

# Ingeniería de requisitos (IR) aplicada a la Gestión del Conocimiento en Entornos de Aprendizaje

Consideraciones iniciales acerca de cómo usar IR e Ingeniería del Conocimiento para determinar los requisitos de conocimiento al diseñar un Entorno de Aprendizaje

Inés P. FRISS DE KEREDI

Facultad de Ingeniería, Universidad ORT Uruguay  
Cuareim 1451, CP 11100, Montevideo, Uruguay

y

Javier AZPIAZU CUENCA

Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid  
Campus de Montegancedo s/n. Boadilla del Monte, CP 28660, Madrid, España

## RESUMEN

Un entorno de aprendizaje se puede considerar como el espacio donde es posible gestionar el conocimiento o, mejor dicho, el desconocimiento. Uno de los componentes de ese entorno es el propio conocimiento, por lo que es necesario determinar cuáles son los requisitos de conocimiento que deben satisfacerse. Esta situación se asemeja a la de una empresa en la cual se desea desarrollar un sistema, para lograrlo también es imprescindible establecer los requisitos que debe satisfacer el sistema. A partir de la propia definición de IR, que trata de identificar los requisitos, el propósito de este artículo es analizar qué técnicas procedentes tanto de la IR como de la Ingeniería del Conocimiento podrían ser aplicables a los requisitos de conocimiento previo al diseño de un entorno de aprendizaje, a la vez que se facilitan definiciones generales de los entornos.

**Palabras Claves:** Ingeniería de Requisitos, Entorno de Aprendizaje, Ingeniería del Conocimiento, Enseñanza Asistida por Computador, Adquisición de Conocimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se establecen a continuación dos situaciones, una empresarial y otra académica:

**Situación Empresarial:** Una empresa solicita un sistema. ¿Cómo se establecen claramente los requisitos del sistema? Es función del analista de sistemas recabar la información necesaria, tratar de captar los distintos tipos de conocimiento relevantes de la empresa, ya sean básicamente procedimentales y sistemáticos como los que caracterizan a los problemas objeto de la Ingeniería del Software, o eminentemente heurísticos y declarativos como le son propios a la Ingeniería del Conocimiento, para poder diseñar el sistema que ella necesita. ¿Con qué herramientas cuenta para recabarlos?

**Situación Académica:** Un profesor establece que desea un entorno de aprendizaje para determinada área. En este entorno se encontrarán los conocimientos que el profesor o más genéricamente el experto del dominio, y otros agentes

involucrados, consideran necesarios para sus objetivos. Cuando se diseña el entorno, ¿cómo se determinan esos requisitos de conocimiento?, ¿de qué herramientas dispone?

Desde la perspectiva del analista, en la situación empresarial, su función es tratar de captar los distintos tipos de conocimiento en la empresa para poder diseñar el sistema que le resulte útil a ésta. En la situación académica citada, su función es tratar de captar los distintos tipos de conocimiento para presentarlos en un ambiente que le resulte útil al estudiante o aprendiz.

Típicamente, en la primera situación se cuenta con el apoyo de la Ingeniería de Requisitos. En la segunda situación, dada la naturaleza particular de los entornos de aprendizaje, se hace necesario recurrir a las técnicas de la Ingeniería del Conocimiento. No obstante, mientras en el mundo empresarial lo habitual es contar con un conjunto de especificaciones procedimentales y de datos casi completo, en el ámbito académico la situación es muy distinta. Aunque en ella también se manejan conocimientos procedimentales, relativos al sistema pedagógico que asumen, cobran especial importancia los conocimientos heurísticos, que requieren una estructura eminentemente declarativa, al igual que ocurre en Ingeniería del Conocimiento. Esta realidad determina que la identificación de requisitos para el desarrollo de entornos de aprendizaje recurra tanto a técnicas procedentes de la IR como de la Ingeniería del Conocimiento. Pero entre ambas situaciones parece ser posible establecer una correspondencia, isomorfismo o analogía: hay que recabar requisitos o requerimientos como parte del proceso de desarrollo de un determinado sistema.

El objetivo de este artículo es, a partir de una descripción de los conceptos y términos vinculados, realizar sugerencias acerca de qué herramientas de las dos áreas (IR, Ingeniería del Conocimiento) se pueden utilizar para establecer los requisitos de conocimiento necesarios para un entorno de aprendizaje.

