

# Modelo de Proceso para Uso Didáctico en la Enseñanza de Ingeniería del Conocimiento

Ezequiel Scordamaglia, Dario Rodriguez, Hernan Amatriain, Ramón García-Martínez

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software  
Grupo de Investigación en Sistemas de Información.  
Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús  
rgm1960@yahoo.com

**Resumen.** El concepto de Modelo de Proceso esta arraigado en los nuevos enfoques de la Ingeniería del Software. La construcción de Sistemas Basados en Conocimiento (SBC) es un tema central en la enseñanza de Ingeniería de Conocimiento. Sin embargo, los modelos de proceso para el desarrollo de SBC propios de la Ingeniería de Conocimiento son complejos para un primer curso en la materia. En este trabajo se propone modelo de proceso de uso didáctico en construcción de sistemas basados en conocimiento.

**Palabras Clave.** Ingeniería del Conocimiento. Sistemas Basados en Conocimiento. Modelo de proceso para uso didáctico.

## 1. Introducción

La enseñanza de la Ingeniería de Conocimiento en grado tiene una larga tradición en Argentina. El plan de Licenciatura en Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Lujan vigente en el año 1990 contaba con la asignatura “Sistemas Expertos”; y el Plan 1996 de Ingeniería Informática de la UBA preveía la asignatura “Sistemas Automáticos de Diagnóstico y Detección de Fallas” que en sus versiones tempranas se ocupaba de la utilización de Sistemas Expertos en el área de los sistemas de producción.

Desde el año académico 2015, la Licenciatura en Sistemas de la Universidad Nacional de Lanús cuenta con la asignatura electiva “Sistemas Basados en Conocimiento”. Como se describe en [García-Martínez et al., 2016] tiene los siguientes objetivos: “...[i] *Que el estudiante se familiarice con el abordaje metodológico del desarrollo de los sistemas basados en conocimiento,* [ii] *Que el estudiante desarrolle la capacidad de construir un sistema basado en conocimiento...*”. Entre los contenidos se destacan “...*Modelización de los Conocimientos Fácticos. Modelización de los Conocimientos Estratégicos. Modelización de los Conocimientos Tácticos. Generación del Modelo Dinámico...*”. Para el modelado de conocimiento en la práctica de la asignatura se presentan los siguientes formalismos: Tablas CAV, Tablas PER, Grafos Causales, Diagramas Jerárquicos de Tareas y Mapas de Conocimiento [García-Martínez y Britos, 2004].

Se enseña la Metodología Ideal [Carrillo Verdun, 1987; Gomez et al., 1997] que no propone técnicas para desarrollar las tareas que componen las fases, debiendo ser considerada por esta razón un modelo de proceso [Rodríguez, 2015].

La experiencia de dictado de la asignatura en 2015 ha puesto en evidencia que la Metodología Ideal es un modelo de proceso de una complejidad inapropiada para un primer curso Ingeniería del Conocimiento. Como alternativa fueron considerados los procesos propuestos por Grover [1983], por Brulé y Blount [1989] y por Schreiber [2000]. Aun difiriendo en su complejidad, también resultaban no utilizables en el curso de grado.

En este contexto, en esta comunicación se delimita el problema (sección 2), se propone como solución un modelo de proceso para uso didáctico en la enseñanza de ingeniería del conocimiento (sección 3), se da una prueba de concepto (sección 4), y se formulan conclusiones preliminares (sección 5).

## **2. Delimitación del Problema**

La articulación de la enseñanza de Ingeniería del Conocimiento dentro del área Ingeniería de Software, requiere presentar un abordaje metodológico que le permita a los estudiantes tener un primer acercamiento con base ingenieril del proceso de construcción de un sistema basado en conocimiento. Sin embargo la complejidad de las metodologías usuales de INCO exceden las necesidades de un primer curso en la materia.

En este contexto, se plantea la necesidad de disponer de un modelo de proceso de uso didáctico para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento que articule con los formalismos de modelado de conocimiento que se ven en la asignatura.

