

Fuentes y técnicas para elicitación de requerimientos.

Un estudio de evolución de la práctica

Alejandro Oliveros¹, Leandro Antonelli²

¹Departamento de Ciencia y Tecnología, UNTREF
aoliveros@gmail.com

²LIFIA; Fac. de Informática, UNLP
lanto2004@gmail.com

Abstract. La identificación de las prácticas de Ingeniería de Requerimientos (RE) en la comunidad de desarrollo de software es un aspecto clave para la orientación de las investigaciones y el desarrollo de las actividades académicas en general. En particular la evolución de esas prácticas es una herramienta de orientación en proyectos nuevos de investigación. Si bien se dispone de ejemplos de estudio de las prácticas de RE en general, el proceso de elicitación de requerimientos a menudo se encuentra fuera del alcance de esas investigaciones. En parte la evolución de esas prácticas RE en el tiempo no dispone de un número relevante de estudios. En este artículo se informa una investigación de la evolución de las prácticas de elicitación de requerimientos de desarrolladores de software de la Argentina entre 2001 y 2014. La investigación se concentró en la utilización y/o conocimiento de técnicas de elicitación y de fuentes de requerimientos. Los resultados obtenidos permiten identificar algunos aspectos positivos de la evolución en la línea de desarrollo de RE y otros que sugieren una visión más pesimista que la que transmite la literatura. La metodología utilizada consistió en un realizar un survey entre estudiantes de un curso de maestría en Ingeniería de Software del año 2014, que es una réplica del survey realizado en el mismo curso en el año 2001.

Keywords: Elicitación de requerimientos, investigación experimental, evolución de la práctica

1 Introducción

Las actividades de la ingeniería de requerimientos se desarrollan en torno a entender el problema en consideración, describirlo adecuadamente y asegurar que esa descripción es adecuada. A ellas se agregan las actividades de gestión de requerimientos como herramienta para mantener alineado el desarrollo de proyecto con los requerimientos y poder gestionar sus cambios. Los requerimientos del software son el producto de un proceso de elaboración interactivo e iterativo [1]. Gracias al proceso de elicitación se dispone del conocimiento necesario para la elaboración de una Especificación de Requerimientos de Software y para ello se utilizan una serie de técnicas.

Además el proceso de elicitación necesita acceder a distintas fuentes a partir de las que se desenvuelve el proceso mediante el que se formulan los requerimientos. Identificar y acceder a las fuentes adecuadas es una función clave del proceso de elicitación y contribuye a asegurar la calidad y completitud de la Especificación de Requerimientos.

La pregunta que se propone contestar este artículo es “¿Cómo ha evolucionado la utilización de las técnicas de elicitación y las fuentes de requerimientos?”. Desde el año 2000, para establecer un hito arbitrario, se han producido novedades en la Ingeniería de Requerimientos que justifican evaluar la inserción de esas novedades en la práctica. Para responder la pregunta de investigación se ejecutó la replicación¹ de una investigación realizada en 2001 [3]. Dicha investigación estaba enfocada en las prácticas de elicitación de requerimientos y en las fuentes utilizadas. Establecer el estado de la práctica de RE y su evolución contribuirá a ajustar los proyectos de investigación y la dinámica de transferencia de conocimiento.

Lo que sigue de este artículo está organizado de la siguiente forma. En el punto 3 se despliega el marco conceptual de la investigación. En el 3 se analiza el estado del arte de las investigaciones sobre la evolución de las prácticas de Ingeniería de Requerimientos. En el punto 4 se detallan la metodología, procedimientos e instrumentos de la investigación. En el punto 5 se informan los resultados de la investigación y 6 se formulan las conclusiones de la investigación y se enuncian trabajos futuros.

2 Prácticas de Elicitación de Requerimientos

El producto del proceso de elicitación es “...todo el conocimiento relevante necesario para producir un modelo de los requerimientos de un dominio de problema” [1]. La elicitación requiere orientar las técnicas para interactuar con las fuentes en que potencialmente se encuentran los elementos para la formulación de los requerimientos. Los *stakeholders* son la principal fuente [4] e incluso la fuente de *todos* los requerimientos [5] y participan directamente en el proceso de elicitación. Los requerimientos pueden obtenerse en diversas fuentes que pueden clasificarse en *gente (people)* o *productos*, pero cualquiera sea la fuente de esos requerimientos deben ser chequeados con los *stakeholders* [6]. Las fuentes de requerimientos incluyen los *propietarios del problema*, los *stakeholders*, *documentos* y *otros sistemas* [7].

