

En la tabla 4 se muestra el resultado de la primera iteración de la búsqueda de tecnologías con capacidad para explorar ontologías.

Tabla 4. Lista de tecnologías identificadas para la exploración de ontologías

Tecnología	Localización
Protégé	http://protege.stanford.edu/
TopBraid Composer Free Edition	http://topbraid-composer-free-edition.software.informer.com/
WSMO Studio	http://www.wsmo.org/
Hozo	http://www.hozo.jp/
NeOn	http://neon-toolkit.org/wiki/Main_Page
OWLGrEd	http://owlgred.lumii.lv
CmapTools Ontology Editor	http://www.ihmc.us/groups/coe/

De ellas, *Protégé* (<http://protege.stanford.edu/download/>) es el entorno más utilizado. Su arquitectura basada en *plug-ins* presenta gran versatilidad para las actividades de la ingeniería ontológica. Tiene una comunidad muy activa, que sistemáticamente genera nuevas versiones de la tecnología y *plug-ins*.

Para comprobar el cumplimiento del principio de usabilidad en la tecnología de exploración propuesta, se realizaron pruebas, a la que fueron convocados individuos a participar de manera voluntaria, alertándoles que podría durar varias horas. En total, respondieron 51 individuos, y de ellos fueron seleccionados 44, resultado de eliminar a los que no poseían las habilidades mínimas o disposición para actuar en los entornos informáticos, que es una de las premisas para la operación con las ontologías y la tecnología a probar. De los 44, once han trabajado con ontologías, diez han participado en proyecciones estratégicas en el contexto organizacional (cuatro directivos), ocho son desarrolladores de aplicaciones informáticas para la gestión empresarial (tres jefes de proyectos), y cinco realizan la vigilancia tecnológica como actividad profesional.

La prueba aplicada a cada individuo consistió en un ejercicio para la resolución práctica de una de las necesidades de exploración ya cubierta por algún MExO. Se diseñaron cuatro ejercicios para garantizar diversos momentos en el proceso de concepción de una solución en la ITI. De este modo, los ejercicios tuvieron por objetivos:

- a. Aprobar un árbol de objetivos ya desarrollado (resultado de concebir una solución), dadas una meta de diseño de la solución y una ontología.
- b. Conceptualizar un término, dada una ontología.
- c. Obtener un árbol de objetivos, dadas una meta de diseño y una ontología.
- d. Determinar una meta de diseño. Todas las pruebas fueron realizadas en ambientes controlados.

A los participantes se les expuso la composición y propósito de la TExO. Asimismo, se les explicó el objetivo de la prueba. Los ejercicios fueron diseñados de forma tal que el participante fuese documentando los resultados que iba obteniendo, como un medio de evaluar su aprendizaje, *a posteriori*, y con ello las capacidades de la TExO para la sistematización del conocimiento.

A partir de la experiencia vivida con la resolución de los ejercicios, se indica valorar las capacidades de la tecnología de exploración propuesta, mediante la evaluación de la intención de uso de la TExO, la que está asociada con la necesidad de crear un sistema de trabajo que se ajuste a la tarea; en este caso la tarea es la concepción colaborativa de una solución con el conocimiento capturado en ontologías. También se pide valorar la utilidad, la que está asociada a la capacidad de la tecnología de sistematización para el aprendizaje del conocimiento emergente en la ITI. La conformidad con estos criterios, fue evaluada empleando una escala de tres niveles, donde (1) representa “no estoy de acuerdo”, (2) “estoy parcialmente de acuerdo” y (3) “estoy totalmente de acuerdo”.

Finalmente, se pide manifestar de manera explícita la intención de continuar utilizando la tecnología, porque se sabe que existen otras variables latentes que condicionan la adopción de una tecnología (por ejemplo: la familiaridad con las herramientas de exploración o expe-

riencias previas asociadas al tipo de tarea) (Petter, DeLone, and McLean 2008). Mediante este criterio se captura la satisfacción con la experiencia. Por lo tanto, si individuos con diferentes niveles de conocimiento y experticias, como situaciones de partida, manifiestan su intención de continuar con el uso de la TExO, entonces se concluye positivamente sobre el cumplimiento del principio de usabilidad, lo que favorece la actuación en la ITI.