## **3. Solución Propuesta: Modelo de Proceso para Uso Didáctico en la Enseñanza de Ingeniería del Conocimiento**

En la Figura 1 se presenta el Modelo de Proceso para Uso Didáctico en la Enseñanza de Ingeniería del Conocimiento propuesto como solución al problema identificado. El proceso se estructura en tres fases: segmentación, conceptualización y formalización e implementación.

La fase “segmentación” se compone de cuatro tareas: “identificación de estados”, “análisis de dependencias entre estados”, y “obtención de criterios para la clasificación de un estado”. La fase “conceptualización” se compone de cinco tareas: “identificación de conceptos atributos y valores”, “codificación de conceptos atributos y valores”, “identificación de reglas”, “modelado conceptual de reglas”, e “identificación de encadenamiento de tareas”. La fase “formalización e implementación” se compone de tres tareas: “modelado de estructuras en CLIPS”, “transformación de reglas conceptuales en reglas CLIPS”, y “armado de contexto CLIPS”. En la Tabla 1 se relacionan los artefactos insumo que requiere cada tarea y los artefactos producto que genera cada tarea.

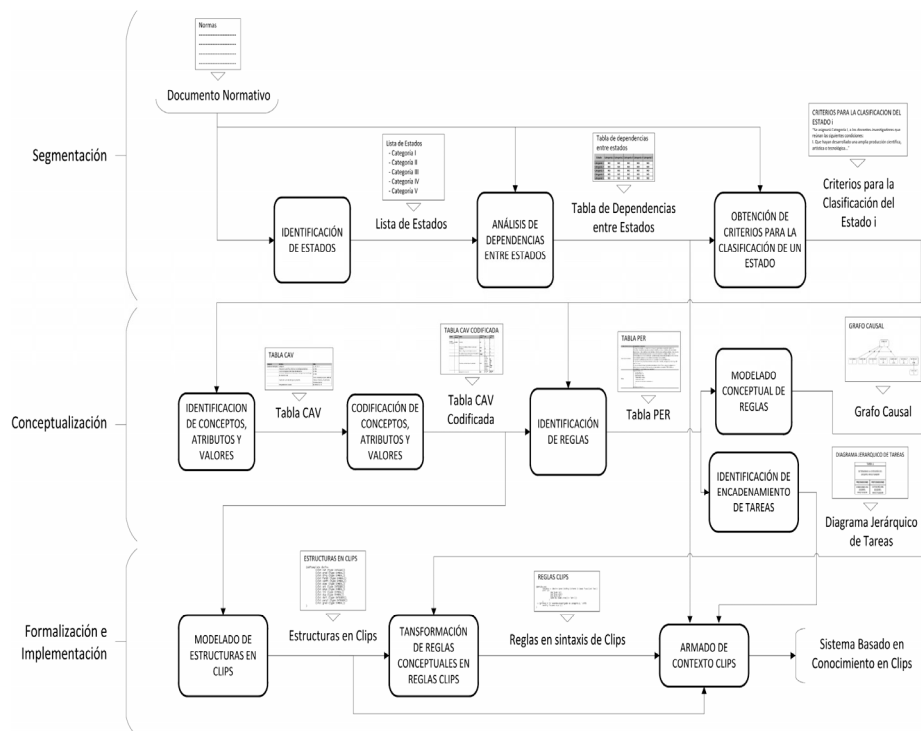


Fig. 1. Modelo de Proceso para Uso Didáctico en la Enseñanza de Ingeniería del Conocimiento

