

Conceptualización de Requerimientos: Propuesta de Proceso y Técnicas Asociadas

Alejandro Hossian¹, Oscar Dieste², Ramón García-Martínez³

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Informáticas. UNLP y Grupo de Investigación en Sistemas Inteligentes en Ingeniería. UTN-FRN, Neuquén, Argentina. alejandrohossian@yahoo.com.ar.

² Grupo de Ingeniería de Software Empírica. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. odieste@fi.upm.es.

³ Grupo de Investigación en Sistemas de Información. Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús. Buenos Aires, Argentina. rgarcia@unla.edu.ar.

ABSTRACT

The requirements elicitation process, whose main objective is to give birth to the requirements, not only is a technical process to build a particular system but also an important process of social connotations involving different people (stakeholders), a circumstance which causes certain problems arise when carrying out this process of requirement conceptualization. We propose a process of Requirements Conceptualization that are structured in two phases: (a) Problem-Oriented Analysis: aimed at understanding the problem given by the user in the domain in which this takes place, and (b) Product-Oriented Analysis: its aim is to obtain the functionalities that the user intends to obtain from the software product to be developed, taking into account the relationship of these features with the reality expressed by the user in his speech. The techniques for each activity in both phases are introduced.

RESUMEN

El proceso de captura de requisitos constituye un proceso con connotaciones sociales relacionadas con diferentes personas (*stakeholders*), una circunstancia que hace que ciertos problemas se presenten cuando se lleva adelante el proceso de conceptualización de requisitos. Se propone un proceso de conceptualización de requisitos que se estructura en dos fases: (a) Análisis Orientado a al Problema: cuyo objetivo es comprender el problema dado por el usuario en el dominio en el que este se lleva a cabo, y (b) Análisis de Orientado al Producto: cuyo objetivo es obtener las funcionalidades que el usuario espera del producto de software a desarrollar, teniendo en cuenta la relación de estas con la realidad expresada por el usuario en su discurso. Se proponen seis técnicas que articulan cada una de las tareas que componen las fases de proceso propuesto.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de educación de requisitos, cuyo objetivo central consiste en dar a luz a los requisitos, no solo constituye un proceso de carácter técnico para construir un determinado sistema, sino también un proceso con importantes connotaciones de tipo social [1] que involucra a distintas personas (*stakeholders*); circunstancia ésta que origina que se presenten ciertos problemas a la hora de la realización de dicho proceso de educación [2].

Asimismo, con respecto a los *stakeholders* cabe aclarar que dicho término se utiliza en referencia a cualquier persona o grupo que se verá afectado por el sistema en forma directa o indirecta; entre los mismos se pueden citar a usuarios finales que interactúan con el sistema, así como también a demás personas que pueden verse afectadas por la puesta en marcha del mismo — profesionales que proporcionan mantenimiento a otros sistemas relacionados, expertos en el dominio del sistema, gerentes de negocio, entre otros—.

Los problemas citados anteriormente pueden ser enfocados en función de los inconvenientes a los que se ven enfrentados los ingenieros de requisitos a la hora de relevar y comprender los requisitos que manifiestan los diferentes *stakeholders* [3]. Estos problemas pueden ser sintetizados de la siguiente manera:

- En la mayoría de los casos los *stakeholders* desconocen lo que desean obtener del sistema informático, resultándoles difícil expresar cual es el problema que pretenden que sea resuelto y, en consecuencia, lo que deseen que haga el sistema.
- Por lo general, los *stakeholders* manifiestan sus requisitos con su propio lenguaje natural y con un conocimiento implícito de su propia labor. Por consiguiente, los ingenieros de requisitos, que en la generalidad de los casos carecen de la experiencia y el conocimiento en el dominio del usuario, deben comprender en forma correcta estos requisitos.

- Muy posiblemente, los diferentes *stakeholders* involucrados en la construcción del sistema posean diferentes requisitos, los cuales pueden ser expresados de varias formas distintas. Por consiguiente, los ingenieros deben tener en consideración todas las posibles fuentes potenciales de requisitos y hallar coincidencias y conflictos.
- También es posible que factores de carácter político tengan cierta influencia en los requisitos del sistema. A modo de ejemplo, un director de un cierto departamento puede solicitar requisitos del sistema a los efectos de tener mayor influencia en el seno de la organización.

Continuando en esta línea, por las razones expuestas se puede afirmar que el proceso de educación es difícil de llevar a cabo. En este sentido, conforme a [4] y con idea de complementar los problemas expresados anteriormente, se estima conveniente añadir las siguientes consideraciones:

- Mucha información importante para la construcción del producto software no llega a ser verbalizada, quedando así plasmados importantes huecos en la información capturada.
- En la mayoría de los casos el proceso de educación se lleva a cabo en forma pasiva en relación con el cliente y/o usuario, cuando en realidad debe ser afrontado en forma cooperativa.

Ahora bien, en virtud del conjunto de limitaciones a las que hacen mención Sommerville [1] y Christel [4], propias del proceso de educación, es que surge la necesidad de explorar y analizar aquellas particularidades que son inherentes a este proceso y que, en tal sentido, contribuyen a caracterizarla.

Caracterizada la tarea de educación, se infiere que el eje de la misma se focaliza en la comunicación que se establece entre el usuario y el Ingeniero de Requisitos (IR). Este, cuando desarrolla su trabajo de educación, debe capturar y modelar una realidad que enmarca una problemática, y cuya solución, debe ser abordada a través de un producto software. Siendo esta realidad un elemento intangible y, por lo general también compleja, es que también resulta difícil su captura.