La valoración de los aspectos antes mencionados se complementó con la calificación a una pregunta referida a cómo la ontología propuesta define un término y sus relaciones con otros términos, lo que constituye una tarea básica en la exploración de ontologías, y es una vía para el aprendizaje de nuevos conceptos. La calificación se realiza en base a 100 puntos. Para su interpretación, se consideró como aprobado una puntuación entre 60 y 84.9 puntos, y excelente de 85 a 100. Los datos primarios obtenidos de cada individuo, durante la ejecución de la prueba se muestran en la figura 5. Las filas de la 1 a la 4 documentan niveles previos de conocimientos y experticias respecto a las variables establecidas en el principio de usabilidad. De la 5 a la 13 registran las valoraciones a los criterios.

Se observa que el nivel de familiarización con los conocimientos contenidos en las ontologías exploradas fue bajo (mediana=3, desviación estándar=2.7). En la tabla 5 se muestran características de esas ontologías. Estas tienen diferentes niveles de complejidad, atendiendo al dominio que describen, el lenguaje en el que están formalizadas y a la cantidad de clases, relaciones e instancias especificadas en cada una de ellas. De entre ellas, se resalta a *Essential Meta-Model*. Se trata de una ontología de gran tamaño. Ha sido seleccionada porque trata el dominio de arquitectura empresarial, independiente del marco de trabajo o metodología para la gestión de la arquitectura.

Tabla 5. Caracterización de las ontologías utilizadas en el proceso de uso de las tecnologías de exploración

Ontología	Dominio	Idioma	Lenguaje de formalización	Clases	Relaciones	Instancias
Pizza	Clasificación y descripción del concepto pizza	Inglés	OWL	97	8	5
Newspaper	Estructura de una agencia de noticias	Inglés	RDF/RDFS	27	47	72
Essential Meta-Model	Gestión de Arquitectura Empresarial	Inglés	Lenguaje marco	506	1060	12860
OntoBPMN	Notación BPMN para el modelado de procesos de negocio	Inglés	OWL	95	171	36
MR-MPS-SW	Modelo de referencia de los procesos de software, utilizado en la Industria del Software de Brasil	Portugués	OWL	552	62	4

La media del porcentaje de aceptación a los ocho criterios valorados por los 44 individuos, que aparecen en la figura 5, fue del 96.7%. Se destaca la evaluación perfecta a los patrones de visualización del CPEXO.

Sobre la calificación al ejercicio de exploración de ontologías, se obtuvo una nota media de 93.7 puntos (40 individuos con nota máxima). Todos fueron capaces de obtener nuevos conocimientos, a juzgar por las respuestas. Sobre la intención de continuar utilizando las tecnologías propuestas, se recibieron 40 valoraciones positivas, por lo que la intención de continuar usando las tecnologías para la concepción fue de 91.9%.