Tabla 1. Relación de artefactos insumo y producto asociado a cada tarea

| FASE                           | TAREA   | ARTEFACTOS INSUMO  | ARTEFACTOS PRODUCTO                          |
|--------------------------------|---|--|--|
| SEGMENTACIÓN                   | identificación de estados                                 | documento normativo  | listado de estados                           |
|                                | análisis de dependencias entre estados                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ documento normativo</li> <li>▪ listado de estados</li> </ul>  | tabla de dependencia entre estados           |
|                                | obtención de criterios para la clasificación de un estado | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ documento normativo</li> <li>▪ tabla de dependencia entre estados</li> </ul>  | criterios para la clasificación del estado i |
| CONCEPTUALIZACIÓN              | identificación de conceptos atributos y valores           | criterios para la clasificación del estado i   | tabla CAV                                    |
|                                | codificación de conceptos atributos y valores             | tabla CAV  | tabla CAV codificada                         |
|                                | identificación de reglas                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ criterios para la clasificación del estado i</li> <li>▪ tabla CAV codificada</li> </ul>   | Tabla PER                                    |
|                                | modelado conceptual de reglas                             | tabla PER  | grafo causal                                 |
|                                | identificación de encadenamiento de tareas                | tabla PER  | diagrama jerárquico de tareas                |
| FORMALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN | modelado de estructuras en CLIPS                          | tabla CAV codificada   | estructuras de CLIPS                         |
|                                | transformación de reglas conceptuales en reglas CLIPS     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ grafo causal</li> <li>▪ estructuras de CLIPS</li> </ul>   | reglas en sintaxis de CLIPS                  |
|                                | armado de contexto CLIPS                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tabla de dependencia entre estados</li> <li>▪ estructuras de CLIPS</li> <li>▪ reglas en sintaxis de CLIPS</li> <li>▪ diagrama jerárquico de tareas</li> </ul> | Sistemas basados en conocimiento en CLIPS    |

#### 4. Prueba de Concepto

Para ilustrar el “Modelo de Proceso para Uso Didáctico en la Enseñanza de Ingeniería del Conocimiento” propuesto se presenta en esta sección una prueba de concepto sobre el dominio de categorización en el programa de incentivos docentes que se describe en el siguiente texto (“documento normativo”):

“..Se asignará Categoría I, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones: I. Que hayan desarrollado una amplia producción científica, artística o tecnológica, de originalidad y jerarquía reconocida, acreditada a través del desarrollo de nuevas tecnologías, patentes, libros, artículos publicados en revistas de amplio reconocimiento, preferentemente indexadas, invitaciones como conferencistas a reuniones científicas de nivel internacional, participación con obras de arte en eventos internacionales reconocidos y otras distinciones de magnitud equivalente, y II. Que hayan acreditado capacidad de dirección de grupos de trabajo de relevancia, y III. Que hayan formado becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y IV. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.

Se asignará Categoría II, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones: I. Que hayan demostrado capacidad de ejecutar, dirigir y planificar en forma exitosa proyectos de investigación científica o de desarrollo tecnológico, acreditada a través de publicaciones o desarrollos de tecnología. En el caso de proyectos artísticos, tal capacidad se acreditará mediante obras de arte originales presentadas en ámbitos nacionales o internacionales reconocidos, y II. Que hayan contribuido a la formación de becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y III. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.

Se asignará Categoría III a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones: I. Que hayan realizado una labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, debidamente documentada y que acrediten haber dirigido o coordinado exitosamente proyectos de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, evaluados por entidades de prestigio científico o académico reconocido o que presenten destacados antecedentes en el área disciplinar en la que pretenden categorizar, y II. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado, Adjunto o Jefe de Trabajos Prácticos en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.

Se asignará Categoría IV, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones: I. Que hayan realizado una destacada labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, bajo la guía o supervisión de un docente investigador I, II, o III o equivalente, durante TRES (3) años como mínimo, y II. Que como docentes hayan alcanzado el cargo de Jefe de Trabajos Prácticos, Ayudante de Primera o equivalente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.

Se asignará Categoría V, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones: I. Que hayan participado, al menos UN (1) año, en un proyecto de investigación acreditado por la universidad u otro organismo de investigación reconocido a nivel nacional o internacional, y II. Que sean graduados universitarios, y III. Que como docentes hubieran alcanzado la categoría de Ayudante de Primera o equivalente...”

