



Vol 16. N° 2
Abril - Junio 2016

ISSN: 1317-2255 (IMPRESO)
Depósito Legal: pp 20002FA828
ISSN: 2477-9636 (ELECTRÓNICO)
Dep. legal ppi 201502ZU4642

Multiciencias

R M C_s

N_F LUZ

Universidad del Zulia
Revista Arbitrada Multidisciplinaria



LUZ Punto Fijo

Núcleo LUZ-Punto Fijo
Programa de Investigación y Postgrado
Falcón-Venezuela

MULTICIENCIAS, Vol.16, Nº 2, 2016 (218 - 226)

ISSN: 1317-2255 (IMPRESO) / Dep. Legal pp 20002FA828

ISSN: 2477-9636 (DIGITAL) Dep. Legal ppi 201502ZU4642

El contexto de descubrimiento en un modelo de proceso software de un sistema inteligente simbólico. Adaptación a la identificación botánica

Sonia I. Mariño

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste de Argentina- Argentina

simarinio@yahoo.com

Resumen

Tradicionalmente en la Ciencia se distinguen dos contextos asociados al proceso de investigación: descubrimiento y justificación. En Ciencias de la Computación, se abordan modelos de procesos orientados al diseño y desarrollo de software para su posterior utilización. Se presenta una propuesta de abordaje del contexto de descubrimiento asociado a un modelo de proceso software para generar un Sistema Cognitivo Artificial simbólico aplicado al proceso de identificación botánica. El modelo de proceso software adaptado se basó en la metodología IDEAL, incorporándose determinados aspectos de la Ingeniería de Requerimientos. En este artículo, se describe su adaptación al dominio botánico. Se sintetizan los componentes del Sistema Cognitivo Artificial que implementa como modelo inferencial un sistema experto de apoyo a la toma de decisiones. Para finalizar, se establecen reflexiones preliminares referentes a las fases del modelo de proceso y los ciclos de un espiral de conocimiento atendiendo a los perfiles de sujetos intervinientes. Dado que el diseño, desarrollo e implementación de un Sistema Cognitivo Artificial responde a un modelo dinámico de la mente de los sujetos cognoscentes que intervienen en su definición, la propuesta elaborada podrá ser modificada como producto de su uso.

Palabras clave: Contexto de Descubrimiento; Inteligencia Artificial; Agentes Inteligentes; Sistemas Expertos; Toma de Decisiones.

The Discovery Context in a Software Process Model of Symbolic Intelligent System. Adaptation to Botany Identification

Abstract

Traditionally, in Science two contexts are distinguished with the research process: the discovery context and the justification context. In Computer Science, one of the approaches is the design and development of software production for a posterior use. The paper presents an approach of the discovery context associated with a software process model in order to generate a symbolic artificial cognitive system, applied to the botanical identification process. The software process model adapted and presented in this paper was based on the IDEAL methodology incorporating certain aspects of the Requirements Engineering. Also, the components of the artificial agent implemented as an expert system inference model to support decision making are synthesized. Finally, preliminary thoughts are concerning to the development of the process model phases and cycles of a knowledge spiral attending parties involved profiles are established. The design, development and implementation of an Artificial Cognitive System responds to a dynamic model of mind of knowing subjects involved in its definition, so the proposal may be modified as a result of its use.

Keywords: Discovery Context; Artificial Intelligence; Intelligent Agents; Expert Systems; Decision Making.

Introducción

Desde los inicios en los estudios referentes al conocimiento se han presupuesto dos contextos vinculados al proceso de la investigación científica derivándose sus implicancias tecnológicas. Formalmente, Reichenbach, (1934), distinguió entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación en la Filosofía de la Ciencia, en el marco del positivismo lógico, para clarificar el estudio y análisis asociado al proceso de investigación en que se generan las hipótesis. Los contextos del proceso de investigación han sido tratados en Samaja (2002); Samaja (2003), Quesada (2004) y Bárcenas (2002), entre otros. Sin embargo, en la praxis es difícil diferenciarlos dados los complejos procesos que entre ellos se establecen.

La Inteligencia Artificial (IA) surgió en el Simposio del Colegio de Dartmouth en el año 1956. McCarthy, Minsky, Newell y Simon influyeron en su desarrollo y discutieron la simulación de la inteligencia humana mediante computadora.