2.1 Técnicas de Elicitación de requerimientos

Se dispone de una amplia variedad de técnicas de elicitación. Los documentos del CMMI incluye una extensa variedad [8]. El cuerpo de conocimiento de la ingeniería de software [9] clasifica a las técnicas de elicitación en: entrevistas, escenarios, proto-

¹ Utilizamos “replicación” (*replication*) con el significado habitual de *repetición*, *reiteración*. El significado en el campo de la Ingeniería de Software Experimental incluye considerar como objetivo de la replicación la *verificación* de los datos obtenidos en la primera oportunidad [2].

tipos, reuniones facilitadas (como el *brainstorming*), observación, *user stories* y una variedad de técnicas que contribuyen a la elicitación como el análisis de productos de los competidores o bases de datos de respuestas de consumidores.

La clasificación de técnicas de elicitación de Dieste y Juristo posiblemente sea la más rigurosa de las que se dispone. Producto de una Revisión Sistemática de la Literatura [10], identificaron 43 Técnicas que organizaron en 8 categorías, cinco de las cuales incluyen una sola técnica y las tres restantes tienen hasta cinco niveles de desagregación. En esta investigación se escogió una taxonomía menos completa para evitar introducir categorías que distaban de ser utilizadas en el medio en estudio.

Una taxonomía [1] clasifica las técnicas en las siguientes categorías: partiendo del usuario, análisis de objetivo y meta, escenarios, análisis de formularios, lenguaje natural, reutilización de requerimientos y análisis de tareas. Esta taxonomía permite ubicar a toda técnica en alguna de las categorías, si bien éstas no son disjuntas. La clasificación de [11] en parte resuelve este problema y exhibe los elementos que han surgido más recientemente. Las categorías mayores de esa clasificación son:

- **Técnicas tradicionales.** Cuestionarios, Surveys, Entrevistas (de comienzo y final abierto, estructuradas) y Análisis de documentos (formularios, organigramas, modelos, estándares, manuales, normas, etc).
- **Técnicas de elicitación grupales.** *Brainstorming*, *Focus groups* y RAD/JAD
- **Prototipos.** Solo o combinado con otras técnicas
- **Técnicas orientadas por modelos.** Métodos basados en objetivos y métodos basados en escenarios
- **Técnicas cognitivas.** *Laddering*, *Card Sorting* y *Repertory Grids*
- **Técnicas contextuales.** Métodos etnográficos (observación del participante), Etnometodología y Análisis de conversación (estudio de conversación e interacción)

Esta clasificación incorpora técnicas como las cognitivas y contextuales, las que han demostrado su validez en la elicitación. Explicita que las técnicas basadas en objetivos o en escenarios, orientan el conocimiento obtenido en términos de un modelo previamente establecido. Por último ha obtenido un amplio reconocimiento en la comunidad. En la investigación se utilizó esta taxonomía.

2.2 Fuentes de requerimientos

Uno de los problemas básicos de la Ingeniería de Requerimientos consiste en identificar las fuentes de las que se puede obtener el conocimiento necesario para la formulación de los requerimientos [12]. La identificación de fuentes resulta especialmente difícil porque habitualmente debe ejecutarse en condiciones de ignorancia e incertidumbre. La exigencia de ser una búsqueda exhaustiva de fuentes deriva de que una característica tan importante de la calidad de una SRS como la *completitud* está directamente relacionada con la posibilidad de acceder a todas las fuentes.

Para la investigación original se elaboró un esquema de fuentes de requerimientos que se utilizó en la replicación del survey. Este esquema consta de tres niveles sin pretender que sean ortogonales en ninguno de los niveles. El esquema los denomina-

mos taxonomía propuesta. En la Tabla 1 se reproduce el esquema propuesto. El esquema general consiste en cuatro clases de fuentes: entrevistas, formularios, desarrollos previos y productos del “mundo real”. Para cada clase se consideraron varios Tipos los que a su vez están integrados por fuentes primarias.

Las *entrevistas* se diferenciaron según la cantidad de participantes o las características y los productos de esas entrevistas. Los *formularios* no se dividieron porque no interesaba un grado mayor de detalle. En el *desarrollo previo* se consideraron etapas y manuales y por último los *productos del mundo real* fueron solamente enunciados en términos de fuentes primarias.

Tabla 1. Taxonomía propuesta

Clase	Tipo	Primaria
Entrevistas	Cantidad de personas	Individuales; Más de uno; Grupales
	Productos	Anotaciones propias; Anotaciones de terceros; Minutas propias; Minutas de terceros; Respuestas a cuestionarios
Análisis de formularios		Formularios
Desarrollo previo	Requerimientos	Documento de especificación de requerimientos; Diagramas de Casos de Uso
	Modelo de datos	Diagramas ER
	Diseño	DFD; Carta de estructura; Diagrama de clases; Diagrama de interacción; Diagrama de estados; Diagrama de actividades
	Software	Prototipos; Aplicaciones
	Manuales	Manuales del usuario; Manuales del operador
Productos del mundo “real”		Leyes; Reglamentos; Tratados; Normas internas; Estándares generales; Información institucional; Publicidad

Entre las distintas clases hay un cierto solapamiento, por ejemplo es posible obtener información sobre ciertas características de un software existente a través de entrevistas, en ese caso se consideró a la última como la fuente de requerimientos. En lo que sigue la *taxonomía propuesta* se contrasta con algunas de las disponibles en la literatura con el objetivo establecer su cobertura con respecto a las técnicas que consideran otras taxonomías. Se revisaron las taxonomías [6], [7], [13] y [1] y se asignaron las técnicas propuestas según las clases de la *taxonomía propuesta*. En la Tabla 2 se resumen los resultados.