A partir del “documento normativo” precedentemente, la tarea “Identificación de Estados” genera como producto el “listado de estados” que se muestra en la Figura 2. Tomando el “documento normativo” y el “listado de estados” la tarea “análisis de dependencias entre estados” genera como producto la “tabla de dependencia entre estados” que se presenta en la Figura 3.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Categoría I</li> <li>▪ Categoría II</li> <li>▪ Categoría III</li> <li>▪ Categoría IV</li> <li>▪ Categoría V</li> </ul> |
|---|

| Estado      | Categoría 1 | Categoría 2 | Categoría 3 | Categoría 4 | Categoría 5 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Categoría 1 | NO          | NO          | NO          | NO          | NO          |
| Categoría 2 | NO          | NO          | NO          | NO          | NO          |
| Categoría 3 | NO          | NO          | NO          | NO          | NO          |
| Categoría 4 | NO          | NO          | NO          | NO          | NO          |
| Categoría 5 | NO          | NO          | NO          | NO          | NO          |

Fig. 2. Listado de Estados

Fig. 3. Tabla de dependencia entre estados

Con los insumos “documento normativo” y la “tabla de dependencia entre estados” la tarea “obtención de criterios para la clasificación de un estado” obtiene como salida los “criterios para la clasificación del estado i” que se presenta en la Figura 4.

| CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE DOCENTES-INVESTIGADORES   |  |
|--|--|
| Se asignará Categoría I, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:  |  |
| I. Que hayan desarrollado una amplia producción científica, artística o tecnológica, de originalidad y jerarquía reconocida, acreditada a través del desarrollo de nuevas tecnologías, patentes, libros, artículos publicados en revistas de amplio reconocimiento, preferentemente indexadas, invitaciones como conferencistas a reuniones científicas de nivel internacional, participación con obras de arte en eventos internacionales reconocidos y otras distinciones de magnitud equivalente, y |  |
| II. Que hayan acreditado capacidad de dirección de grupos de trabajo de relevancia, y  |  |
| III. Que hayan formado becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y   |  |
| IV. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.   |  |
| Se asignará Categoría II, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:   |  |
| I. Que hayan demostrado capacidad de ejecutar, dirigir y planificar en forma exitosa proyectos de investigación científica o de desarrollo tecnológico, acreditada a través de publicaciones o desarrollos de tecnología. En el caso de proyectos artísticos, tal capacidad se acreditará mediante obras de arte originales presentadas en ámbitos nacionales o internacionales reconocidos, y   |  |
| II. Que hayan contribuido a la formación de becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y  |  |
| III. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.  |  |
| Se asignará Categoría III a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:   |  |
| I. Que hayan realizado una labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, debidamente documentada y que acrediten haber dirigido o coordinado exitosamente proyectos de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, evaluados por entidades de prestigio científico o académico reconocido o que presenten destacados antecedentes en el área disciplinar en la que pretenden categorizar, y   |  |
| II. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado, Adjunto o Jefe de Trabajos Prácticos en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.   |  |
| Se asignará Categoría IV, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:   |  |
| I. Que hayan realizado una destacada labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, bajo la guía o supervisión de un docente-investigador I, II, o III o equivalente, durante TRES (3) años como mínimo, y  |  |
| II. Que como docentes hayan alcanzado el cargo de Jefe de Trabajos Prácticos, Ayudante de Primera o equivalente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.   |  |
| Se asignará Categoría V, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:  |  |
| I. Que hayan participado, al menos UN (1) año, en un proyecto de investigación acreditado por la universidad u otro organismo de investigación reconocida a nivel nacional o internacional, y  |  |
| II. Que sean graduados universitarios, y   |  |
| III. Que como docentes hubieran alcanzado la categoría de Ayudante de Primera o equivalente.   |  |