Los Sistemas Expertos (SE) comprendidos en el paradigma simbólico de la IA son ampliamente aplicados en diversas disciplinas. Puede definirse como un sistema basado en conocimientos que imita el razonamiento de un especialista, para resolver problemas de un dominio específico y apoyar la toma de decisiones. Se clasifican en deterministas, difusos y probabilísticos, según el modo de procesamiento de la información que

implementan computacionalmente, según el aval de autores entre los cuales destacan: Aguilar Vera et al., (2010); Britos y García, (2004); Castillo et al., (1997); Nilsson, (2001); Russell y Norving, (2004); Giarrantano y Riley (2001).

La IA proporciona fundamentos, métodos, técnicas y herramientas para gestionar el conocimiento simulando a los sujetos cognoscentes, siendo este materializado en un agente software basado en métodos y herramientas de la Ingeniería del Software.

En el artículo, se describe el contexto de descubrimiento del proceso de investigación al que se asocia un modelo de proceso software para la generación de un sistema inteligente simbólico. Éste se considera un modelo de la mente humana para gerenciar el conocimiento de un dominio en particular. A fines de ejemplificación, se adapta a un proceso de identificación botánica.

Metodología

El método general abordado en el trabajo retoma el concepto de fases y no de etapas, siguiendo a Samaja (2003). Es decir, se entiende como una sucesión de momentos que pueden solaparse, consistiendo en:

- Investigación bibliográfica documental referente a los contextos involucrados en el proceso de investigación. Se enfatiza en el contexto de descubrimiento.

- Investigación bibliográfica documental referente al desarrollo de los Sistemas Expertos, sus métodos y herramientas centrándose en establecer vínculos con el contexto de descubrimiento del proceso de investigación.
- Adaptación de un modelo de proceso software al proceso de identificación de taxones utilizando sistemas expertos, como estrategia para la generación de un sistema inteligente de apoyo a la toma de decisiones en dominios botánicos. En Mariño (2001) se propone un modelo de proceso basado en la metodología IDEAL que consta de: Fase I. Identificación de la tarea; Fase II. Desarrollo de los prototipos; Fase III. Ejecución de la construcción del sistema integrado; Fase IV. Actuación para conseguir el mantenimiento incluyendo aspectos de la Ingeniería de Requerimientos para modelar las solicitudes de los distintos actores involucrados (Figura 1). En el artículo se abordan las dos primeras fases.

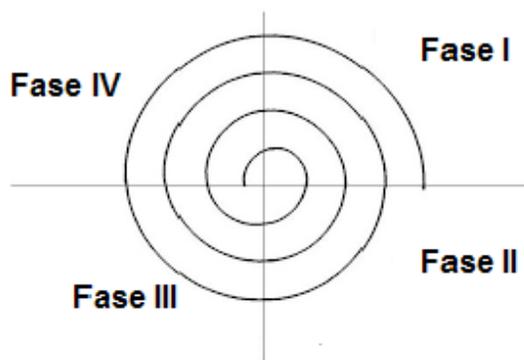


Figura 1. Fases del modelo de proceso software comprendidas en un espiral

Fuente: elaboración propia (2015)

Resultados

En el artículo se considera al contexto de descubrimiento como el momento del proceso de investigación que involucra al modelo de proceso software, orientado al diseño y construcción de un sistema inteligente. Por ello, se entiende al contexto de descubrimiento como aquellas fases que transita un científico-tecnólogo, sus conjeturas, afirmaciones o refutaciones y la elaboración de una idea particular que se transforma en una hipótesis científica. Particularmente, la idea está asociada a la adaptación del modelo de proceso software para desarrollar un sistema inteligente de apoyo a la toma de decisiones en el proceso de identificación botánica.

Cabe aclarar que el contexto de descubrimiento del proceso de investigación involucra:

- Descubrimiento de teorías, definido como componente del proceso teórico, delimitación de hipótesis susceptibles de validación utilizando un determinado método de la Ingeniería del Conocimiento, Ingeniería de Software y sus herramientas. Además, se establece la tecnología inteligente a aplicar para brindar una solución a un problema de conocimiento, es decir, aquellas más apropiadas para un dominio o según la disponibilidad de los datos pueden ser inadecuadas en otras situaciones.
- Descubrimiento de hechos, el uso de determinadas herramientas informáticas permite categorizarlas como comprendidas en “descubrimiento a partir de hechos”, es decir, se produce el dato como resultado del hallazgo de hechos a partir del conocimiento obtenido del experto en el dominio o aplicando tecnologías inteligentes, y algoritmos que construyen patrones a partir de los datos.