Ahora bien, la captura de esta realidad junto con su problemática quedan plasmadas en el discurso del usuario, a partir del cual el IR debe confeccionar el universo de ese discurso ("situaciones, hechos, objetos, entre otros., en los que se focaliza el estudio durante la educación y que, en consecuencia, resultan ser sustanciales a la hora de abordar el desarrollo del futuro sistema software" [5]), a los efectos de poder alcanzar así los modelos conceptuales ya en la fase de análisis de requisitos.

Estos inconvenientes, propios del proceso de educación, hacen que se dificulte la elaboración del universo de

discurso por parte del IR, así como también la construcción de modelos conceptuales adecuados [6, 7]; es decir que estos problemas, que comienzan a manifestarse en el proceso de educación de requisitos y a partir de la comunicación entre el usuario y el IR, seguramente se propagarán en la actividad de construcción de los modelos conceptuales. Estos inconvenientes, confluirán de manera inexorable, hacia la obtención de un software de baja calidad [8]. En este contexto, se describe el problema abordado (sección 2), se propone un proceso de conceptualización de requisitos (sección 3) y las técnicas asociadas (sección 4), se dan conclusiones y se señalan las futuras líneas de trabajo (sección 5).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema abierto que se identifica en la presente sección, consiste en la necesidad de estructurar y categorizar la masa de información proveniente del proceso de educación a los efectos de facilitar la comprensión del problema manifestado por el usuario [9, 10, 11]. En otros términos, conceptualizar los requisitos. La insuficiencia en el tratamiento de la complejidad contenida en el discurso del usuario en la literatura correspondiente, y la necesidad de cubrirla, ha sido resaltada por diversos autores [2, 5, 9, 10, 12-17]. Estos autores mencionan las dificultades para la construcción de los modelos conceptuales a partir de la información recogida en el proceso de educación y plasmada en el discurso de usuario. Asimismo cabe resaltar, que dichas dificultades dotan al proceso de Análisis de un grado tal de inmadurez que hace que sea difícil llevar a cabo en forma efectiva esta actividad, al mismo tiempo que dificulta la adopción de este enfoque en las organizaciones [18]. Por consiguiente y en virtud de todo lo expuesto, el problema abierto que se aborda en este trabajo, consiste en una "brecha conceptual", lo que se denomina un "gap" [3, 9, 12] en la transición de un proceso (Educación de Requisitos) a otro proceso (Modelado Conceptual).

A causa de lo expuesto, se manifiesta la necesidad de conceptualizar los requisitos manifestados por el usuario en su discurso antes de pasar a la construcción de los modelos conceptuales, con el objeto de reducir la complejidad mencionada y favorecer la comprensión del problema planteado por el usuario, contribuyendo así a la obtención de Modelos Conceptuales de mayor calidad [6, 19].

Asimismo, es importante señalar la muy escasa cantidad de trabajos referidos a la elaboración de representaciones intermedias de los caudales de información obtenidos por el IR en el proceso de educación. En otras palabras, trabajos que estén orientados a la búsqueda de reducción de la complejidad de la realidad y su problemática expresada por el usuario en su discurso. En este sentido, se pueden citar algunos principios fundamentales de estructuración de la información —Partición, Abstracción y Proyección— los cuáles proporcionan una

estructura de conocimiento a fin de contribuir a una visión simplificada de la realidad y su problemática [9]. Si bien estos principios ofrecen su aporte a los efectos de precisar un mejor entendimiento de sus requisitos, son de carácter muy general y de poco nivel de detalle.

3. PROPUESTA PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DE REQUISITOS

La solución que se propone en este trabajo, consiste en la inserción de una actividad de “Conceptualización de Requisitos”, la cual tiene como finalidad actuar a modo de puente o enlace (“link”) entre las actividades de educación de requisitos y las actividades de modelado conceptual, facilitando de esta manera la comprensión del problema manifestado por el usuario y, en consecuencia, la obtención de Modelos Conceptuales de mayor calidad [2, 6, 9, 17, 19].

A partir de la implementación de esta actividad de conceptualización de requisitos es posible la consecución de un conjunto de Representaciones Intermedias de los Requisitos de Usuario (RIRU), a partir de las cuales es posible “caracterizar” la información contenida en el discurso del usuario (por lo general en formato de “lenguaje natural” y es así como se la supone presentada en este trabajo), a los efectos de que sea más sencillo su procesamiento para la construcción de los modelos conceptuales. Estas

representaciones intermedias estarán conformadas por un conjunto de representaciones gráficas: los Escenarios de Usuario Refinados (EUR), los cuales enlazados en forma adecuada a través del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (MUEU) permiten caracterizar el discurso del usuario en una forma alternativa al lenguaje natural clásico. Es importante aclarar que cuando se hace referencia a los Escenarios de Usuario Refinados (EUR) se quiere significar que los mismos ya fueron revisados en forma conjunta por el IR y el usuario antes de su aprobación definitiva. El proceso de conceptualización de requisitos propuesto se lleva a cabo por medio de un proceso dual llamado Proceso de Conceptualización de Requisitos el cual se estructura en dos fases: (a) Análisis Orientado al Problema: cuyo objetivo es la comprensión del problema planteado por el usuario en el dominio en el cual este tiene lugar; y (b) Análisis Orientado al Producto: cuyo objetivo es la obtención de las funcionalidades que el usuario pretende obtener del producto software a desarrollar, teniendo en cuenta la vinculación de estas funcionalidades con la realidad manifestada por el usuario en su discurso. La Figura 1 representa el proceso de conceptualización de requisitos propuesto destacando la interdependencia conceptual entre las fases, tareas y productos.