Fig. 4. Criterios para la clasificación del estado

Con el insumo “criterios para la clasificación del estado i”, la tarea “identificación de conceptos atributos y valores” genera el producto “tabla CAV” que se presenta en la Figura 5. Partiendo de la “tabla CAV” la tarea “codificación de conceptos atributos y valores” genera la salida “tabla CAV codificada” que se describe en la Figura 6.

| Concepto              | Atributo   | Valor   |
|-----------------------|--|---|
| Docente- Investigador | Categoría  | I, II, III, IV, V   |
|                       | Producción Científica, Artística o Tecnológica acreditada  | SI / NO   |
|                       | Dirección de grupos de trabajo de relevancia   | SI / NO   |
|                       | Formación de becarios y/o tesis, investigadores o tecnólogos del más alto nivel  | SI / NO   |
|                       | Contribuido a la formación de becarios y/o tesis, investigadores o tecnólogos del más alto nivel                                     | SI / NO   |
|                       | Puesto en la universidad que lo presenta   | Titular, Asociado, Adjunto, Jefe de Trabajos Prácticos, Ayudante de Primera, Interino |
|                       | Antigüedad en el puesto  | Número [0..N]   |
|                       | Capacidad acreditada de ejecutar, dirigir y planificar proyectos de investigación científica, de desarrollo tecnológico o artísticos | SI / NO   |
|                       | Labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico   | SI / NO   |
|                       | Dirección o coordinación de proyectos de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico                             | SI / NO   |
|                       | Años de duración de proyecto de investigación guiado por docente investigador I, II, III   | Número [0..N]   |
|                       | Años de participación en proyectos de investigación acreditados  | Número [0..N]   |
|                       | Graduado Universitario   | SI / NO   |

Fig. 5. Tabla CAV

| Concepto              | Codif. Concepto | Atributo   | Codif. Atributo | Valor   | Codif. Valor                                |
|-----------------------|-----------------|--|-----------------|---|---|
| Docente- Investigador | DOCINV          | Categoría  | CAT             | I<br>II<br>III<br>IV<br>V   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5                       |
|                       |                 | Producción Científica, Artística o Tecnológica acreditada  | PROD            | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Dirección de grupos de trabajo de relevancia   | DIRG            | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Formación de becarios y/o tesis, investigadores o tecnólogos del más alto nivel  | FORMT           | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Contribuido a la formación de becarios y/o tesis, investigadores o tecnólogos del más alto nivel                                     | CONF            | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Puesto en la universidad que lo presenta   | PLIES           | Titular<br>Asociado<br>Adjunto<br>Jefe de Trabajos Prácticos<br>Ayudante de Primera<br>Interino | TIT<br>ASOC<br>ADJ<br>JTP<br>AYUDP<br>INTER |
|                       |                 | Antigüedad en el puesto  | ANT             | Número [0..N]   | Número [0..N]                               |
|                       |                 | Capacidad acreditada de ejecutar, dirigir y planificar proyectos de investigación científica, de desarrollo tecnológico o artísticos | EDYP            | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico   | INV             | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Dirección o coordinación de proyectos de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico                             | DCP             | SI<br>NO  | S<br>N                                      |
|                       |                 | Años de duración de proyecto de investigación guiado por docente investigador I, II, III   | DURI            | Número [0..N]   | Número [0..N]                               |
|                       |                 | Años de participación en proyectos de investigación acreditados  | PARPI           | Número [0..N]   | Número [0..N]                               |
|                       |                 | Graduado Universitario   | GRAD            | SI<br>NO  | S<br>N                                      |

Fig. 6. Tabla CAV codificada

Con los insumos “criterios para la clasificación del estado i” y “tabla CAV codificada”, la tarea “identificación de reglas” genera el producto “Tabla PER” que se describe en la Figura 7.