Se describió un método para el diseño, desarrollo e implementación de un sistema inteligente. Se basó en la metodología IDEAL de Gómez et al., (1997), como aporte de la Ingeniería del Conocimiento y comprendida en la Inteligencia Artificial. Se menciona como innovación la incorporación de aspectos de la Ingeniería de Requerimientos de Pressman, (2010) para explicitar los conocimientos obtenidos de los especialistas de un dominio. Esto último propuesto para modelar sistemas expertos en Tang et al. (2009); y Ang et al. (2011).

Por lo expuesto, desde una perspectiva computacional, para plasmar el modelo conceptual en un Sistema Cognitivo Artificial (SCA), y vincular el mundo de los conceptos y la praxis. A continuación se particulariza el modelo de proceso software propuesto para gestionar el conocimiento de los expertos del dominio botánico y apoyar a la toma de decisiones de los usuarios finales, mediado por un SCA que implementa como modelo inferencial un sistema experto. En el artículo, se ahonda en las Fases I y II, asociadas al contexto de descubrimiento.

Fase I. Identificación de la tarea

Las actividades desarrolladas en la Fase I se orientaron a determinar la viabilidad del proyecto, el que se considera factible atendiendo los desarrollos de sistemas inteligentes para apoyar la toma de decisiones en dominios botánicos. Se detectó la importancia de incorporar herramientas fundamentadas en Sistemas Expertos determinísticos como métodos automatizados para complementar el proceso de identificación de es-

pecímenes vegetales. Por otra parte, se destaca que si una organización carece de especialistas para el reconocimiento de determinados ejemplares, se debe recurrir a otros expertos. Por lo expuesto la construcción y difusión de sistemas inteligentes contribuyen con la tarea del experto en el dominio del conocimiento, el taxónomo.

Para elaborar el modelo se determinaron los sujetos cognoscentes o actores que intervienen en el diseño conceptual y computacional: (Figura 2). Cada perfil tiene asignado un conjunto de privilegios y permisos aso-

ciados a las funcionalidades del SCA, identificándose: Ingeniero de sistemas (ISist), Ingeniero del conocimiento (IC), Experto en el dominio de conocimiento (EDC), Usuarios finales (UF). En el trabajo se entiende i) como Ingeniero de sistemas al perfil representado por el diseñador, desarrollador y otros especialistas de las Ciencias de la Computación; ii) como UF los especialistas en conocimiento, la comunidad, otros especialistas, los aprendices y principiantes.

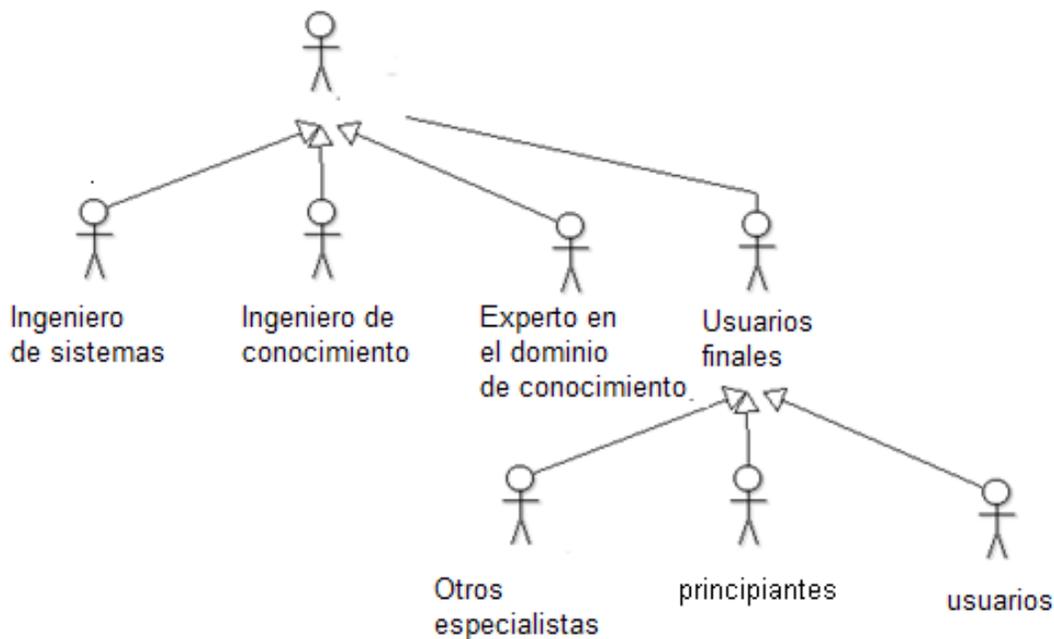


Figura 2. Perfiles de sujetos intervinientes en el modelo de SCA
Fuente: elaboración propia (2015)