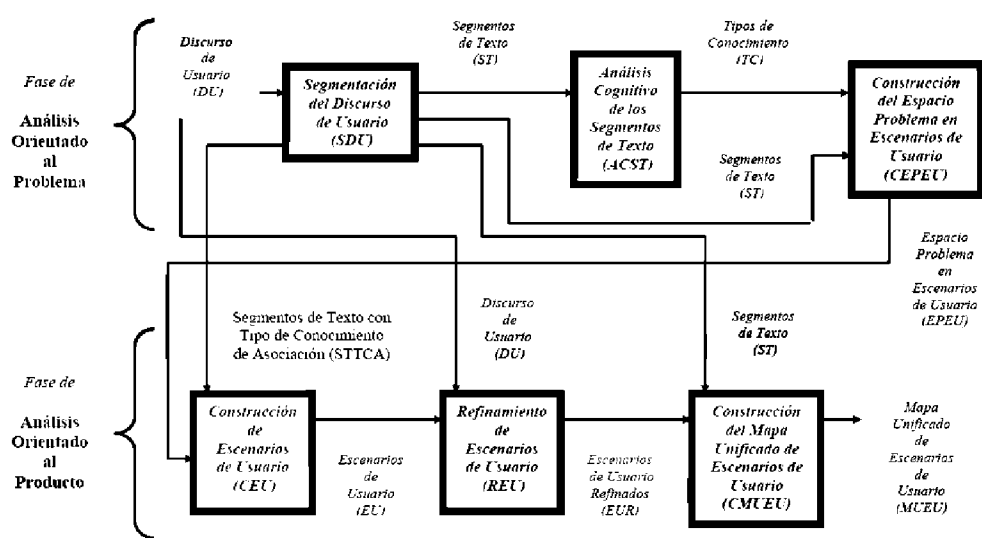


Fig. 1: Proceso de conceptualización de requisitos detallando fases, tareas y productos

La fase de Análisis Orientado al Problema se estructura en tres tareas: (a) “Segmentación del Discurso de Usuario”; (b) “Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto”; (c) “Construcción del Espacio Problema en Escenarios de Usuario”. El “Discurso de Usuario en Lenguaje Natural” (al que de ahora en adelante en este trabajo se lo llamará Discurso de Usuario) constituye la entrada para la tarea “Segmentación del Discurso de Usuario” que produce como resultado los “Segmentos de Texto” correspondientes a dicho discurso. Estos segmentos serán el material a partir del cual mediante la tarea “Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto” se generan los respectivos “Tipos de Conocimiento”.

Los “Segmentos de Texto” y los “Tipos de Conocimiento” son los insumos de la tarea “Construcción del Espacio Problema en Escenarios de Usuario” que derivará en “Espacio Problema en Escenarios de Usuario”.

La fase de Análisis Orientado al Producto se estructura en tres tareas: (a) “Construcción de Escenarios de Usuario”; (b) “Refinamiento de Escenarios de Usuario”; y (c) “Construcción del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario”. El “Discurso de Usuario”, los “Segmentos de Texto”; y los “Espacio Problema en Escenarios de Usuario” (producto final de la fase Análisis Orientado al Problema) constituyen las entradas para la tarea

“Construcción de Escenarios de Usuario” que produce como resultado los “Escenarios de Usuario”. Estos escenarios junto con el “Discurso de Usuario” respectivo, serán el material a partir del cual mediante la tarea “Refinamiento de Escenarios de Usuario” se generan los respectivos “Escenarios de Usuario Refinados”. Estos, y los “Segmentos de Texto son los

insumos de la tarea “Construcción del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario” que derivará en el “Mapa Unificado de Escenarios de Usuario”. Las técnicas utilizadas y representaciones de las tareas se resumen en la Figura 2.

FASE	TAREA	PRODUCTOS DE ENTRADA		TECNICA DE TRANSFORMACION A UTILIZAR	PRODUCTOS DE SALIDA	
		ENTRADA	RFEPRESENTACION		SALIDA	REPRESENTACION
Análisis Orientado al Problema	Segmentación del Discurso de Usuario (SDU)	• Discurso de Usuario (DU)	• Texto Plano (TP)	• Técnica de Segmentación del Discurso de Usuario (TS – DU)	• Segmentos de Texto (ST)	• Tablas de Segmentos de Texto (T-ST)
	Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto (ACST)	• Segmentos de Texto (ST)	• Tablas de Segmentos de Texto (T-ST)	• Técnicas Cognitivas de Identificación de Conocimientos Factuales, Procedurales, Contextuales y de Asociación (TCI-CFPCA)	• Tipos de Conocimiento (TC)	• Tabla de Conocimientos Factuales, Procedurales, Contextuales y de Asociación (T-TCI-CFPCA)
	Construcción del Espacio Problema en Escenarios de Usuario (CEPEU)	• Segmentos de Texto (ST) • Tipos de Conocimiento (TC)	• Tablas de Segmentos de Texto (T-ST) • Tabla de Conocimientos Factuales, Procedurales y de Asociación (T-TCI-FPA)	• Técnica de Construcción del Diagrama de Espacio Problema de Escenarios de Usuario (TCD – EPEU)	• Espacio Problema en Escenarios de Usuario (EPEU)	• Diagrama de Espacio Problema en Escenarios de Usuario (D-EPEU)
Análisis Orientado al Producto	Construcción de Escenarios de Usuario (CEU)	• Segmentos de Texto con Tipo de Conocimiento de Asociación (STTCA) • Espacio Problema en Escenarios de Usuario (EPEU)	• Tablas de Segmentos de Texto con Tipo de Conocimiento de Asociación (T-STTCA) • Diagrama de Espacio Problema en Escenarios de Usuario (D-EPEU)	• Técnica de Construcción del Diagrama de Escenarios de Usuario (TCD – EU)	• Escenarios de Usuario (EU)	• Diagrama de Escenarios de Usuario (D-EPEU)
	Refinamiento de Escenarios de Usuario (REU)	• Discurso de Usuario (DU) • Escenarios de Usuario (EU)	• Texto Plano (TP) • Diagrama de Escenarios de Usuario (D-EPEU)	• Técnica de Refinamiento del Diagrama de Escenarios de Usuario (TRD – EU)	• Escenarios de Usuario Refinados (EUR)	• Diagrama de Escenarios de Usuario Refinados (D-EUR)
	Construcción del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario Refinados (SMUEUR)	• Segmentos de Texto (ST) • Escenarios de Usuario Refinados (EUR)	• Tablas de Segmentos de Texto (T-ST) • Diagrama de Escenarios de Usuario Refinados (D-EUR)	• Técnica de Construcción del Diagrama del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (TCD – MUEU)	• Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (MUEU)	• Diagrama de Mapa Unificado de Escenarios de Usuario Refinados (D-MUEUR)