El resultado del proceso de asignación ha sido que las técnicas de elicitación que abarcan las cuatro clases de la *taxonomía propuesta* incluyen las técnicas que proponen las cuatro taxonomías consideradas. En el cuestionario se agregó la opción de incorporar *otras* fuente primarias y los entrevistados dispusieron de la opción de in-

corporar *otras* clases. Debe tenerse en cuenta que la taxonomía utilizada fue establecida para la experiencia de 2001, lo que impidió, por ejemplo, considerar en ese momento los trabajos como [6] y [7]. Por otra parte el interés fue construir una taxonomía para la investigación y no establecer una completa taxonomía de fuentes de requerimientos.

Tabla 2. Comparación de taxonomías

Zowghi y Coulin [7]	Alexander y Stevens [6]	Wieggers [13]	Loucopoulos y Karakostas [1]
Entrevistas			
Stakeholders y expertos del área	Entrevistas; workshops; mesa de ayuda y equipo de soporte; entrenadores y consultores	Entrevistas con potenciales usuarios; encuestas de marketing y cuestionarios de usuarios	Expertos del dominio; stakeholders del sistema mayor que aloja el sistema software (ej. la organización)
Análisis de formularios			
			Formularios
Desarrollo previo			
Procesos y sistemas existentes, documentación de sistemas y procesos de negocio	Prototipos; usos no intencionales de productos; diseños y especificaciones existentes; informes de problemas; sugerencias y quejas de consumidores; observar al usuario; representar lo que debe suceder; mejoras hechas por usuarios; productos rivales;	Informes de problemas y pedidos de mejora al sistema actual; especificaciones de requerimientos; observación del usuario; análisis de escenarios de tareas del usuario; productos competitivos actuales	Software disponible en el dominio; software similar en otros dominios
Productos del mundo “real”			
	Contratos mal escritos		Estándares nacionales e internacionales; literatura acerca del dominio

3 Estado del arte

El estudio de las prácticas de la Ingeniería de Requerimientos tiene una extensa tradición en el área. Un artículo fundacional [14] indagó 23 proyectos de desarrollo en 10 empresas a través de 35 entrevistas realizadas a 87 informantes. El objetivo de la investigación consistió en establecer las prácticas de modelización de requerimientos. Se utilizó una metodología de entrevistas en profundidad y los resultados obtenidos se

concentraban en la especificación de requerimientos. Pese a esta larga trayectoria de investigación de las prácticas de ingeniería de requerimientos, no abundan los estudios que incluyan la elicitación de requerimientos dentro de su alcance y no hemos encontrado estudios de la evolución de las prácticas de ingeniería de requerimientos a lo largo del tiempo.

En 2000 se reportó una investigación en Nueva Zelanda [15] con entrevistas telefónicas a 24 empresas con un cuestionario guía. Los objetivos de la investigación se orientaban a las fases posteriores al proceso de elicitación en la obtención de los requerimientos. En 2000 se reportó una investigación en empresas pequeñas y medianas de desarrollo de Nueva Zelanda [16]. Realizaron entrevistas personales (con una media de 90 minutos de duración) a 12 empresas sobre la base de un detallado y extenso cuestionario. En esta investigación tampoco fueron considerados los temas de elicitación de requerimientos. En 2001 se realizó una investigación en la Argentina [3] en la que se entrevistaron 38 desarrolladores en un curso de posgrado mediante un cuestionario remitido por correo electrónico. Si bien el foco de la investigación era el proceso de elicitación no analizaba ningún tipo de evolución. En marzo-abril de 2002 se realizó una importante investigación para documentar las prácticas de elicitación, especificación y validación de requerimientos [17], [18]. Se utilizó un cuestionario Web con 22 preguntas y obtuvo 194 respuestas. Una sola pregunta indagaba sobre las prácticas de elicitación. No contemplaba la evolución de las prácticas de elicitación. En 2011 se publicó una investigación que se propuso, entre otros objetivos, establecer la evolución de las prácticas de RE en Nueva Zelanda entre 2000 y 2005 [19]. Si bien la investigación se enfocaba en la evolución de las prácticas de RE, en el alcance no se incluía la elicitación de requerimientos. La metodología utilizada consistió en comparar entrevistas a 14 empresas con los resultados de tres estudios que consideraron 24, 5 y 12 respuestas. Otras investigaciones basadas en survey se orientan a terrenos específicos de la RE como la reutilización, *traceability* o priorización de requerimientos [20], [21], [22]. Ninguna de ellas consideraba las prácticas de elicitación.