La Figura 3 ilustra algunos de los escenarios del IC, el EDC y el UF vinculados a la construcción del SCA, centrándose en el conocimiento del dominio. El

IC debe formular aquellas cuestiones orientadas a obtener los requerimientos de conocimientos para satisfacer a los EDC y UF.

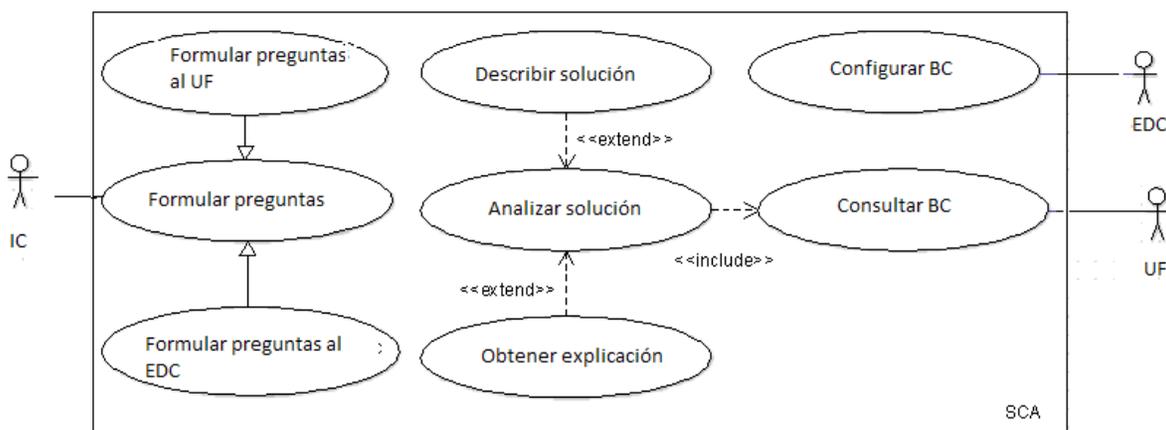


Figura 3. Diagrama de caso de uso asociado a la construcción de un SCA
Fuente: elaboración propia (2015)

Los EDC principalmente son responsables de brindar el conocimiento para configurar la base de conocimiento (BC), y los UF consultan sobre los problemas de conocimiento a resolver.

La Figura 4 presenta un diagrama de caso de uso de trazo fino para la funcionalidad Configurar BC. Este

diagrama explicita la intervención del EDC asociada a la construcción de la base de conocimiento, donde el formalismo de representación implica la definición de reglas, heurísticas, probabilidades, patrones de datos, entre otras estructuras para administrar el conocimiento. En este trabajo se optó por reglas y heurísticas.

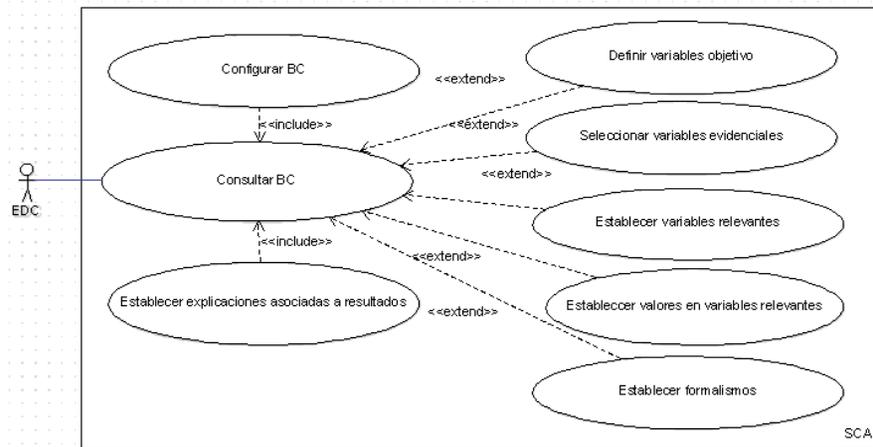


Figura 4. Diagrama de caso de uso de trazo fino, el EDC y la construcción de la base de conocimiento
Fuente: elaboración propia (2015)