## 2. INGENIERÍA DE REQUISITOS (IR)

Existen numerosas definiciones de IR. Por ejemplo, Kotonya et al. [13] definen la IR como los procesos involucrados en desarrollar requisitos del sistema. Para Dignum et al. [5] es el proceso dinámico construido a través del proceso de

negociación colaborativo. Recibe la denominación de ingeniería porque implica técnicas sistemáticas y repetibles que al usarlas aseguren que los requisitos son completos, correctos, consistentes y relevantes.

Para Herlea et al. [8] la negociación de los requisitos del software es el proceso en el que se identifican las necesidades del cliente en relación al proyecto de software. Es uno de los procesos más importantes en la construcción del sistema de software porque es en esta etapa donde se decide qué construir. Se trata de un proceso iterativo donde, a través de la reflexión y experiencia, el usuario se familiariza con la tecnología y los desarrolladores se familiarizan con las necesidades del usuario. Por ejemplo, escenarios y prototipos proveen a los usuarios la oportunidad de “experimentar” la nueva tecnología y a los desarrolladores “experimentar” la práctica laboral.

Según Pressman [17] el análisis de requisitos permite especificar la función y el rendimiento del software, explicita la interfaz del software con otros elementos del sistema y establece las restricciones que debe cumplir el software, además de proporcionar modelos al diseñador del software que pueden traducirse en el diseño de datos, arquitectónico, de interfaz y procedural. El análisis de requisitos para este autor puede dividirse en cinco áreas: 1) reconocimiento del problema, 2) evaluación y síntesis, 3) modelado, 4) especificación y 5) revisión.

Para Kolatch [12] el proceso de desarrollo de requisitos se puede comparar con el modelo de cinco fases del proceso de creación organizacional. Estas cinco fases son las siguientes: compartir el conocimiento tácito, crear los conceptos, justificar los conceptos, construir un modelo y realizar el cruzamiento del conocimiento (*cross leveling*), y pueden ser asociadas respectivamente a extracción u obtención (*elicitation*) de requisitos, análisis, negociación, especificación o documentación de requisitos y validación.

En las etapas de obtención, negociación y validación intervienen los distintos agentes. Herlea et al. [8] refieren que la cooperación entre los participantes del proceso es bastante difícil, pues el proceso involucra una red social de personas con diferentes perfiles y visiones del sistema que debe construirse. Esta multiplicidad de enfoques implica problemas de comunicación que tienen gran impacto a la calidad de los requisitos obtenidos.

En cuanto a la taxonomía de los requisitos a recoger, se pueden distinguir según Pressman [17] las siguientes categorías:

**Requisitos normales** como, por ejemplo, peticiones de tipos de presentación gráfica y niveles requeridos de rendimiento.

**Requisitos esperados**, que son implícitos al producto o sistema y que pueden ser tan fundamentales que el cliente no los declara explícitamente pero cuya ausencia podría ser motivo de un sentimiento de insatisfacción significativa. Como ejemplo, se pueden citar la fiabilidad general o facilidad de instalación.

**Requisitos innovadores**, que van más allá de las expectativas del cliente. Por ejemplo, se solicita que la aplicación software a desarrollar tenga ciertas características y el producto final tiene capacidades adicionales no esperadas que resultan muy útiles.

Kotonya et al. [13] diferencian entre requisitos funcionales (o servicios) y los no funcionales como implementación, rendimiento y usabilidad. Estos autores indican también la dificultad de los requisitos incompletos o inconsistentes, pues resulta costoso hacer cambios después de ser acordados y no reflejan la realidad o necesidades. Adicionalmente listan otros requisitos no funcionales citando a la norma IEEE 830-1993, entre los que se encuentran requisitos de verificación, aceptación, documentación, seguridad y mantenibilidad.

Existen diferentes técnicas o métodos de IR, algunas de ellas abarcan todas las etapas y otras sólo algunas de ellas. Cada autor tiene su propia versión sobre el particular. Entre las técnicas habituales para capturar los requisitos se encuentran las observaciones, entrevistas con el cliente y encuestas [17].