Fig. 2: Fases, tareas y productos

4. TÉCNICAS PROPUESTAS PARA FASE ANÁLISIS ORIENTADO AL PROBLEMA

En esta sección se presentan las técnicas correspondientes a la fase de Análisis Orientado al Problema, que son: Técnica de Segmentación del Discurso de Usuario (TS-DU) para la implementación de la tarea Segmentación del Discurso de Usuario (SDU) (sección 4.1), Técnicas Cognitivas de Identificación de Conocimientos Factuales, Procedurales, Contextuales y de Asociación (TCI-CFPCA) para la implementación de la tarea Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto (ACST) (sección 4.2) y Técnica de Construcción del Diagrama de Espacio Problema de Escenarios de Usuario (TCD-EPEU) para la implementación de la tarea Construcción del Espacio Problema de Escenarios de Usuario (CEPEU) (sección 4.3).

4.1 Técnica de Segmentación del Discurso de Usuario (TS-DU)

Por medio de esta técnica se implementa la primera tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis Orientado al Problema, denominada Segmentación del Discurso de Usuario (SDU). Para la aplicación de la TS-DU el IR cuenta con el Discurso de Usuario (DU) en lenguaje natural como producto de entrada, y comienza por una segmentación de dicho DU “frase” por “frase” [8], luego procede a integrar estas frases en Segmentos

de Texto (ST) que identifiquen situaciones de la realidad descrita por el usuario, y finalmente obtener ST asociados a los diferentes Escenarios de Usuario (EU). Los ST con los EU asociados constituyen el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 1. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 3.

Tabla 1. Técnica TS-DU

Técnica:	Segmentación del Discurso de Usuario (TS-DU)
Entradas:	Discurso de Usuario (DU)
Salidas:	ST Asociados a los EU
Paso 1.	Segmentación del DU Frase por Frase
Paso 2.	Integración de las Frases en ST
Paso 3.	Asociación de los ST a EU

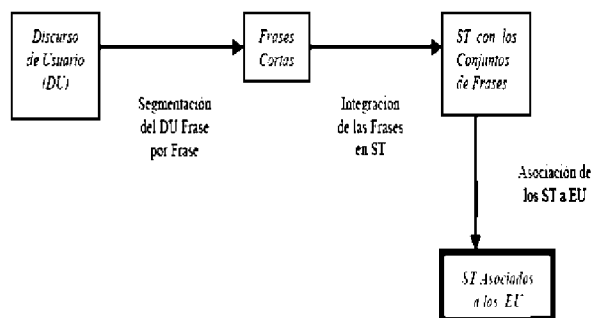


Fig. 3: Esquema y subproductos de TS-DU

4.2 Técnica Cognitiva de Identificación de Conocimientos Factuales, Procedurales, Contextuales y de Asociación (TCI-CFPCA)

Por medio de esta técnica se implementa la segunda tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis Orientado al Problema, denominada Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto (ACST).

Para la aplicación de la TCI-CFPCA el IR dispone como producto de entrada de cada uno de los ST asociados a los EU que fueron obtenidos a partir de la aplicación de la técnica anterior (TS-DU); estos segmentos se procesan con la idea de identificar en los mismos diferentes Tipos de Conocimiento (TC), los cuales se encuentran presentes en el "Modelo Mental" elaborado por el usuario a partir de un proceso mental indexado por vivencias y experiencias que son de carácter netamente personal y que tienen lugar en determinados contextos [9]. Para comenzar a aplicar la TCI - CFPCA el IR comienza por la identificación de TC Contextual en los ST, para luego continuar con los TC Factual, Procedural y de Asociación. Finalmente, el IR integra estos TC con los ST a los efectos de establecer que TC se corresponden con cada ST. Los TC identificados en cada uno de los ST constituyen el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 2. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 4.