Fase II. Desarrollo de los prototipos

Fase II.1 Concepción de la solución

Del análisis abordado previamente se elabora el diseño general del prototipo de SCA. Se emplearon técnicas de la Ingeniería de Conocimiento y modelado de la Ingeniería de Requerimientos según Pressman (2010) para ampliar el conocimiento explícito obtenido del EDC en la Fase I.

Fase II.2 Adquisición de conocimientos y conceptualización de los conocimientos.

La adquisición de conocimientos es una actividad fundamental desarrollada por el IC que obtiene datos relevantes de los EDC, se identifican: i) participación unipersonal, es decir, solo interviene un especialista en el dominio, quien brinda los datos o experticia para la construcción de la BC; ii) participación de diversos especialistas, donde intervienen más de un EDC, y el IC deberá combinar e integrar la experticia proporcionada, dado que aseguraría una visión más completa del dominio y podría brindar una mejor respuesta para afrontar el problema planteado.

Para la adecuación del modelo de proceso software a un caso de estudio en el dominio de identificación de taxones vegetales, el EDC:

- Seleccionó los datos.
- Definió los posibles valores de la hipótesis, variable objetivo o entidades botánicas en distintos niveles de la taxonomía. Esta precisión permitiría definir diferentes modelos inferenciales para simular la actuación de un especialista botánico (Tabla 1).
- Eligió las variables evidenciales o caracteres botánicos relevantes que distinguen los taxones entre sí, y determinó sus valores. La Tabla 2 muestra algunas de las evidencias seleccionadas. Además, el EDC indicó no incluir el carácter representativo de la forma elíptica de una hoja (siendo los valores que puede asumir: 1 - lámina elíptica o 2 - lámina no elíptica) dado que a las Mirtáceas corresponde como valor 1. Lo expuesto ilustra la preponderancia del EDC en la selección de caracteres relevantes.
- Especificó para cada hipótesis, variable objetivo o entidades botánicas (especies) las variables evidenciales y los valores que asume. Esta explicitación de conocimientos derivó en la matriz de datos taxonómica (MTx), como se explica en la Fase II.3.

Tabla 1. Especies en estudio y formalización del conocimiento del EDC en la construcción de la matriz de datos taxonómica ampliada

Géneros	Especies y entidades infraespecíficas	Núm. filas que formalizan el conocimiento del EDC
Blepharocalyx	<i>B. salicifolius</i>	6
Calypttranthes	<i>C. concinna</i>	6
Campomanesia	<i>C. guaviroba</i>	3
	<i>C. guazumifolia</i>	9
	<i>C. xanthocarpa</i> var. <i>xanthocarpa</i>	81
Eugenia	<i>E. burkartiana</i>	3
	<i>E. hyemalis</i> var. <i>marginata</i>	6
	<i>E. involucrata</i>	3
	<i>E. moraviana</i>	2
	<i>E. pitanga</i>	9
	<i>E. pyriformis</i> var. <i>pyriformis</i>	27
	<i>E. pyriformis</i> var. <i>uvalha</i>	54
	<i>E. repanda</i>	6
	<i>E. sp.</i>	3
	<i>E. uniflora</i>	18
<i>E. uruguayensis</i>	18	
Hexachlamys	<i>H. edulis</i>	54
	<i>H. humilis</i>	9
Myrcia	<i>M. laruooteana</i> var. <i>australis</i>	3
	<i>M. selloi</i>	6
	<i>M. sp.</i>	6
Myrcianthes	<i>M. cisplatensis</i>	6
	<i>M. pungens</i>	1
Myrciaria	<i>M. tenella</i>	18
Myrrhinium	<i>M. atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	18
Plinia	<i>P. rivularis</i>	1
Psidium	<i>P. guajava</i>	18
	<i>P. guineense</i>	2
	<i>P. incanum</i>	2
	<i>P. kennedyanum</i>	18
	<i>P. nutans</i>	6

Fuente: elaboración propia (2015)

Tabla 2. Variables evidenciales y sus valores seleccionados (Fuente: EDC citado en Mariño 2001).