| IDENTIFICADOR        | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA 1   |
|----------------------|---|
| PALABRAS DEL EXPERTO | <p>*Se asignará Categoría I, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:</p> <p>I. Que hayan desarrollado una amplia producción científica, artística o tecnológica, de originalidad y jerarquía reconocida, acreditada a través del desarrollo de nuevas tecnologías, patentes, libros, artículos publicados en revistas de amplio reconocimiento, preferentemente indexadas, invitaciones como conferencistas a reuniones científicas de nivel internacional, participación con obras de arte en eventos internacionales reconocidos y otras distinciones de magnitud equivalente, y</p> <p>II. Que hayan acreditado capacidad de dirección de grupos de trabajo de relevancia, y</p> <p>III. Que hayan formado becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y</p> <p>IV. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.*</p> |
| REGLA                | <p>SI (DOCINV.PROD = S Y<br/> DOCINV.DIRG = S Y<br/> DOCINV.FORMT = S Y<br/> (DOCINV.PUES = TIT O<br/> DOCINV.PUES = ASOC O<br/> DOCINV.PUES = ADJ O<br/> (DOCINV.PUES = INTER Y DOCINV.ANT &gt;= 3)<br/> )<br/> )<br/> ) )<br/> ENTONCES DOCINV.CAT = 1</p>  |
| IDENTIFICADOR        | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA 2   |
| PALABRAS DEL EXPERTO | <p>*Se asignará Categoría II, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:</p> <p>I. Que hayan demostrado capacidad de ejecutar, dirigir y planificar en forma exitosa proyectos de investigación científica o de desarrollo tecnológico, acreditada a través de publicaciones o desarrollos de tecnología. En el caso de proyectos artísticos, tal capacidad se acreditará mediante obras de arte originales presentadas en ámbitos nacionales o internacionales reconocidos, y</p> <p>II. Que hayan contribuido a la formación de becarios y/o tesis de doctorado o maestría, investigadores o tecnólogos del más alto nivel, y</p> <p>III. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado o Adjunto en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.*</p>   |
| REGLA                | <p>SI (DOCINV.EDYP = S Y<br/> DOCINV.CONFT = S Y<br/> (DOCINV.PUES = TIT O<br/> DOCINV.PUES = ASOC O<br/> DOCINV.PUES = ADJ O<br/> (DOCINV.PUES = INTER Y DOCINV.ANT &gt;= 3)<br/> )<br/> )<br/> ) )<br/> ENTONCES DOCINV.CAT = 2</p>   |
| IDENTIFICADOR        | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA 3   |
| PALABRAS DEL EXPERTO | <p>*Se asignará Categoría III a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:</p> <p>I. Que hayan realizado una labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, debidamente documentada y que acrediten haber dirigido o coordinado exitosamente proyectos de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, evaluados por entidades de prestigio científico o académico reconocido o que presenten destacados antecedentes en el área disciplinar en la que pretenden categorizar, y</p> <p>II. Que como docentes hayan alcanzado la categoría de profesor Titular, Asociado, Adjunto o Jefe de Trabajos Prácticos en la universidad que los presente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.*</p>   |
| REGLA                | <p>SI (DOCINV.INV = S Y<br/> DOCINV.DCP = S Y<br/> (DOCINV.PUES = TIT O<br/> DOCINV.PUES = ASOC O<br/> DOCINV.PUES = ADJ O<br/> DOCINV.PUES = JTP O<br/> (DOCINV.PUES = INTER Y DOCINV.ANT &gt;= 3)<br/> )<br/> )<br/> ) )<br/> ENTONCES DOCINV.CAT = 3</p>   |
| IDENTIFICADOR        | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA 4   |
| PALABRAS DEL EXPERTO | <p>*Se asignará Categoría IV, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:</p> <p>I. Que hayan realizado una destacada labor de investigación científica, artística o de desarrollo tecnológico, bajo la guía o supervisión de un docente investigador I, II, o III o equivalente, durante TRES (3) años como mínimo, y</p> <p>II. Que como docentes hayan alcanzado el cargo de Jefe de Trabajos Prácticos, Ayudante de Primera o equivalente. En el caso de que sean interinos, se requerirá TRES (3) años de antigüedad mínima en la docencia universitaria.*</p>  |
| REGLA                | <p>SI (DOCINV.INV = S Y<br/> DOCINV.DURI &gt;= 3 Y<br/> (DOCINV.PUES = JTP O<br/> DOCINV.PUES = AYUDP O<br/> (DOCINV.PUES = INTER Y DOCINV.ANT &gt;= 3)<br/> )<br/> )<br/> ) )<br/> ENTONCES DOCINV.CAT = 4</p>   |
| IDENTIFICADOR        | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA 5   |
| PALABRAS DEL EXPERTO | <p>*Se asignará Categoría V, a los docentes-investigadores que reúnan las siguientes condiciones:</p> <p>I. Que hayan participado, al menos UN (1) año, en un proyecto de investigación acreditado por la universidad u otro organismo de investigación reconocido a nivel nacional o internacional, y</p> <p>II. Que sean graduados universitarios, y</p> <p>III. Que como docentes hubieran alcanzado la categoría de Ayudante de Primera o equivalente.*</p>   |
| REGLA                | <p>SI (DOCINV.PARPI &gt;= 1 Y<br/> DOCINV.GRAD = S Y<br/> DOCINV.PUES = AYUDP<br/> )<br/> ) )<br/> ENTONCES DOCINV.CAT = 5</p>  |