En la región latinoamericana ha habido cierta actividad en este campo. Un trabajo con enfoque de un experimento controlado [23] se orientó a comparar las prácticas de elicitación en ambientes distribuidos de desarrollo de software. En 2013 se reportó un survey realizado en el seno de la comunidad de desarrollo del Brasil [24] en el que se analizaron las actividades de RE practicadas por las empresas de Porto Digital de Pernambuco, Brasil. Se consideró el proceso de elicitación con resultados sobre las fuentes de requerimientos pero no se analizó la evolución de las prácticas. En 2014 se informó [25] un estudio de las prácticas de ingeniería de requerimientos para el desarrollo de aplicaciones Web en Argentina. Se consideró el proceso de elicitación y las técnicas utilizadas, pero no la evolución de las prácticas.

En 2014 se realizó un survey entre empresas de Pernambuco, Brasil [26]. Sobre un universo de 230 empresas de software, se dispuso de 48 respuestas a un cuestionario administrado en línea. El foco de la investigación fue obtener conocimiento sobre el uso y experiencia de las empresas en el área de Gestión de Requerimientos. La elicitación no se encontraba en su alcance.

En esta revisión no hemos encontrado trabajos que analicen la evolución de las prácticas de elicitación de requerimientos y son pocos los que analizan las prácticas de elicitación de requerimientos.

4 Investigación de campo

4.1 Método de investigación

El estudio consistió en reiterar la investigación realizada en 2001 [3], en un curso de maestría ingeniería de software [27]. La investigación original se realizó en el segundo semestre del año 2001 e involucró alumnos de dos cursos impartidos en dos ciudades (La Plata y Córdoba) de la Argentina. Ambos cursos de 2001 tenían el mismo contenido y carga horaria total aunque diferente frecuencia mensual.

La elección del enfoque recayó en una encuesta con un formulario con preguntas cerradas salvo una que era abierta. Las preguntas correspondían a contenidos impartidos en el curso, por lo que se sobreentiende conocimiento del significado de cada una de ellas. A los estudiantes se los invitó a participar en la investigación mediante correo electrónico y por igual medio devolvieron el formulario completo. En la investigación de 2014 se utilizaron los mismos procedimientos y herramientas que en 2001 con la única e importante excepción de incorporar criterios de participación informada en investigaciones que involucran seres humanos [28]. Es posible que este enfoque haya introducido un desvío en cuanto a la replicación del estudio, pero se consideró ineludible.

En cuanto a los datos de 2001 se utilizaron los archivos originales a fin de asegurar la homogeneidad de los cálculos.

4.2 Muestra

La muestra original estaba constituida por 38 alumnos del curso de maestría, 21 de La Plata y 17 de Córdoba. La muestra de 2014 estuvo conformada por 13 alumnos de La Plata. Se resolvió realizar el análisis comparativo de la evolución solamente entre los dos grupos de La Plata.

La muestra no ha sido constituida a partir de un muestreo probabilístico de un universo dado. El valor que posee es que incluye a profesionales que poseen la iniciativa suficiente para iniciar un curso de posgrado, por lo que podría ser incluidos entre los que poseen mayor iniciativa de mejora de prácticas. Los tamaños considerados se encuentran en el rango habitual de este tipo de estudios.

4.3 Limitaciones

El estudio posee las limitaciones propias de un estudio hecho a estudiantes en un curso. La aplicación de criterios de participación informada en la experiencia de 2014 puede haber introducido diferencias. La forma de constitución (no probabilística) de la muestra no permite sacar conclusiones generalizables, aunque brinda conclusiones

de valor sobre la evolución de las prácticas. El tamaño de la muestra, si bien se encuentra en el orden de estudios similares, restringe la generalización.

4.4 Cuestionario

Se utilizó el mismo cuestionario en 2014 que el que se usó en la encuesta original. Está compuesto por 3 secciones de preguntas cerradas. La primera sección pregunta datos personales, estudios académicos y experiencia en el desarrollo de software. En esta sección se preguntaba por la *edad*, año de obtención de su *primer título universitario*, años de *experiencia en el desarrollo de software*, *tareas que desempeñó*, *duración de un proyecto* de magnitud media en el que ha trabajado, cantidad de *desarrolladores involucrados en el mismo*, *técnicas de elicitación que ha utilizado*.

La segunda sección indagaba la experiencia en las *técnicas de elicitación*:

- Técnicas tradicionales
- Técnicas de elicitación grupales
- Prototipación
- Técnicas model-driven
- Técnicas cognitivas
- Técnicas contextuales

La tercera sección encaraba los productos (fuentes) de las que elicitaron requerimientos. Un total de 29 productos se agruparon en 4 categorías:

- Entrevistas
- Análisis de formularios
- Desarrollos previos
- Productos del mundo real.