Var. evidencia	Valores posibles
Porte	1 - árbol
	2 - arbusto
	3 - árbol o arbusto
	1 - hojas sésiles
	2 - hojas pecioladas
	3 - hojas sésiles o pecioladas
	1 - lámina cartácea
	2 - lámina no cartácea
	1 - lámina coriácea
	2 - lámina no coriácea
Hojas	1 - lámina subcartácea
	2 - lámina no subcartácea
	1 - lámina subcoriácea
	2 - lámina no subcoriácea
	1 - lámina ovada
	2 - lámina no ovada
	1 - lámina obovada
	2 - lámina no obovada
	1 - lámina oblonga
	2 - lámina no oblonga
Hojas	1 - lámina linear
	2 - lámina no linear
	1 - lámina con domacios
	2 - lámina sin domacios
	1 - lámina concolora
	2 - lámina discolora
	1 - epifilo glabro
	2 - epifilo no glabro
	3 - epifilo glabro o no glabro
	1 - hipofilo glabro
2 - hipofilo no glabro	
3 - hipofilo glabro o no glabro	
Hojas	1 - ápice agudo
	2 - ápice no agudo
	1 - ápice obtuso
	2 - ápice no obtuso
	1 - ápice acuminado
	2 - ápice no acuminado
	1 - ápice redondeado
	2 - ápice no redondeado

Fuente: elaboración propia (2015)

Fase II.3 Formalización de los conocimientos

En esta fase:

- Se construyó la base de datos (BD) o matriz de datos taxonómica (MTx)) a partir del conocimiento explícito del EDC, derivado de heurísticas, es decir las observaciones de las entidades encontradas en dos zonas de estudio con diferencias fito-geográficas de Argentina. La base de datos o matriz de datos taxonómica aportó información para la construcción de la base de conocimiento. Se considera lo siguiente (Mariño, 2001):
 - Se determinó el nombre y tipo de las variables evidenciales que conforman la BD o MTx (Tabla 2).
 - Se definió una (1) fila por cada una de las 31 entidades (hipótesis). Aun cuando los caracteres seleccionados como relevantes por el EDC corresponden a los establecidos para la identificación de géneros de esta familia. Esta matriz taxonómica representa el conjunto de todas las combinaciones que se pueden establecer entre las variables evidenciales y los valores de la variable objetivo o hipótesis.
 - Se codificó una descripción de un caso específico del problema. Se especificó para cada ejemplar o patrón que conforma la MTx, el valor o atributo que asume en cada una de las variables evidenciales.
 - Se codificaron los valores inaplicables y valores desconocidos para cada uno de los casos. La MTx distingue los valores inaplicables de los valores desconocidos. Se consideran como valores inaplicables aquellos no elegibles, debido a que son caracteres dependientes de otros no presentes en un determinado ejemplar.
 - Se examinaron los valores obtenidos en cada una de las celdas, es decir, el valor que asume un valor de la hipótesis o variable objetivo para una determinada variable evidencial. Si el valor contenido en una celda correspondía a un código 3, significaba que esa determinada entidad (fila) se podía presentar con valores 1 o 2, según el ejemplar bajo análisis
 - Se definió una matriz taxonómica de datos ampliada (MTA). Para las filas que exhibían la situación descrita en el punto anterior se realizaron todas las posibles combinaciones, conocidas y validadas por el EDC hasta el momento en que se definió el estudio. Moret (2014) plantea un enfoque similar, que referencia el problema de la interpretación diferencial como uno de los métodos disponibles para formalizar el razonamiento categórico. Según este modelo, el proceso consiste en construir todas las posibles combinaciones a partir de las evidencias posibles y todas las hipótesis o interpretaciones.
- Si se considera a la MTA como una lista exhaustiva que establece las relaciones definidas entre las variables evidenciales y los valores de la variable objetivo o hipótesis, representaría el conjunto de todas las posibilidades que podrían presentarse en un dominio del conocimiento, en un determinado tiempo y espacio. La columna 3 de la Tabla 1, formaliza el conocimiento brindado por el EDC dado que sintetiza el número de casos representativos de cada una de las entidades y constituyen el número de filas de la MTA. La MTA ha sido validada por el EDC, para asegurar la calidad de los datos
- Cabe aclarar que la modificación de la MTx o la MTA dependerán del registro de nuevos ejemplares identificados positivamente. Las campañas de recolección de material de herbario se realizan en distintos intervalos de tiempo, de modo que resultaría difícil establecer el índice de modificaciones en estas fuentes de datos. Se podría prever su actualización al finalizar cada proceso de identificación de nuevos casos de ejemplares.
- Se definieron las reglas a partir de la MTA, (ver Fase II.2) y los procesos de razonamiento de los EDC y los UF. Las reglas y heurísticas definidas conforman la base de conocimiento del SCA simbólico.
- Se diseñó detalladamente el SCA, en este caso los componentes de un sistema experto determinístico como:
 - Memoria de trabajo (MTx), contiene la información percibida del ambiente por los sensores en cada proceso de diagnóstico o identificación. Se correspondería con los datos o evidencias obtenidas del UF, base de datos y otros componentes.
 - Base de conocimiento (BC). representa el conocimiento del EDC respecto a un tema específico que orientó el diseño del agente. Este conocimiento se codifica según una notación determinada que puede incluir reglas, predicados, redes semánticas, marcos, y