Fig. 7. Tablas PER

La tarea “modelado conceptual de reglas” toma como insumo a las “tablas PER” y produce el “grafo causal” que se muestra en la Figura 8. Tomando como insumo las



A partir de la “tabla de dependencia entre estados”, “estructuras de CLIPS”, “reglas en sintaxis de CLIPS” y “diagrama jerárquico de tareas”, la tarea “armado de contexto CLIPS” genera como producto las “sistema basado en conocimiento en CLIPS” que se muestra en la Figura 12.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <pre>(slot cat (type INTEGER)) (slot prod (type SYMBOL)) (slot dirg (type SYMBOL)) (slot formt (type SYMBOL)) (slot conft (type SYMBOL)) (slot pues (type SYMBOL)) (slot ant (type INTEGER)) (slot edyp (type SYMBOL)) (slot inv (type SYMBOL)) (slot dcp (type SYMBOL)) (slot duri (type INTEGER)) (slot parpi (type INTEGER)) (slot grad (type SYMBOL))  (deffacts CAT1 (revisarCAT1))  (defrule CAT1 (declare (salience 100)) ?borrar &lt;- (revisarCAT1) ?docente &lt;- (docinv (prod S)(dirg S)(formt S) (pues ?pues)(ant ?ant)) (test (or (eq ?pues TIT) (eq ?pues ASOC) (eq ?pues ADJ) (and (eq ?pues INTER)&gt;= ?ant 3) ) ) =&gt; (printout t "El Docente-Investigador es Categoría 1." crfl) (modify ?docente (cat 1)) (retract ?borrar) s) )</pre> | <pre>(deffacts CAT2 (revisarCAT2))  (defrule CAT2 (declare (salience 100)) ?borrar &lt;- (revisarCAT2) ?docente &lt;- (docinv (edyp S)(conft S)(pues ?pues)(ant ?ant)) (test (or (eq ?pues TIT) (eq ?pues ASOC) (eq ?pues ADJ) (and (eq ?pues INTER)&gt;= ?ant 3) ) ) =&gt; (printout t "El Docente-Investigador es Categoría 2." crfl) (modify ?docente (cat 2)) (retract ?borrar) ) )  (deffacts CAT3 (revisarCAT3))  (defrule CAT3 (declare (salience 100)) ?borrar &lt;- (revisarCAT3) ?docente &lt;- (docinv (inv S)(dcp S)(pues ?pues)(ant ?ant)) (test (or (eq ?pues TIT) (eq ?pues ASOC) (eq ?pues ADJ) (eq ?pues JTP) (and (eq ?pues INTER)&gt;= ?ant 3) ) ) ) )</pre> | <pre>=&gt; (printout t "El Docente-Investigador es Categoría 3." crfl) (modify ?docente (cat 3)) (retract ?borrar) ) )  (deffacts CAT4 (revisarCAT4))  (defrule CAT4 (declare (salience 100)) ?borrar &lt;- (revisarCAT4) ?docente &lt;- (docinv (inv S)(duri ?duri)(pues ?pues)(ant ?ant)) (test (&gt;= ?duri 3)) (test (or (eq ?pues JTP) (eq ?pues AYUDP) (and (eq ?pues INTER)&gt;= ?ant 3) ) ) ) =&gt; (printout t "El Docente-Investigador es Categoría 4." crfl) (modify ?docente (cat 4)) (retract ?borrar) ) )  (deffacts CAT5 (revisarCAT5))  (defrule CAT5 (declare (salience 100)) ?borrar &lt;- (revisarCAT5) ?docente &lt;- (docinv (parpi ?parpi)(grad S)(pues AYUDP)) (test (&gt;= ?parpi 1)) =&gt; (printout t "El Docente-Investigador es Categoría 5." crfl) (modify ?docente (cat 5)) ) )</pre> |
|---|---|---|