Los participantes debieron indicar la frase que mejor describía la relación con cada producto: *utilizo frecuentemente*, *utilizo ocasionalmente*, *alguna vez lo usé*, *conozco o conozco alguien que lo utiliza*.

5 Resultados

5.1 Perfil de los participantes

En la Figura 1 se reproduce la distribución de participantes por años de experiencia profesional. La distribución entre los que tienen menos de 10 o más de 10 años de experiencia es muy similar en ambas muestras. Si se analiza la distribución de los participantes según los años de experiencia entre los que tienen más o menos de 5 años de experiencia, se puede observar que en la muestra de 2014 hay mayor experiencia. La mediana de años de experiencia de 2001 era 5 y se eleva a 6 en 2014.

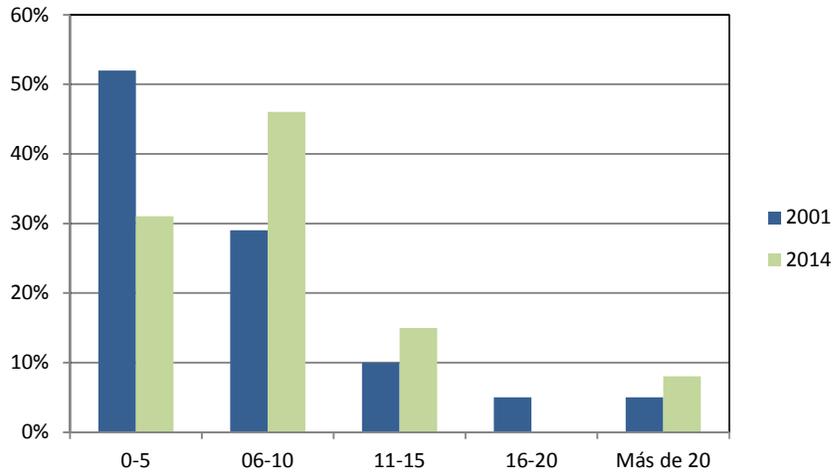


Fig. 1. Años de experiencia de los participantes

Se observa (Tabla 3) que las medianas del *año de graduación* son, en términos relativos, similares y que las de la *cantidad de personas involucradas en un proyecto medio* también son similares. La duración de un proyecto medio es un 50% mayor en 2014 (así como el esfuerzo que se puede estimar). Podemos afirmar que ambos grupos tienen un perfil muy similar.

Table 3. Perfil de los participantes

Variable	Mediana	
	2001	2014
Año de graduación	1998	2010
Personas involucradas en un proyecto medio	4	4
Duración de un proyecto medio	6	9

5.2 Resultados sobre las técnicas

En la Tabla 4 se registra la utilización o no de técnicas de elicitación. Las técnicas *tradicionales* mantienen su presencia total o casi total entre los desarrolladores: la pequeña reducción de 2001 a 2014 no parece tener un gran impacto. Las técnicas *grupales* muestran un notable crecimiento en el uso, derivado del crecimiento de la utilización del *brainstorming*. Este resultado otorga consistencia a datos de utilización del *brainstorming* de otra investigación que parecían no tenerla [25]. Las técnicas *basadas en escenarios u objetivos* crecieron en forma importante.

Table 4. Técnicas de elicitación

Técnicas	2001	2014	Alcance
Tradicionales	100%	92%	Cuestionarios y encuestas, Entrevistas, Análisis de documentación existente
Grupales	14%	62%	Brainstorming, Focus group
Prototipación	29%	23%	Prototipos para identificar requerimientos
Model-Driven	0%	31%	Basadas en objetivos o en escenarios.
Cognitivas	0%	23%	Análisis de protocolos, Laddering, Ordenación de tarjetas, Repertory grids
Contextuales	19%	46%	Observación participante, etnometodología, análisis de conversación

Dentro de los márgenes de la muestra estos valores son muy significativos, al igual que los de las *técnicas cognitivas*. Las *técnicas contextuales* muestran un crecimiento relevante, posiblemente asociado con la *observación participante*.

5.3 Resultados sobre las fuentes

Las fuentes consideradas se agruparon en cuatro categorías: *entrevistas*, *análisis de formularios*, *desarrollos previos* y *productos del mundo real*. La respuesta se escogía en una *escala de utilización* con cinco opciones: *Usa regularmente*, *Usa ocasionalmente*, *Usó alguna vez*, *Conoce el producto*, *Conoce gente que lo usa*. En las Tablas 6 a 8 se agruparon las respuestas en tres opciones: *Uso regular* (Usa regularmente), *Uso irregular* (Usa ocasionalmente y Usó alguna vez), *Tiene conocimiento* (Conoce al producto y Conoce gente que la usa). En lo que sigue se analizan los resultados obtenidos en cada una de las cuatro categorías de fuentes.