- objetos. En este trabajo se centró en la formalización a través de reglas y heurística
- Motor de inferencias (MI), componente que selecciona, interpreta y aplica el esquema de razonamiento, reglas o probabilidades de la base de conocimientos; a los objetos presentes en la memoria de trabajo. Despliega los resultados y permite extraer las conclusiones necesarias a partir de la información contenida en la memoria de trabajo y la base de conocimiento. En este agente software el MI implementa como estrategia inferencial un modelo que consiste en eliminar los taxones cuyos atributos no coinciden con aquellos definidos por el usuario en cada instante de interacción.
 - Subsistema de aprendizaje, otorga flexibilidad al SCA, permite al UF almacenar en la BC las evidencias correspondientes a un ejemplar positivamente identificado. Asegura la perdurabilidad del uso del SCA.
 - Subsistema de explicación, argumenta la solución brindada por el SCA ante un proceso de diagnóstico. Se asocia a la implantación práctica del contexto de justificación en el marco de un proceso de investigación.

Fase II. 4 Desarrollo del SCA

Se construyeron los elementos de un SCA diseñados en la Fase II.3. Es decir, la base de conocimiento, el motor de inferencias, la memoria de trabajo y componentes que otorgan calidad como son el subsistema de aprendizaje y el subsistema de explicación resultando un dispositivo artificial que emula al EDC.

Para asegurar la adopción y perdurabilidad del SCA en el tiempo, la BC y el MI se definen como elementos dinámicos asegurando su permanente actualización y controlando la coherencia. Se desarrolló una base de datos con información complementaria.

La ejecución de la construcción del sistema integrado de la Fase III se abordará en trabajos futuros. La Fase IV. Actuación para conseguir el mantenimiento se vincularía con el contexto de justificación, dado que el uso del SCA implicaría la definición de estas actividades.

A modo de ejemplificar la espiral de conocimiento vinculada al modelo de proceso descrito, se evidencia que: i) en un ciclo inicial se analiza la viabilidad del proyecto, privilegiando la interacción entre los EDC, IC e ISist. Se asociaría a la Fase I del método presentado; ii) en un segundo ciclo se evidencia la interacción entre el IC y el EDC para obtener el conocimiento del dominio, es decir, se recuperan y modeliza las inferencias de los EDC ante un proceso de toma de decisiones.

Se relacionaría con las Fases II.1 y II.2; iii) en la Fase II.3 se evidencia la intervención entre distintos actores; iv) el desarrollo del SCA implica la intervención de diversos especialistas informáticos comprendidos bajo la denominación ISist.

En cada uno de los ciclos mencionados, se podrían identificar incrementos asociados en las distintas fases de la generación de software inteligente como resultado de la interacción de los sujetos involucrados. Además, el modelo de proceso como un todo podría implicar un nuevo ciclo, es decir, como consecuencia de la tensión entre tesis (producto obtenido por la aplicación del método), y antítesis (definición de nuevos requerimientos, detección de fallas y otras actividades asociadas a la generación del SCA), resultando la síntesis.

Conclusiones y Futuros Trabajos

Según el proceso de investigación científica-tecnológica y el abordaje expuesto en este trabajo, se ha presentado un modelo de proceso software para la construcción de un sistema inteligente basado en el paradigma simbólico de la Inteligencia Artificial. La innovación radica en vincular la generación de software al contexto de descubrimiento del proceso de la investigación científica en el contexto botánico.