Fig. 12. Sistema basado en conocimiento en CLIPS

## 5. Conclusiones

En este trabajo se presenta un modelo de proceso para uso didáctico en la enseñanza de la construcción de sistemas basados en conocimiento (SBC). El modelo de proceso presentado se articula con los formalismos de modelado de conocimiento que se enseñan en la asignatura “Sistemas Basados en Conocimiento” de la Licenciatura en Sistemas de la Universidad Nacional de Lanús.

Se podría considerar una limitante del modelo de proceso propuesto la restricción de usar el ambiente CLIPS para el desarrollo de SBC, sin embargo considerando que este es un ambiente de desarrollo “de facto” impuesto por DARPA, los ambientes de desarrollo alternos tienen funcionalidades similares.

El modelo de proceso propuesto se utilizara por primera vez en el segundo semestre del año académico 2016 de la asignatura “Sistemas Basados en Conocimiento”, por lo que se espera formular conclusiones preliminares sobre el uso del modelo y su integración a los contenidos de la asignatura a partir del año 2017.

**Financiamiento.** Las investigaciones que se reportan en este capítulo han sido financiadas por el Proyecto de Investigación 33B170 de la Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Lanús (Argentina).



## Referencias

- García Martínez, R. Y Britos, P. 2004. *Ingeniería de Sistemas Expertos*. 649 páginas. Editorial Nueva Librería. ISBN 987-1104-15-4.
- García-Martínez, R., Martins, S., Merlino, H., Amatriain, H., Ribeiro, F., Bianco, S. 2016. *Propuesta de Articulación de Temas de Sistemas Inteligentes n la Currícula de Licenciatura en Sistemas*. Proceedings del XI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Pág. 48-56. ISBN 978-987-3977-30-5.
- García-Martínez, R., Servente, M. y Pasquini, D. 2003. *Sistemas Inteligentes*. 347 páginas. Editorial Nueva Librería. ISBN 987-1104-05-7.
- Gómez-Pérez, A., Juristo, N., Montes, C., & Pazos, J. 1997. *Ingeniería del Conocimiento: Diseño y Construcción de Sistemas Expertos*. Ceuta, Madrid, Spain.
- Rodríguez, D. 2015. *Conceptualización de Espacios Virtuales de Trabajo*. Tesis Doctoral en Ciencias informáticas. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata.
- Brulé, J., Blount, A. 1989. Knowledge acquisition. McGraw-Hill, Inc.
- Carrillo Verdun, J. 1987. Metodología para el Desarrollo de Sistemas Expertos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Grover, M. 1983. A Pragmatic Knowledge Acquisition Methodology. IJCAI Vol. 83: 436-438.
- Schreiber, G. 2000. Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology. MIT press.