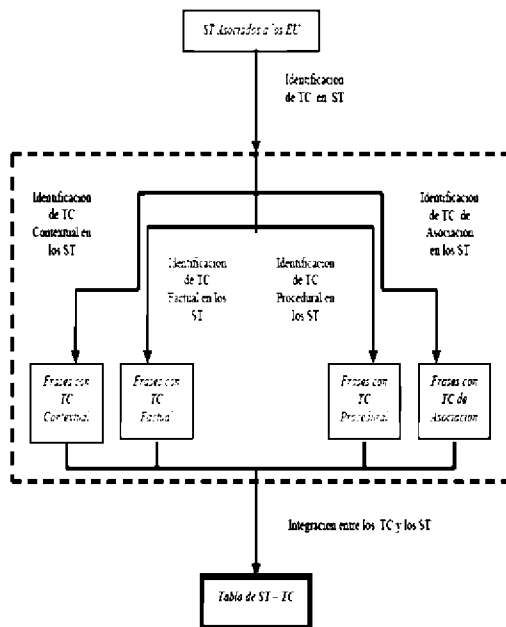


Fig. 4: Esquema y subproductos de TCI-CFPCA
Tabla 2. Técnica TCI-CFPCA

Técnica:	Cognitiva de Identificación de Conocimientos Factuales, Procedurales, Contextuales y de Asociación (TCI-CFPCA)
Entradas:	ST Asociados a los EU
Salidas:	TC Identificados en los ST
Paso 1.	Identificación de TC en los ST
	1.1. Identificación de TC Contextual en los ST 1.2. Identificación de TC Factual en los ST 1.3. Identificación de TC Procedural en los ST 1.4. Identificación de TC de Asociación en los ST
Paso 2.	Integración entre los ST y TC

4.3 Técnica de Construcción del Diagrama de Espacio Problema en Escenarios de Usuario (TCD-EPEU)

Por medio de esta técnica se implementa la tercera tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis Orientado al Problema, denominada Construcción del Espacio Problema en Escenarios de Usuario (CEPEU). Para la aplicación de la TCD-EPEU el IR dispone como productos de entrada de cada uno de los ST asociados a los EU obtenidos a partir de la aplicación de la técnica TS-DU, y de los TC identificados en cada uno de los ST obtenidos a partir de la aplicación de la técnica TCI-CFPCA. Para comenzar a aplicar la TCD-EPEU el IR procede a hacer uso de los TC identificados en cada ST (dejando el TC de Asociación para la Fase de Análisis Orientado al Producto) para poder obtener los distintos elementos que componen los EPEU, los cuales son: Actores, Relaciones, Atributos, Acciones e Interacciones. A continuación, el IR procede a identificar el Marco Contextual Base (MCB) en el que se desenvolverán los actores en el EPEU construyéndose un primer diagrama de EPEU a tal efecto. Finalmente, el IR confecciona los restantes diagramas de EPEU encargados de reflejar las distintas realidades proporcionadas por los ST.

Los diagramas correspondientes a los EPEU constituyen el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 3. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 5.

Tabla 3. Técnica TCD-EPEU

Técnica:	Construcción del Diagrama de Espacio Problema en Escenarios de Usuario (TCD-EPEU)
Entradas:	ST Asociados a los EU y Tabla de ST-TC
Salidas:	Diagramas de EPEU
Paso 1.	Uso de los TC para la identificación de los elementos de EPEU
	1.1. Uso de TC Factual 1.2. Uso de TC Procedural 1.3. Uso de TC Contextual
Paso 2.	Construcción del Diagrama de EPEU correspondiente al MCB
	2.1. Incorporación de Actores al Diagrama de MCB 2.2. Incorporación de Relaciones al Diagrama de MCB
Paso 3.	Construcción de los restantes Diagramas de EPEU
	3.1. Incorporación de Actores al Diagrama 3.1.1. Incorporación de Atributos de actores al Diagrama 3.1.2. Incorporación de valores de Atributos de actores al Diagrama 3.2. Incorporación de Relaciones al Diagrama 3.3. Incorporación de Acciones al Diagrama 3.3.1. Incorporación de Atributos de acciones al Diagrama 3.3.2. Incorporación de valores de Atributos de acciones al Diagrama 3.4. Incorporación de Interacciones al Diagrama 3.4.1. Incorporación de Atributos de interacciones al Diagrama 3.4.2. Incorporación de valores de Atributos de interacciones al Diagrama

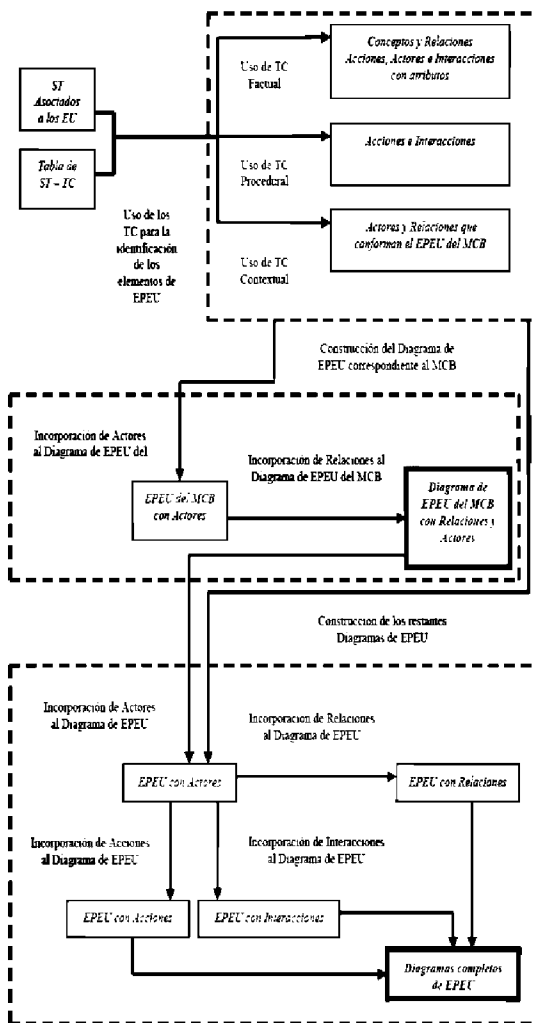


Fig. 5: Esquema y subproductos de TCD-EPEU

5. TÉCNICAS APLICADAS EN LA FASE DE ANÁLISIS ORIENTADO AL PRODUCTO

En esta sección se presentan las técnicas correspondientes a la fase de Análisis Orientado al Producto, que son: Técnica de Construcción del Diagrama de Escenarios de Usuario (TCD-EU) para la implementación de la tarea Construcción de Escenarios de Usuario (CEU), Técnica de Refinamiento del Diagrama de Escenarios de Usuario (TRD-EU) para la implementación de la tarea Refinamiento de Escenarios de Usuario (REU) y Técnica de Construcción del Diagrama del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (TCD-MUEU) para la implementación de la tarea Construcción del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (CMUEU).