		Individuos como usuarios potenciales																																										Aceptación (%) →			
Ejercicio realizado →		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		43	44	
1	Nivel previo	Domino del conocimiento contenido en la ontología	8	9	2	3	2	0	0	5	9	1	2	0	2	9	4	1	5	8	6	3	6	3	6	1	5	2	0	1	3	5	4	9	2	3	1	1	5	3	2	5	7	0	3	5	
		Habilidades informáticas	10	9	5	1	5	6	0	2	10	1	1	4	9	10	5	10	5	8	8	10	7	2	4	3	5	4	5	4	5	9	8	7	3	10	8	9	10	6	5	7	9	10	10	5	
		Notación i* u otras para el modelado orientado a objetivos	5	10	2	1	2	5	3	2	7	5	1	5	4	7	5	1	0	2	4	2	3	3	1	5	8	5	9	7	1	9	8	8	5	7	5	4	5	8	10	6	5	0	2	8	
		Métodos y herramientas para la gestión y uso de ontologías	6	10	1	1	0	0	0	2	10	0	1	0	6	8	0	4	0	2	1	8	0	0	0	1	1	0	0	0	7	3	8	0	9	1	0	10	0	0	0	3	0	7	1		
2	CPEXO	Ayuda a obtener la información necesaria de la ontología	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	95.5
		Su estructura es adecuada para la sistematización del conocimiento	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	95.5	
		El contenido de las preguntas tipo y sus variantes en lenguaje natural capturan las necesidades de conocimiento	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	97.7	
		La lógica de solución de las preguntas tipo ayuda a decidir qué herramienta utilizar para la exploración	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	97.7	
		Los patrones de visualización ayudan a saber qué debería ser interpretado cuando se usan las herramientas de exploración	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	100	
3	MEXO	Su estructura permite centrarse en la porción del CPEXO que se necesita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	97.7		
		Ayuda al desarrollo del pensamiento sistémico al servir de guía para concatenar segmentos del catálogo que se orientan a diferentes partes de la ontología	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	97.7		
		Ayuda a repetir el proceso de exploración siempre que se tenga la misma necesidad de uso	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	95.5		
		Su forma de visualización facilita el proceso de exploración	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	93.2			

Figura 5. Valoraciones dadas por los 44 individuos a 13 criterios sobre la TExO.

CONCLUSIONES

Los grandes volúmenes de información fragmentada y multifacética y poco estructurada que se generan desde diferentes perspectivas, como consecuencia del desarrollo constante de las TI, unido a las insuficiencias metodológicas y tecnológicas para el procesamiento de esta información, dificultan el incremento y actualización oportuna de las bases de conocimiento sobre las capacidades de estas tecnologías, lo que limita la percepción eficaz de la necesidad del cambio con TI y la concepción de su integración para adaptarse a las transformaciones sistemáticas y complejas de este dominio, imponiendo la necesidad de atender a este problema científico mediante una solución que permita que individuos, grupos y organizaciones sean conscientes del tratamiento no lineal que requiere esta integración y desarrollen una nueva cultura de cambio con TI.

Las capacidades que habilitan las ontologías computacionales deben ser aprovechadas y mejoradas en función de la generación de capacidades de sistematización que operen al nivel del conocimiento, para lograr efectividad en la concepción de la integración de las TI que contribuya a generar mayores niveles de adaptación a los constantes y complejos cambios en estas tecnologías.

Con el desarrollo de una tecnología de exploración de ontologías, compuesta por un catálogo de patrones y los métodos para su uso, se pueden habilitar sistemas de trabajo y capacidades cognitivas para el aprendizaje de nuevos conceptos, y con ello, coadyuvar a la adaptación al cambio tecnológico.

REFERENCIAS

Abraham, Ralf, S. Aier, and R. Winter. 2015. "Crossing the line: overcoming knowledge boundaries in enterprise transformation." *Business & Information Systems Engineering* no. 57