Kotonya et al. [13] sugieren como técnicas de obtención, además de las ya citadas, el uso de escenarios. También sugieren considerar los *view points* o puntos de vista, que son mecanismos explícitos que toman en cuenta diferentes sistemas y las perspectivas de los agentes (*stakeholders*). Para entender los requisitos se debe entender los servicios (requisitos funcionales) que debe proveer, el dominio de aplicación, las limitaciones no funcionales, el proceso de desarrollo y el ambiente donde se instalará. Estas técnicas podrían usarse prácticamente en todas las fases, incluidas las de negociación y validación.

Otra técnica para obtener requisitos es la de casos de uso. “Un caso de uso es una forma o patrón o ejemplo concreto de utilización, un escenario que comienza con algún usuario del sistema que inicia alguna transacción o secuencia de eventos interrelacionados” [11]. También se pueden utilizar diagramas de flujo de datos (DFDs), que son una forma de representar el flujo de información en las aplicaciones software.

Herramientas como KARE (*Knowledge Acquisition and sharing for Requirements Engineering*) facilitan la gestión de los requisitos, abarcando todas las fases [8]. En particular, KARE establece diferentes áreas o salas, entre otras:

**Sala de Lista de Deseos**, utilizada para almacenar la lista inicial de requisitos.

**Sala de Punto de Encuentro**, utilizada como “cuartel general” para reunir a los participantes en un ambiente informal.

**Sala de “Tormenta de Ideas”**, utilizada para registrar todas las ideas “rápidas” generadas durante la reunión.

**Sala de Agenda de Trabajo**, utilizada para mantener la agenda de las reuniones.

**Sala de Documentación**, utilizada para registrar los requisitos obtenidos.

**Sala de Escenarios**, utilizada para construir escenarios de situaciones futuras.

**Sala de Consideraciones Futuras**, utilizada para registrar resultados intermedios del proceso.

**Sala de Consideraciones Finales**, utilizada para registrar el documento final de requisitos.

**Sala de Prensa**, utilizada para comunicar e informar acerca del progreso del equipo de diseño.

### 3. INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO

La Ingeniería del Conocimiento es el conjunto de principios, métodos y herramientas que permite aplicar el saber científico y experiencia a la utilización de los conocimientos y sus fuentes

[6]. Algunas de las fuentes más empleadas son: libros y manuales, documentación formal e informal, registros internos, presentaciones y publicaciones especializadas, visitas y personas. Cuando la fuente de conocimiento se presenta en forma escrita, la adquisición se llama extracción de conocimiento, si por el contrario los conocimientos se obtienen de personas, el proceso se denomina educación de conocimientos.

El problema de la adquisición de conocimiento estriba en extraer los conocimientos correctos, la cantidad y el tipo adecuado en el momento apropiado. Para su extracción, además de examinar las distintas fuentes de conocimiento, es útil contar con la ayuda de un profesional del dominio que explique la terminología, proporcione detalles omitidos en la documentación, identifique el material relevante que pudiera pasar inadvertido y explique las anotaciones realizadas a mano.

Para la educación del conocimiento se realizan, según estos autores, ciclos consistentes en preparación de la sesión, sesión en sí, transcripción, análisis y evaluación. Como técnicas de educación se mencionan los métodos directos (entrevistas abiertas o estructuradas y cuestionarios) y los métodos indirectos como la observación. En general, las técnicas de educación más utilizadas son las entrevistas abiertas o estructuradas, la observación de tareas habituales, los incidentes críticos (casos especialmente interesantes o difíciles), la clasificación de conceptos, los cuestionarios, el análisis de protocolos (un protocolo es una transcripción de las sesiones en las cuales se le pregunta al experto qué hace y el por qué), el empujamiento (test de clasificación complejo en el cual se decide una lista de elementos en base a un conjunto bipolar de características; la experiencia y conocimientos de los expertos se representan en una tabla bidimensional o matriz evaluada) y la inducción.

El orden de tareas para recabar el conocimiento sería: obtener información general a través de entrevistas abiertas y de la observación de tareas habituales; a continuación obtener conocimientos profundos a través de entrevistas estructuradas, incidentes críticos y empujamiento. Pueden usarse también cuestionarios adicionales para distinciones sutiles. Por último, se aplica el análisis de protocolos y se realizan entrevistas estructuradas.