Entrevistas. En la Tabla 5 se resumen los datos de las entrevistas. Las entrevistas se clasificaron en términos de la cantidad de participantes². En el año 2014 crece el uso de las entrevistas en todas las opciones de utilización y en particular lo hacen las entrevistas grupales que no registraban utilización en 2001. En 2014 se agregó una consulta para detallar las respuestas de entrevistas grupales y el 62% de las respuestas indicaron la utilización de *brain storming*, lo que resulta consistente con otro estudio [25]. En cuanto a la utilización de los *productos de las entrevistas*, crece la de los productos propios (ya sean minutas o notas). Aparece la utilización de *otros* productos, lo que posiblemente se refiera a grabaciones de audio y vídeo, pero es un tema pendiente de indagación.

² Una consecuencia de reproducir un estudio de 2001: no se consideraron las entrevistas remotas vía Internet.

Table 5. Utilización de entrevistas

Uso de Entrevistas	2001			2014		
	Uso reg.	Uso irreg	Co-noce	Uso reg.	Uso irreg	Co-noce
Cantidad de personas	-	-	-	-	-	-
Individuales	24%	24%	0%	62%	15%	8%
Más de uno	14%	14%	10%	31%	54%	8%
Grupales	0%	0%	38%	23%	31%	31%
Productos	-	-	-	-	-	-
Anotaciones propias	19%	19%	0%	85%	8%	8%
Anotaciones de terceros	5%	5%	14%	8%	62%	0%
Minutas propias	14%	14%	14%	38%	31%	15%
Minutas de terceros	10%	10%	24%	8%	46%	8%
Respuestas a cuestionarios	5%	5%	48%	15%	46%	8%
Otros	0%	0%	0%	15%	8%	0%

Análisis de formularios. El uso regular de los formularios en la elicitación crece del 19% en 2001 al 31% en 2014, por otra parte el uso irregular se mantiene en los valores previos.

Desarrollo previo. Los productos de software desarrollados son una fuente de conocimientos relevantes para la elicitación de requerimientos del nuevo sistema. En términos generales la reutilización de productos de desarrollos previos ha crecido considerablemente. En primer lugar en la utilización en forma regular del documento de especificación de requerimientos creció del 10% de los desarrolladores en 2001 al 62% en 2014. Más aún el 94% de los desarrolladores usan este documento en forma regular o irregular. En cuanto a los modelos de datos, el Diagrama entidad –relación también creció en su uso regular: del 14% en 2001 al 77% de los desarrolladores.

Las tendencias de utilización de productos de diseño de desarrollos previos para la elicitación de requerimientos expresa claramente los cambios que se han producido a partir del desarrollo de la orientación a objetos (Tabla 6).

Table 6. Uso de productos de diseño

Productos de diseños previos	2001			2014		
	Uso reg.	Uso irreg	Co-noce	Uso reg.	Uso irreg	Co-noce
Diagrama de Flujo de Datos	33%	38%	24%	31%	15%	23%
Carta de estructura	5%	24%	43%	0%	15%	38%
Diagrama de clases	5%	5%	57%	69%	15%	0%
Diagrama de interacción	0%	0%	43%	31%	46%	0%
Diagrama de estados	0%	10%	43%	31%	31%	15%
Diagrama de actividades	0%	5%	38%	38%	23%	15%

Los *Diagramas de Flujo de Datos*, mantienen su vigencia en tanto que una componente clave del diseño estructurado como la *Carta de estructura (structure chart)* decae. A su vez los *diagramas* habituales del Diseño Orientado a Objetos crecen significativamente superando a los anteriores en el uso regular por los desarrolladores. El *Diagrama de clases* pasa de un uso regular por el 5% de los desarrolladores al 69%, los restantes pasan de *no* ser usados regularmente a ser usados en alguna medida (regular o irregularmente) por al menos el 85% de los desarrolladores. Los *diagramas de estados*, siguen el mismo comportamiento.

También crece la utilización de los *productos de software* como fuente de requerimientos. El uso de *los prototipos* en 2014 más que triplica el porcentaje de desarrolladores que lo usaban regularmente en 2001 y el *software de aplicación* más que lo duplica. Por último se detecta un crecimiento de los *manuales de productos de software* como fuente de requerimientos.

Productos del mundo "real". En la Figura 2 se representan los datos de las Fuentes "externas" o productos del mundo real utilizados en el proceso de elicitación. Considerando el uso regular e irregular las únicas variaciones relevantes aparecen en *Tratados* y *Estándares generales*.