5.1 Técnica de Construcción del Diagrama de Escenarios de Usuario (TCD-EU)

Por medio de esta técnica, se implementa la primera tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis Orientado al Producto, denominada Construcción de Escenarios de Usuario (CEU). Para la aplicación de la TCD-EU el IR dispone como productos de entrada de aquellos ST asociados a los EU que contienen TC de Asociación, obtenidos a partir de la aplicación de la técnica TS-DU, y de cada uno de los Diagramas de EPEU

obtenidos a partir de la aplicación de la técnica TCD-EPEU. Para comenzar a aplicar la TCD-EU el IR procede a hacer uso de los ST con TC de Asociación que le permiten obtener las “Funcionalidades” del problema planteado por el usuario, así como también identificar aquellos actores del EPEU que son necesarios para que el sistema realice estas funcionalidades. Con estas funcionalidades y los diagramas de EPEU en los cuales se identifiquen funcionalidades asociadas, el IR confecciona los diagramas correspondientes a los bloques del Espacio Producto de Escenarios de Usuario (EPrEU) para estos EPEU [5].

Finalmente, el IR realiza un proceso de asociación a los efectos de obtener los vínculos existentes entre los elementos de los bloques de EPEU y EPrEU, obteniendo así un único diagrama para cada EU conformado por ambos bloques. Los diagramas correspondientes a los EU constituyen el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 4. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 6.

Tabla 4. Técnica TCD-EU

Técnica:	Construcción del Diagrama de Escenarios de Usuario (TCD-EU)
Entradas:	ST con TC de Asociación (de la Tabla ST-TC) y Diagramas de EPEU
Salidas:	Diagramas de EU
Paso 1.	Uso del TC de Asociación
	1.1. Identificación de Funcionalidades 1.2. Identificación de Actores necesarios para realizar las funcionalidades
Paso 2.	Construcción de los Diagramas de EPrEU para cada EPEU
Paso 3.	Vinculación de los elementos de los bloques de EPEU y EPrEU para cada EU

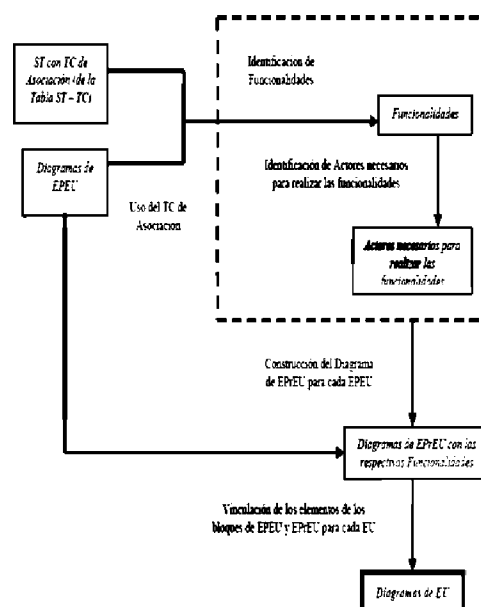


Fig. 6: Esquema y subproductos de TCD-EU

5.2 Técnica de Refinamiento del Diagrama de Escenarios de Usuario (TRD-EU)

Por medio de esta técnica se implementa la segunda tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis

Orientado al Producto, denominada Refinamiento de Escenarios de Usuario (REU). La TRD-EU la aplican en forma conjunta el IR y Usuario. Los productos de entrada son el Discurso de Usuario (DU) original y los EU obtenidos en la tarea anterior. Como producto de salida, se obtienen los Escenarios de Usuario Refinados (EUR). El sub-paso de aplicación de TRD-EU incluye revisión conjunta (Usuario e IR) del DU original, el cual se lleva a cabo en base a un Análisis de Consistencia del mismo tendientes a identificar inconsistencias, que se clasifican en incompletitudes y contradicciones. Dichas inconsistencias son depuradas para obtener un DU refinado. Con base en este DU "refinado", Usuario e IR realizan una validación y depuración de los ST y TC a los efectos de depurar a estos elementos de las inconsistencias provenientes del DU. Luego, Usuario e IR realizan una validación de los diagramas de EU para obtener los diagramas de EUR.

Finalmente, Usuario e IR efectúan una revisión final de los EUR; si ambos otorgan conformidad para los EUR obtenidos culmina la aplicación de la técnica, caso contrario, se vuelve al paso 1 para comenzar a aplicarla nuevamente. En este sentido y en virtud de la importancia que reviste la implementación con éxito de la presente técnica, y dado que la misma debe asegurar la consistencia y robustez de los correspondientes diagramas de EU; cabe mencionar que el soporte conceptual de dicha implementación consiste en la puesta en práctica de un "Ciclo de Prototipado Evolutivo", a partir del cual se pretende obtener un adecuado grado de consenso entre Usuario e IR acerca de los diagramas de EU obtenidos. Los diagramas correspondientes a los EUR constituyen el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 5. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 7.