#### 4. ENTORNOS DE APRENDIZAJE

##### Definición

¿Qué es un entorno de aprendizaje? Una primera aproximación a la definición de entorno de aprendizaje es indicar qué debería contener. Así, habría de contener los elementos con los cuales el alumno construye sus modelos mentales, o sea, reunir las condiciones por las cuales cualquier alumno más o menos normal estaría en disposición de aprender por sí mismo. Ese entorno debe ser eficiente -que le permita asimilar esos conceptos y no cree modelos falsos- y efectivo -que facilite los modelos correctos, adecuados-. Asimismo, debería fomentar la interactividad (no como en el aula en la que muchas veces preguntan sólo porque no entienden. Se trataría de preguntas muy inmediatas pues no tienen tiempo suficiente para reflexionar).

Una definición más formal de entorno de aprendizaje indica que es el espacio en donde se crean las condiciones para que el

individuo se apropie de nuevos conocimientos, nuevas experiencias, nuevos elementos que le sugieran procesos de análisis, reflexión y apropiación según Avila [2]. Los ambientes de aprendizaje no se dan de manera automática, no surgen como generación espontánea ni son tampoco resultado de las nuevas tecnologías; el diseño pedagógico es decisivo. Cuando se diseñan ambientes de aprendizaje se debe tomar en cuenta la necesidad de modificar actitudes, ideas y mecanismos tradicionales entre docentes y estudiantes; esto implica desde la modificación de la imagen de autoridad y del saber, hasta las formas de uso de los medios y de las tecnologías.

Los entornos de aprendizaje están cambiando. Los nuevos escenarios plantean desafíos técnicos y pedagógicos a los que las instituciones de educación superior deben responder. Los roles de los profesores, alumnos y personal de apoyo deben adaptarse a los nuevos entornos [10].

El entorno debe satisfacer las expectativas de los estudiantes y no estar sobrecargado, también debe basarse en la participación y responsabilidad del alumno y tener en cuenta los diferentes tipos de inteligencia. Para Cope estos son: lingüística, lógica, musical, kinestésica, visual, espacial, interpersonal e intrapersonal [3]. Este último aspecto también es destacado por Dickinson [4]. Para Hiltz [9] se debe considerar la riqueza del medio (en una clase común se ven las caras, gestos, tonos de voz). Además debe ser eficaz y eficiente, presentando un concepto desde distintas perspectivas, mostrando diferentes ejemplos y brindando ejercicios de autocomprobación.

Los componentes principales de un entorno de aprendizaje virtual son, según Mason [15]:

- Representación del currículum mediante elementos que puedan ser validados y registrados.

- Registro de la actividad del estudiante y logros.

- Apoyo en línea que incluye acceso a recursos de aprendizaje, evaluación y guía.

- Soporte de tutoría.

- Comunicación, incluyendo correo electrónico, discusión de grupos, acceso a Web.

- Vínculos a otros sistemas.

Goñi [7] señala que se debe considerar también la socialización, teniendo presente el ámbito de variedad de relaciones que se puede establecer. Asimismo, debe tenerse también un sistema de información sobre la planificación de tareas, para asignar recursos, medir esfuerzos y dedicaciones, y establecer indicadores de progreso; un sistema de estándares y de valoración de las unidades didácticas; y los aspectos ya citados de un sistema de apoyo (ayudas, guías, consultas), así como un sistema de evaluación.

Marques [14] detalla como clasificar el software educativo mediante una serie de criterios que también son aplicables a los entornos en general:

- Según los contenidos:** temas, áreas curriculares.

- Según los destinatarios:** criterios basados en niveles educativos, edad, conocimientos previos.

- Según su estructura:** tutorial (lineal, ramificado o abierto), base de datos, simulador, constructor, herramienta.

- Según sus bases de datos:** cerrado, abierto (en relación a si sus bases de datos son modificables).

- Según los medios que integra:** convencional, hipertexto, multimedia, hipermedia, realidad virtual.

**Según su "inteligencia":** convencional, experto (o con inteligencia artificial).

**Según los objetivos educativos** que pretende facilitar: conceptuales, procedimentales, actitudinales (o considerando otras taxonomías de objetivos).

**Según las actividades cognitivas que activa:** control psicomotriz, observación, memorización, evocación, comprensión, interpretación, comparación, relación (clasificación, ordenación), análisis, síntesis, cálculo, razonamiento (deductivo, inductivo, crítico), pensamiento divergente, imaginación, resolución de problemas, expresión (verbal, escrita, gráfica...), creación, exploración, experimentación, reflexión metacognitiva, valoración.