- (1):3-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12599-014-0361-1>.
- Banaeianjahromi, N., and K. Smolander. 2016. "What do we know about the role of enterprise architecture in enterprise integration? A systematic mapping study." *Journal of Enterprise Information Management* no. 29 (1).
- Blanco-González, J., Ortega-González, Y.; Infante-Abreu, M.B; (2018) Estudio comparativo de *software* de planeación estratégica de sistemas de información. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial* 2 (3), 241-253
- Blanco-González, J., and Yadary Cecilia Ortega-González. 2011. "Modelos ontológicos de soporte a la gestión de competencias profesionales." *Ingeniería Industrial* no. XXXII (3 septiembre-diciembre): 224-230.
- Carlile, Paul R. 2004. "Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries." *Organization Science* no. 15 (5):555-568.
- Choo, Chun Wei. 2006. *The knowing organization: how organizations use information to construct meaning, create knowledge, and make decisions*. 2nd Edition ed. New York: Oxford University Press.
- de Almeida-Falbo, Ricardo, Fabiano Borges-Ruy, Giancarlo Guizzardi, Monalessa Perini-Barcellos, and João Paulo Andrade-Almeida. 2014. Towards an Enterprise Ontology Pattern Language. In *SAC'14*. Gyeongju, Korea: ACM. ISBN: 978-1-4503-2469-4.
- de Graaf, K.A., P. Liang, A. Tang, W.R. van Hage, and H. van Vliet. 2014. "An exploratory study on ontology engineering for *software* architecture documentation." *Computers in Industry* no. 65:1053–1064.
- Delgado-Fernández, M., Arrebato-Agüero, L. 2011. "Vigilancia tecnológica en una Universidad de Ciencias Técnicas". *Ingeniería Industrial*. XXXII, nº 2 (mayo-agosto): 151-156.
- Delgado-Fernández, M. 2017. *Innovación empresarial*. En: Delgado M. Coordinador. *Temas de Gestión Empresarial*. Vol. II, La Habana: Editorial Félix Varela.
- Dulipovici, Alina, and Daniel Robey 2013. "Strategic alignment and misalignment of knowledge management systems: a social representation perspective." *Journal of Management Information Systems* no.29 (4):103–126.DOI: 10.2753/MIS0742-1222290404.
- Gasmi, H.; Bouras, A. 2018. "Ontology-based education /Industry collaboration system", *IEEE Access*, Vol.6, pp.: 1362-1371
- Gavrilova, T. 2010. "Increasing productivity of knowledge workers by ontological training." *Business Sustainability* no. I:158-163.
- Gavrilova, T., I. Leshcheva, and E. Strakhovich. 2014. "Gestalt principles of creating learning business ontologies for knowledge codification." *Knowledge Management Research & Practice Journal* no. 20:1-11.
- Hinkelmann, Knut, Aurna Gerber, D. Karagiannis, and Barbara Thoenssen. 2016. "A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology." *Computers in Industry* no. 79:77-86.
- Jardim-Goncalves, Ricardo, Antonio Grilo, Carlos Agostinho, Fenareti Lampathaki, and Yannis Charalabidis. 2013. "Systematisation of Interoperability Body of Knowledge: the foun-

- dition for Enterprise Interoperability as a science.” *Enterprise Information Systems* no. 7 (1):7-32. doi: DOI: 10.1080/2012.684401.
- Kappelman, Leon A., and John A. Zachman. 2013. “The enterprise and its architecture: ontology & challenges.” *Journal of Computer Information Systems* no. Summer:87-95.
- Kitamura, Yoshinobu, and Riichiro Mizoguchi. 2004. “Ontology-based systematization of functional knowledge.” *Journal of Engineering Design* no. Vol. 15 (No.4).
- Kurvaeva, L.V.; Gavrolova, I.V., Mahmutova, M.V.; Chichilanova, S.A.; Povituhin, S.A. 2018. “Development of knowledge base of intellectual systems for support of formal and informal training of IT staff”. *Journal of Physics: Conference Series* 1015 (4)
- Lapalme, James, AURORA Gerber, Alta Van der Merwe, John A. Zachman, Marne De Vries, and Knut Hinkelmann. 2016. “Exploring the future of enterprise architecture: A Zachman perspective.” *Computers in Industry*. No. 66:1-11.
- Li, Z.; Zhou, X.; Wang, W. 2018. “An ontology based product design framework for manufacturability verification and knowledge reuse” *Int. J Adv Manuf Technol*, 99 pp 2121-2135.
- Markus, M. Lynne, Ann Majchrzak, and Les Gasser. 2002. “A design theory for systems that support emergent knowledge processes.” *MIS Quarterly* no. 26 (3):179-212.
- Mizoguchi, Riichiro. 2003. “Part 1: Introduction to ontological engineering.” *New Generation Computing* no. 21 (4):365-384. doi: 10.1007/bf03037311.
- Moyares Norchales, Yenieris; Infante Abreu, Marta Beatriz. “Elementos distintivos de los Sistemas de Vigilancia Tecnológica en el contexto cubano e internacional”. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. ISSN: 1024-9435.
- Negru, Stefan, Florian Haag, and Steffen Lohmann. 2013. Towards a unified visual notation for OWL ontologies: insights from a comparative user study. In *Proceedings of the 9th International Conference on Semantic Systems (I-SEMANTICS 2013)*. New York: ACM. ISBN: 978-1-4503-1972-0.
- Ortega-González, Y.C.; Pavón-González, Y.; Delgado-Fernández, M.; Blanco-González, J.; Infante-Abreu, M.B.; Pérez Téllez, N.; Fuentes Jorge, E. Ontologías computacionales para la integración organizacional con tecnologías de la información. IX Simposio de Ingeniería Industrial, 18 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-261-533-5. 2016.
- Ortega-González, Yadary Cecilia, J. Blanco-González, Lizbel María Cobiellas-Herrera, Mercedes Delgado-Fernández, and Yanelis Pavón-González. 2014. “Diagnóstico del conocimiento ontológico de una comunidad de práctica en el dominio de los sistemas de información.” *Ingeniería Industrial* no. Vol. XXXV (No. 1/enero-abril):60-73.
- Ortega-González, Yadary Cecilia, Giacomo Carli, Alessandro Grandi, and Mercedes Delgado-Fernández. 2012. “The specification of competency questions: An ontological support to match business processes, IT and competences of professionals.” In *Proceedings of the 5th European Conference on Information Management and Evaluation - ECIME 2011*. Academic Publishing International, ISBN: 978-1-908272-13-3.
- Ortega-González, Yadary Cecilia, and Mercedes Delgado-Fernández. 2011. “Information pro-