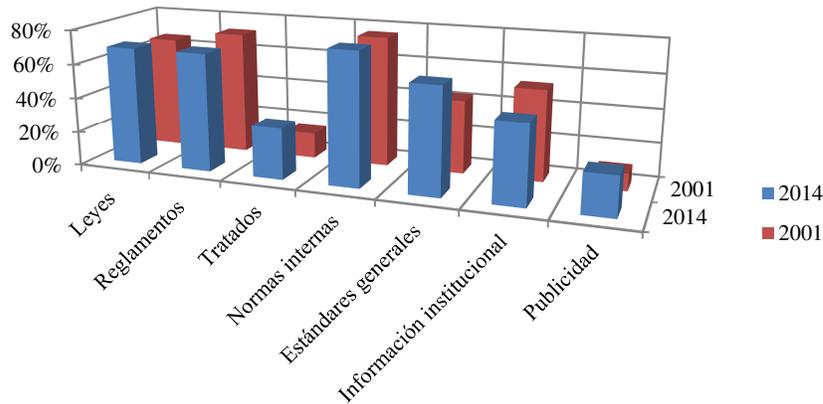


Fig. 2. Usos de productos del mundo real

6 Conclusiones y trabajos futuros

La replicación de una investigación 13 años después de realizada, permite analizar la evolución de las prácticas de elicitación de requerimientos. Ambas muestras carecen de representatividad estadística, por lo que no cabe generalizar sus conclusiones. En la replicación se ha tenido cuidado en dirigirse al mismo universo de desarrolladores

(estudiantes de un curso de Maestría en Ingeniería de Software). En los procedimientos e instrumentos se ha evitado introducir cambios, salvo una excepción relevante. Se ha introducido el enfoque de las prácticas de investigaciones que involucran seres humanos, en especial sobre *participación informada* [28]. Pese al impacto potencial que pudiera tener, se consideró inevitable hacerlo. Otro cambio se produjo en el instrumento que soporta al cuestionario. En la pregunta sobre el *Documento de Especificación de Requerimientos* se agregó *Casos de Uso* y *Otros*. Esto no debería perturbar las respuestas sobre el documento pero puede afectar a un participante no atento. Ambas muestras presentan un perfil muy similar de los participantes, aunque los participantes de 2014 tienen una experiencia mayor que la de 2001.

En cuanto a las técnicas de elicitación, las *tradicionales* mantienen su preeminencia en la utilización y la *prototipación* mantiene su nivel de uso. El crecimiento de las *técnicas grupales* parecería que debe adjudicarse al *brain storming*. Las *técnicas cognitivas* han crecido valores de uso nulos a cerca del 25%. Ello habla de mayor peso de las técnicas más recientes y robustas lo que encierra un mayor profesionalidad.

Las *entrevistas* crecen como fuente en todas sus variantes y se consolida el uso regular de los *formularios*.

La *reutilización de desarrollos previos* tiene diferentes comportamientos. El uso de la *especificación de requerimientos* de otros sistemas crece notablemente. Un recurso del análisis estructurado como los *DFD*, se mantiene en el uso regular y decae fuertemente en el uso irregular. Los recursos del *Diseño Estructurado* decaen notablemente y en contraste los del *Diseño Orientado a Objetos* crecen fuertemente. Todo ello habla de un comportamiento acorde con las tendencias de la Ingeniería de Software y de actualización de los recursos utilizados por los desarrolladores.

El crecimiento en el uso de *productos de software* y *manuales* se alinea en la misma dirección. El crecimiento en *Tratados* y *Estándares generales* puede que se asocie con la expansión de aplicaciones Web.

Los estudios futuros se orientan a continuar investigando la evolución de las prácticas de Elicitación de Requerimientos. En particular se orientan a tratar de reiterar la investigación original con la totalidad de las entrevistas y poder establecer niveles de prácticas en momentos específicos y luego analizar la evolución. Por otra parte se pretende establecer una descripción del estado de la práctica de la elicitación de requerimientos alrededor de los momentos escogidos para realizar un estudio comparativo sincrónico.

Agradecimiento: Este artículo fue parcialmente financiado por el proyecto P14T01 del INTEC de la Universidad Argentina de la Empresa

Referencias

- [1] P. Loucopoulos and V. Karakostas, *Systems Requirements Engineering*. McGraw-Hill, 1995.
- [2] N. Juristo and O. S. Gómez, "Replication of Software Engineering Experiments," in *LASER Summer School 2008-2010*, Berlin Heidelberg: Springer, 2012, pp. 68 – 82.