Tabla 5. Técnica TRD-EU

Técnica:	Refinamiento del Diagrama de Escenarios de Usuario (TRD - EU)
Entradas:	Discurso de Usuario (DU) y Diagramas de EU
Salidas:	Diagramas de EUR
Paso 1.	Análisis de Consistencia del DU
	1.1. Validación y Depuración Incompletitudes del DU 1.2. Validación y Depuración Contradicciones del DU 1.3. Validación y Depuración del DU
Paso 2.	Validación y Depuración de los ST y TC
Paso 3.	Validación y Depuración de los EU
Paso 4.	Revisión Final de los EUR

5.3 Técnica de Construcción del Diagrama del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (TCD-MUEU)

Por medio de esta técnica se implementa la tercera y última tarea que debe llevar a cabo el IR en la fase de Análisis Orientado al Producto, denominada Construcción del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (CMUEU). Para la aplicación de la TCD-MUEU el IR dispone como productos de entrada de cada uno de ST asociados a los EU y de los EUR obtenidos de la aplicación de la técnica anterior. Como producto de

salida se obtiene el Diagrama de Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (MUEU).

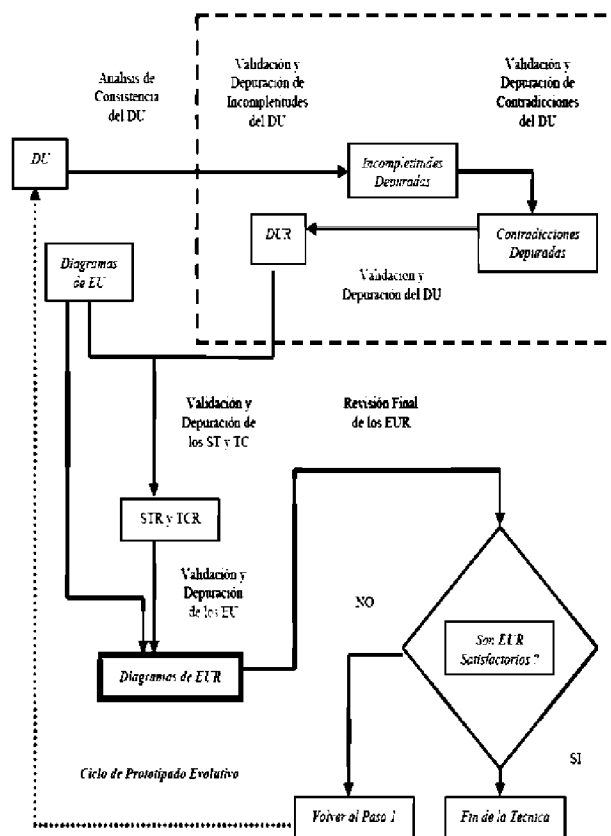


Fig. 7: Esquema y subproductos de TRD-EU

El diagrama de MUEU representa una secuencia espacio-temporal acerca de cómo el usuario entiende el problema a resolver y la realidad en la que se encuadra dicho problema. El sub-paso de aplicación de TCD-MUEU incluye un Análisis de Transición de Escenarios de Usuarios (EU) mediante el cual se identifican los "Disparadores de Escenarios de Usuario (EU)", los cuales permiten identificar las correspondientes relaciones de precedencia entre EU. A partir de estos disparadores el IR está en condiciones de establecer los correspondientes vínculos entre EU que le conducen al Diagrama de MUEU. El diagrama correspondiente al MUEU constituye el producto de salida que proporciona esta técnica, la cual se resume en la Tabla 6. La técnica propuesta y los subproductos que se obtienen se pueden visualizar en Figura 8.

Tabla 6. Técnica TCD-MUEU

Técnica:	Construcción del Diagrama del Mapa Unificado de Escenarios de Usuario (TCD-MUEU)
Entradas:	Segmentos de Texto Asociados a los EU y Diagramas de EUR
Salidas:	Diagrama de MUEU
Paso 1.	Análisis de Transición de EU 1.1. Identificación de Cambio de Contexto 1.2. Identificación de Cambio de Estado en Actores 1.3. Identificación de Nuevos Actores
Paso 2.	Construcción del Diagrama de MUEU