- cesses and Industrial Engineering in Information Technology age. A transdisciplinary viewpoint." In *Towards a Trans-disciplinary Technology for Business Intelligence, Gathering Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Making*. Espín Andrade et al (Eds). Aachen (Germany): Shaker Verlag.
- Pavón-González, Y.; Ortega-González, Y.; Infante-Abreu, M.B. (2019). Revisión bibliográfica sobre los principios del sistema de trabajo para el análisis y diseño de procesos organizacionales. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial* 3 (1)
- Pérez-Armayor, D.; Hernández-Lantigua, D.; León-Alen, E.O.; Infante-Abreu, M.B.; Abreu-Fong, P.A.; Ortega-González, Y.C. & Arencibia-Álvarez, N. Cuatro etapas de cambio organizacional planificado basado en las tecnologías de la información. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. Vol 28, no. 3. 2017. ISSN 2307-2113
- Petter, Stacie, William DeLone, and Ephraim McLean. 2008. "Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships." *European Journal of Information Systems* no. 17:236-263.
- Romero, David, and F. Vernadat. 2016. "Enterprise information systems state of the art: past, present and future trends." *Computers in Industry* no. 67:1-17. doi: 10.1016/j.com-pind.2016.03.001.
- Ruiz-Jhones, A.; Ortega-González, Y.; Hernández-González, A.; del Prado-Arza, N.; Vidal-Larramendi, J. "Capital humano y capacitación"; pp. 205-222. ISBN 978-959-286-067-4; Ediciones Futuro, 2018, Cuba.
- Salehi, Farshin, and Ali Yaghtin. 2015. "Action research innovation cycle: lean thinking as a transformational system." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* no. 181:293 – 302.
- Silega-Martínez, N, Loureiro-Valladares, T.T.; Noguera-García, M.; Febles-Rodríguez, J.P. 2017. "Framework basado en ontología para la descripción y validación de procesos de negocio." *Ingeniería Industrial* no. Vol. 38 (No. 3):276-288.
- Smolarczyk, Katharina, and Georg Hauer. 2014. "An investigation of the idea of individual learning in enabling organizational change." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* no. 130 247 - 256.
- Tamm, Toomas, Peter B. Seddon, Graeme Shanks, and Peter Reynolds. 2011. "How Does Enterprise Architecture Add Value to Organisations?" *Communications of the Association for Information Systems* no. 28 (1):1-30.
- Wade, Michael, and John Hulland. 2004. "Review: the Resource-Based View and Information Systems research: Review, extension, and suggestions for future research." *MIS Quarterly* no. 28 (1):107-142.
- Yu, B. 2019. "Research on information retrieval model based on ontology". *J Wireless Com Network*. 30 (2019).