El diseño, desarrollo e implementación de un sistema inteligente responde a un modelo dinámico de la mente de los sujetos cognoscentes que intervienen en su definición. Por ello, estos dispositivos tecnológicos de apoyo a la toma de decisiones deben enmarcarse en un proceso de interacción y equilibrio con el contexto socio-cultural-científico-tecnológico en que se inscriben, evidenciándose sucesivos ciclos de un espiral de conocimiento.

Como perspectivas futuras, y socializado el modelo descrito, se indagará cómo el contexto de justificación se refleja en la aplicación y transferencia del sistema inteligente hacia la comunidad científica, y su funcionamiento como un dispositivo artificial para emular a los EDC en complejos procesos de identificación botánica.

Además, se continuará reflexionando, basado en la lógica, cómo los contextos de descubrimiento y justificación del proceso de la investigación científica se implican entre sí, evidenciándose sucesivos ciclos que ilustran la tesis, antítesis y síntesis vinculadas al proceso de creación y utilización de sistemas artificiales basados en los conocimientos producidos en las comunidades científicas.

Referencias

- AGUILAR VERA, Raúl A; DÍAZ Mendoza, Julio C; GÓMEZ CRUZ, Gerzon E; BOJÓRQUEZ, Edwin León (eds.) (2010). **Ingeniería de Software e Ingeniería del Conoci-**

- miento: Tendencias de Investigación e Innovación Tecnológica en Iberoamérica.** Alfaomega Grupo Editor, S. A
- ANG Jac Ky; LEONG Sook Bing; LEE Chin Fei; YUSOF Umi Kalsom (2011). Requirement Engineering Techniques in Developing Expert Systems, 2011 IEEE Symposium on Computers & Informatics p.p. 640-645.
- BÁRCENAS, Ramón (2002). Contexto de descubrimiento y contexto de justificación: un problema filosófico en la investigación científica, *Acta Universitaria*, Vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, 2002, p.p. 48-57.
- BRITOS, Paola V; GARCÍA Martínez, Ramón (2004). **Ingeniería de Sistemas Expertos.** Ed. Nueva Librería, p.p. 649.
- CASTILLO, Enrique; GUTIÉRREZ, José M; HADI, A. S (1997). Sistemas Expertos y modelos de redes probabilísticas. Monografías de la Academia de Ingeniería. Academia de Ingeniería. España.
- GIARRATANO, Joseph; RILEY, Gary (2001). **Sistemas Expertos. Principios y Programación.** Ed. Paraninfo, p.p. 596.
- GÓMEZ, Asunción; JURISTO, Natalia; MONTES, César; PAZOS, Juan (1997). **Ingeniería del Conocimiento,** Ed. CEURA.
- MARIÑO, Sonia I (2001). Construcción de un generador de sistemas expertos probabilísticos. Una aplicación a la identificación de especies vegetales. Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- MORET BONILLO, Vicente (2014). **Representación del Conocimiento y Razonamiento Automático.** Departamento de Computación. Facultad de Informática. Universidad de A Coruña.
- NILSSON, Nils (2001). **Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis.** MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA Companies, p.p. 544.
- PRESSMAN, Roger (2010). **Ingeniería del Software.** Ed. Prentice Hall.
- QUESADA Sánchez, Francisco J (2004). **Aproximación a la Metodología de la Ciencia. La Ciencias Sociales y la Contabilidad.** Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, p.p. 355.
- RUSSELL, Stuart J; NORVING, Peter (2004). **Artificial Intelligence. A Modern Approach.** Ed. Prentice- Hall Inc.
- SAMAJA, Juan (2002). **Subjetividad y metodología,** Buenos Aires.
- SAMAJA, Juan (2003). **Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la Investigación Científica.** Ed. EUDEBA.
- TANG Yan; FENG Kunwu; COOPER Kendra; CANGUSSU João (2009) Requirement Engineering Techniques Selection and Modeling – An Expert System Based Approach, International Conference on Machine Learning and Applications, p.p. 705-709.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

Multiciencias

Vol 16, N° 2

Edición por el Fondo Editorial Serbiluz.

Publicada en junio de 2016.

Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela

www.luz.edu.ve

www.serbi.luz.edu.ve

produccioncientifica.luz.edu.ve