**Según el tipo de interacción que propicia:** reconocitiva, reconstructiva, intuitiva/global, constructiva.

**Según su función en el aprendizaje:** instructivo, revelador, conjetural, emancipador.

**Según su comportamiento:** tutor, herramienta, aprendiz.

**Según el tratamiento de errores:** tutorial (controla el trabajo del estudiante y le corrige), no tutorial.

**Según sus bases psicopedagógicas sobre el aprendizaje:** conductista, cognitivista, constructivista.

**Según su función en la estrategia didáctica:** entrenar, instruir, informar, motivar, explorar, experimentar, expresarse, comunicarse, entretener, evaluar, proveer recursos (calculadora, comunicación telemática).

**Según su diseño:** centrado en el aprendizaje, centrado en la enseñanza, proveedor de recursos.

También, respecto a la manera en la que se va a utilizar el programa, este mismo autor sugiere considerar:

- 1 Papel del programa:
  - 1.1 Información que facilitará al estudiante;
  - 1.2 Tareas que propondrá;
  - 1.3 Modo en que deberán realizarse.
- 2 Papel de los estudiantes:
  - 2.1 Tareas que realizarán los estudiantes;
  - 2.2 Nivel de autonomía en el uso del programa:
    - 2.2.1 Libre, según su iniciativa, realizando las actividades por las que siente más interés.
    - 2.2.2 Semidirigido, puede utilizar el material como quiera pero con la finalidad de desarrollar un trabajo concreto o un proyecto encargado por el profesor.
    - 2.2.3 Dirigido, siguiendo las instrucciones específicas del profesor.
  - 2.3 Interacciones de cada estudiante:
    - 2.3.1 Con el programa
    - 2.3.2 Con otros compañeros: consultas, opiniones, comentarios...
    - 2.3.3 Con el profesor: consultas, orientaciones, ayudas...
    - 2.3.4 Con otros materiales: fuentes de información diversas, guías...
  - 2.4 Técnicas de aprendizaje que se utilizarán:
    - 2.4.1 Repetitivas (memorizando): copiar, recitar...
    - 2.4.2 Elaborativas (relacionando la nueva información con la anterior): subrayar, resumir, esquematizar, elaborar diagramas y mapas conceptuales...
    - 2.4.3 Exploratorias: explorar, experimentar (verificar hipótesis, ensayo-error...)
    - 2.4.4 Regulativas (analizar y reflexionar sobre los propios procesos cognitivos, metacognición)
- 3 Papel del profesor:

- 3.1 Información inicial a los estudiantes (objetivos, trabajo a realizar, materiales y metodología, fuentes de información...)
- 3.2 Orientación y seguimiento de los trabajos (dinamización, asesoramiento y orientación).
- 3.3 Técnicas de enseñanza que se utilizarán:
  - 3.3.1 Motivación
  - 3.3.2 Ejercicios de memorización
  - 3.3.3 Prácticas para la adquisición de habilidades de procedimiento
  - 3.3.4 Enseñanza directa
  - 3.3.5 Exploración guiada
  - 3.3.6 Experimentación guiada
  - 3.3.7 Descubrimiento personal
  - 3.3.8 Expresión personal
  - 3.3.9 Comunicación interpersonal
  - 3.3.10 Metacognición

### La Enseñanza asistida por computador

Almeida [1] define medio de enseñanza como todos los componentes del proceso docente que actúan como soporte material de los métodos (instructivos o educativos) con el propósito de lograr los objetivos planteados. En los años 50 aparecieron los primeros sistemas de enseñanza, llamados *programas lineales*, en los que ningún factor podía cambiar el orden establecido por el programador. Todos los alumnos recibían el mismo conocimiento en el mismo orden o secuencia. No se tenía en cuenta la aptitud ni las necesidades de cada alumno. Esta manera de obrar recuerda la de las muchas herramientas software utilizadas en el ámbito empresarial.

Luego aparecieron los *programas ramificados*, con un número fijo de temas pero con capacidad para actuar según la respuesta del alumno. Esta mejora se consiguió gracias a la técnica de ajuste de patrones (*Pattern matching*), que permitía tratar las respuestas del alumno como aceptables o parcialmente aceptables, en lugar de totalmente correctas o incorrectas.