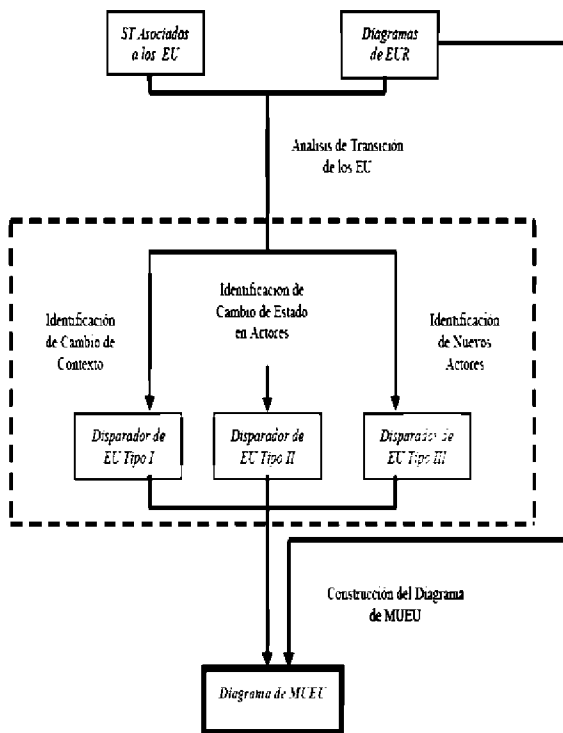


Fig. 8: Esquema y subproductos de TCD-MUEU

6. CONCLUSIONES

La principal contribución de este artículo es la presentación de un proceso metodológico llamado "Conceptualización de Requisitos", el cual se estructura en dos fases llamadas Análisis Orientado al Problema y Análisis Orientado al Producto y cuyo objetivo consiste en estructurar y caracterizar la masa de información proveniente de la actividad de educación y contenida en el discurso del usuario. Complementariamente se proponen seis técnicas para operacionalizar las actividades asociadas a las fases del modelo de proceso de conceptualización de requisitos propuesto. Para cada técnica se identifican, mediante esquemas, el flujo de trabajo con detalle de los insumos y los producidos intermedios y finales. Asimismo, cabe destacar la aplicación de técnicas pertenecientes a otros campos disciplinares, tales como la técnica de Análisis de Protocolo (AP) [20] proveniente de la Ingeniería del Conocimiento y cuya aplicación ha sido de gran utilidad en el desarrollo de la primera tarea de Segmentación del Discurso de Usuario (SDU); y la técnica de Análisis Cognitivo del DU proveniente de las Teorías Cognitivas de la Educación, las cuales basan su potencial en la identificación y uso de los diferentes Tipos de Conocimiento (TC) que se encuentran embebidos en los distintos segmentos de texto del DU. La aplicación de la técnica de Análisis Cognitivo del DU ha contribuido al desarrollo de las tareas segunda y tercera del proceso (Análisis Cognitivo de los Segmentos de Texto (ACST) y Construcción del Espacio Problema en Escenarios de Usuario (CEPEU)).

Se prevé como siguientes pasos de esta investigación: (a) la validación empírica del proceso de conceptualización de requisitos mediante la técnica de muestras apareadas basadas en grupos experimental y

de control, (b) la validación empírica de las técnicas propuestas en un conjunto amplio y representativo de dominios de aplicación, (c) la validación empírica del proceso de conceptualización de requisitos mediante la incorporación de otros discursos de usuario que aporten una visión diferente acerca del mismo producto software que se pretende desarrollar.

7. AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones que se reportan en este artículo han sido financiadas parcialmente por el Proyecto de Investigación 33A105 de la Secretaria de Ciencia y Técnica y del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico de la Universidad Nacional de Lanús y por el proyecto CCG10-UPM/TIC-5694 del Gobierno Autónomo de Madrid.

8. REFERENCIAS

- [1] Sommerville, I. 2005. Ingeniería de Software. Add-Wesley.
- [2] Chatzoglou, P. & Soteriou, A. 1999. A DEA framework to assess the efficiency of the software requirements capture and analysis process. *Decision-Sciences*, 30(2), 503-31.
- [3] Robertson S. 2002. *Project Sociology: Identifying and involving the stakeholders*. ICFAI University Press.
- [4] Christel, M. & Kang, K. 1992. *Issues in Requirements Elicitation*. Technical Report CMU/SEI-92-TR-12. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University.
- [5] Wieringa, R. 1995. *Requirements Engineering: Frameworks for Understanding*. John Wiley.
- [6] Van der Vos, B.; Gulla, J. & Van de Riet, R. 1997. *Verification of Conceptual Models based in Linguistic Knowledge*. *Data & Knowledge Engineering*, 21(2), 147-163.
- [7] Loucopoulos, P. & Karakostas, V. 1995. *System Requirements Engineering*. McGraw-Hill.
- [8] Zave, P. 1990. *A Comparison of the Major Approaches to Software Specification and Design*. In Thayer, R. H. & Dorfman, M. (Eds.), *System and Software Requirements Engineering*, 197-199. IEEE Computer Society Press.
- [9] Davis, A. 1993. *Software Requirements: Objects, Functions and States*. Prentice-Hall International.
- [10] Faulk, S. R. 1997. *Software Requirements: A Tutorial*. In Thayer, R. & Dorfman, M. (Eds.) *Software Requirements Engineering*, 1-33. IEEE Computer Society press.
- [11] Kaindl, H. 1999. *Difficulties in the transition from OO analysis to design*. *IEEE Software*, 16(5), 94-102.
- [12] Sutcliffe, A. & Maiden, N. 1992. *Analysing the Novice Analyst: Cognitive Models in Software Engineering*. *International Journal of Man-Machine Studies*, 36(5), 719-740.
- [13] Yu, E. & Mylopoulos, J. 1994. *Understanding "Why" in Software Process Modelling, Analysis and Design*. *Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering*, 159-168.
- [14] Holtzblatt, K. & H. Beyer. *Requirements Gathering: The Human Factor*. *Communications of the ACM*, 38(5), 31-32.
- [15] Beringer, D. 1995. *The Model Architecture Frame: Quality Management in a Multi Method Environment*. In Brebbia, C. A. et al (Eds.), *Information and Communication Technologies* volume 13, 1-12.

- [16] Jalote, P. 1997. An Integrated Approach to Software Engineering. Springer-Verlag.
- [17] Juristo, N. & Moreno, A. 2000. Introductory paper: Reflections on Conceptual Modeling. *Data and Knowledge Engineering*, 33(2), 103-117.
- [18] Moreno, A., 1999. Método Formal de Modelización Conceptual para Sistemas Software. Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Madrid, España.
- [19] Chen, P. 1990. Entity-relationship Approach to Data Modeling. In Thayer, R. & Dorfman, M. (Eds.) *Software Requirements Engineering*, 109-114.
- [20] Hossian, A. et al. 2007. Hacia una Metodología Orientada al Conocimiento para la Educación de Requisitos en Ingeniería del Software. *Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering*, 107-114.