- [3] L. Antonelli and A. Oliveros, "Fuentes utilizadas por desarrolladores de software en Argentina para elicitar requerimientos," in *Proceedings del 5to. Workshop de Ingenieria de Requerimientos (WER'02)*, Valencia, España, 2002, pp. 106 – 116.
- [4] A. Aurum and C. Wohlin, *Engineering and Managing Software Requirements*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.
- [5] S. Robertson and J. Robertson, *Mastering the Requirements Process Second Edition*, 2nd ed. Addison Wesley Professional, 2006.
- [6] I. Alexander and R. Stevens, *Writing better Requirements*. Pearson, 2002.
- [7] D. Zowghi and C. Coulin, "Requirements Elicitation: A Survey of Techniques, Approaches, and Tools," in *Engineering and Managing Software Requirements*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.
- [8] CMMI Team Product, "CMMI® for Development, Version 1.2," Software Engineering Institute, Pittsburgh, Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008, Aug. 2006.
- [9] P. Bourque and R. E. Fairley, *SWEBOK. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0*, 3rd. ed. IEEE Computer Society, 2014.
- [10] O. Dieste and N. Juristo, "Systematic Review and Aggregation of Empirical Studies on Elicitation Techniques," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 37, no. 2, pp. 283–304, Apr. 2011.
- [11] B. Nuseibeh and S. Easterbrook, "Requirements Engineering: A Roadmap," in *ICSE '00 Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering*, Limerick, Ireland, 2000, pp. 35 – 46.
- [12] J. A. Goguen and C. Linde, "Techniques for requirements elicitation," in *Requirements Engineering, 1993., Proceedings of IEEE International Symposium on*, San Diego, CA , USA, 1993, pp. 152 – 164.
- [13] K. Wiegers, *Software Requirements*, 1st ed. Microsoft Press, 1999.
- [14] Lubars, Mitch, C. Potts, and C. Richter, "A Review of the State of the Practice in Requirements Modeling," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Requirements Engineering*, San Diego, CA , USA, 1993, pp. 2 – 14.
- [15] L. Groves, R. Nickson, G. Reeve, S. Reeves, and M. Utting, "A survey of software development practices in the New Zealand software industry," in *Proceedings. 2000 Australian Software Engineering Conference*, Canberra, ACT, 2000, pp. 189 – 201.
- [16] U. Nikula, J. Sajaniemi, and H. Kälviäinen, "A State-of-the-Practice Survey on Requirements Engineering in Small- and Medium-Sized Enterprises," Telecom Business Research Center. Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland, Research Report 1, 2000.
- [17] C. J. Neill and P. A. Laplante, "Requirements Engineering: The State of the Practice," *IEEE Softw.*, vol. 20, no. 6, pp. 40–45, Dec. 2003.
- [18] P. A. Laplante, C. J. Neill, and C. Jacobs, "Software Requirements Practices: Some Real Data," in *Proceedings of the 27 th Annual NASA Goddard/IEEE Software Engineering Workshop (SEW-27'02)*, Goddard, 2002.
- [19] A. Talbot and A. Connor, "Requirements Engineering Current Practice and Capability in Small and Medium Software Development Enterprises in New Zea-

- land,” in *Proceedings 2011 Ninth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*, Baltimore, MD, 2011, pp. 17 – 25.
- [20] Y. Chernak, “REQUIREMENTS REUSE: THE STATE OF THE PRACTICE,” in *Proceedings 2012 IEEE International Conference on Software Science, Technology and Engineering*, Herzlia, 2012, pp. 46 –53.
- [21] P. Rempel, P. Mäder, and T. Kuschke, “An empirical study on project-specific traceability strategies,” in *Proceedings 2013 21st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)*, Rio de Janeiro, 2013, pp. 195 – 204.
- [22] R. B. Svensson, T. Gorshek, B. Regnell, R. Torkar, A. Shahrokni, R. Feldt, and A. Aurum, “Prioritization of Quality Requirements: State of Practice in Eleven Companies,” in *2011 19th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)*, Trento, Italy, 2011, pp. 69 – 78.
- [23] S. G. Zapata, C. A. Collazos, E. L. Torres, F. D. Giraldo, and G. A. Sevilla, “Indicios Experimentales Respecto del Uso Técnicas Tradicionales de Elicitación de Requisitos de Software en Ambientes de Desarrollo Distribuidos,” *Rev. Colomb. Comput.*, vol. 14, no. 2, pp. 79 – 97, 2013.
- [24] D. Arruda, R. Soares, D. Vieira, R. Ferreira, T. Cabral, and M. Lencastre, “Engenharia de Requisitos: Um Survey realizado no Porto Digital, Recife/Brasil.,” in *Proceedings of the XVII Ibero--American Conference on Software Engineering*, Pucón, Chile, 2014, pp. 477 – 490.
- [25] A. Oliveros, F. J. Danyans, and M. L. Mastropietro, “Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web,” in *Proceedings of the XVII Ibero--American Conference on Software Engineering*, Pucón, Chile, 2014, pp. 491 – 505.
- [26] J. Melo, “Requirements Engineering: A survey performed in Recife-PE/Brazil companies,” *Requirements Engineering Research Group. Engenharia de computacao. UPE-POLI*, 2014. [Online]. Available: <http://www.serg.ecomp.poli.br/rerg/index.php/pt-BR/publicacoes/22-survey2014-01a>. [Accessed: 12-Jul-2014].
- [27] AAVV, “Magister en Ingeniería de Software,” *Posgrado Facultad de Informática*. [Online]. Available: http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Magisters/Ingenieria_de_Software/Ingenieria_de_Software.html. [Accessed: 12-Sep-1914].
- [28] A. Oliveros and S. Martinez, “Aspectos éticos de la investigación en Ingeniería Software que involucra seres humanos,” in *Actas del XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Bahía Blanca, 2012, pp. 814 – 827.