Posteriormente, entre fines de los 60 y comienzos de los 70 surgieron los *sistemas generativos*, asociados a la filosofía educativa que manifiesta que "los alumnos aprenden mejor enfrentándose a problemas de dificultad adecuada, que atendiendo a explicaciones sistemáticas", es decir, adaptando la enseñanza a sus necesidades. En estos sistemas se determina el grado de dificultad del problema que se presente, tomando en cuenta el concepto a tratar y el nivel de detalle. Estos sistemas, conocidos como CASI (*computer assisted instruction*), presentan los siguientes inconvenientes:

- 1) Pretenden abarcar cursos completos en lugar de limitarse a temas concretos.
- 2) Existen barreras de comunicación entre el tutor y alumno.
- 3) No tienen conocimientos de cómo y por qué se ejecutan las tareas.
- 4) Su construcción ha estado muy dirigida a sistemas específicos, lo que impide transportarlos a otros dominios.
- 5) Tienden a ser estáticos, en lugar de evolucionar y ser dinámicos.
- 6) Una vez construidos, el conocimiento que incluye no se ve modificado con el tiempo.

Mateo [16] indica que la enseñanza asistida por computador inteligente trata de desarrollar la serendipia, mejorar la cognición y eliminar la frustración. Un tutor inteligente, para

Almeida [1], es un programa mediante el cual se pretende enseñar algunos conocimientos a una persona teniendo en cuenta su capacidad de aprendizaje y el conocimiento que tiene en todo momento sobre esa materia. Ese programa debe ser flexible y abierto a las posibles sugerencias del alumno. Generalmente tiene cuatro componentes básicos: módulo del dominio, módulo del estudiante, módulo pedagógico y módulo interfaz. El **módulo del dominio** tiene la base de conocimiento del tutor. En él hay conocimiento declarativo y, o procedimental sobre la materia que se enseña. El **módulo del estudiante** representa las características propias del estudiante (capacidades y conductas). Para diseñarlo se debe pensar en términos de qué características e información debe contener. Debe observarse al estudiante e interpretar sus acciones. A su vez, dentro del **módulo pedagógico**, se encuentran las acciones que realiza el tutor, que son: corrección, elaboración, estrategia, diagnóstico, predicción y evaluación. El **módulo interfaz** es lo que ve el usuario.

En particular, en la selección del contenido para el módulo del dominio es donde se propone utilizar técnicas de Ingeniería del Conocimiento y de IR.

## 5. PROPUESTAS

Algunas técnicas de la IR son las entrevistas, observaciones, encuestas, análisis de protocolos, los *view points* y los casos de uso. Varias de ellas coinciden con las empleadas por la Ingeniería del Conocimiento. Ahora, ¿cómo se aplicarían a un caso concreto?

En las dos situaciones narradas al comienzo, primero es necesario determinar los agentes que los utilizan, siendo en el caso empresarial los futuros usuarios, gerentes, directivos y todo aquél vinculado de alguna forma con el sistema, mientras que en el caso académico, los agentes son los docentes de la propia materia y otro personal de apoyo, así como los estudiantes. Incorporar los puntos de vista de estos otros usuarios permitirá tener una visión más amplia de los requisitos de conocimiento.

Tómese como referencia el mundo empresarial y supóngase que se desea un sistema para el control de la facturación. En ese caso, los agentes son los futuros operadores del sistema, encargados de ventas, vendedores, gerente comercial, directivos, etc. y la lista de requisitos funcionales podría incluir, por ejemplo, “poder emitir facturas en lote” u “obtener un listado de facturas realizadas entre ciertas fechas”. Como requisitos no funcionales podrían establecerse la necesidad o restricción de que el software sea implementado con determinada herramienta o que se ejecute en cierta configuración de hardware.

En el ámbito académico, por ejemplo, el espacio concreto de definición de requisitos de conocimiento para el diseño del módulo del dominio de un entorno de aprendizaje para presentar los conceptos de programación orientada a objetos a individuos que ya saben programar, se podría establecer que un requisito funcional es “brindar la definición de variable de clase” o “explicar el concepto de polimorfismo”, siendo un requisito no funcional, por ejemplo, manejar adecuadamente los conceptos de variable y de alcance. Para el caso que nos ocupa, podrían considerarse como otros requisitos no funcionales los criterios ya citados establecidos por Marques [14] en cuanto a los objetivos educativos (conceptuales, procedimentales,

actitudinales) que pretende facilitar, las bases de datos que usa, los destinatarios (nivel educativo, edad, conocimiento previo) o el papel del programa.

Podría inferirse entonces que, debido a la similitud entre ambas situaciones, es posible utilizar tanto los métodos y herramientas de la IR como las análogas utilizadas en la Ingeniería del Conocimiento para capturar los requisitos (a través, por ejemplo, de entrevistas, *view points* incluyendo a los diferentes usuarios y el análisis de protocolos). De este modo se estará en condiciones óptimas para identificar claramente los requisitos de conocimiento necesarios para el módulo del dominio de un entorno de aprendizaje.

## 6. REFERENCIAS

- [1] S. Almeida, J. Febles, O. Bolaños: “Evolución de la enseñanza asistida por computadoras”. Ver documento en: [http://bvs.sld.cu/revistas/ems/vol11\\_1-97/ems05195.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/ems/vol11_1-97/ems05195.htm). Descargado en 1/2002
- [2] P. Avila, M. Bosco, “Ambientes virtuales de aprendizaje - una nueva experiencia”. Ver documento en: <http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/articulo/articulo11.htm>. Descargado en 9/2001
- [3] M. Cope, *El conocimiento personal. Un valor seguro*. España: Prentice Hall, 2001
- [4] D. Dickinson, “Positive Trends in Learning: Meeting the needs of a rapidly changing world”. Ver documento en: <http://www.newhorizons.org/positivetrends.html>. Descargado en 10/2001
- [5] V. Dignum, K. Heimannsfeld, “Knowledge management for requirements engineering”. Ver documento en <http://sern.ucalgary.ca/KSI/KAW/KAW99/papers/Dignum1/>. Descargado en 2/2002
- [6] A. Gómez, N. Juristo, C. Montes, J. Pazos, *Ingeniería del Conocimiento*. España: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces SA., 1997
- [7] J. Goñi, “El nuevo entorno de aprendizaje: un organizador de los componentes del teleaprendizaje a través de redes telemáticas”. Ver documento en: [www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/jgoni/apren.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/jgoni/apren.htm). Descargado en 11/2001
- [8] D. E. Herlea, M. L. G. Shaw, B. R. Gaines, “Knowledge Management for Requirements Engineering”. Ver documento en: <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/AIKM97/herlea/KMSE.html>. Descargado en 2/2002
- [9] S. Hiltz, *The virtual classroom. Learning without limits via computer networks*. USA: Ablex Publishing Corporation, 1995
- [10] E. Islas, “Ideas para reflexionar en torno a la importancia y necesidad de implementar una asignatura relativa a la formación de usuarios de la información”. Ver documento en: [www.uqroo.mx/uqroo/eventos/textocursos.html](http://www.uqroo.mx/uqroo/eventos/textocursos.html). Descargado en 8/2001
- [11] I. Jacobson, *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. USA: Addison Wesley, 1992
- [12] E. Kolatch, “Knowledge Management and Requirements Engineering: An examination from the perspective of Nonaka and Takeuchi”. Ver documento en: [http://www.cs.umd.edu/~kolatch/papers/km\\_and\\_re.html](http://www.cs.umd.edu/~kolatch/papers/km_and_re.html). Descargado en 2/2002

- [13] G. Kotonya, Ian Sommerville, *Requirements engineering*. England: John Wiley & Sons, 1998
- [14] P. Marques, "Clasificación de software educativo".  
Ver documento en:  
<http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>.  
Descargado en 1/2002
- [15] R. Mason, "Requirements for a Virtual Learning Environment".  
Ver documento en:  
[http://www.aln.org/alnweb/magazine/vol2\\_issue2/Mason\\_final.htm](http://www.aln.org/alnweb/magazine/vol2_issue2/Mason_final.htm) Descargado en 9/2001
- [16] A. Mateo, Tesis doctoral: *Uso de conocimientos ocultos y volátiles en el desarrollo de sistemas inteligentes para entrenamiento y deuteraprendizaje*. España: Universidad Politécnica de Madrid, 1997
- [17] R. Pressman, *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. España: Mc Graw-Hill, 4ª edición, 1998