

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web

Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, UADE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
aoliveros@gmail.com, {fdanyans, matias.mastropietro@bcra.gov.ar}

Abstract. El rápido crecimiento del desarrollo de las aplicaciones Web no ha sido acompañado por estudios detallados de las particularidades de la Ingeniería de Requerimientos de aplicaciones Web. Las organizaciones de desarrollo han asumido algunas prácticas que no han sido suficientemente investigadas por la comunidad de Ingeniería de Requerimientos. En este artículo se presentan los resultados de una investigación exploratoria de las prácticas de ingeniería de requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web. Se ha logrado establecer un primer panorama del estado de la Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web. Basado en estos resultados se establecen recomendaciones para desarrollar una investigación de mayor validez.

Keywords: Requerimientos Aplicaciones Web, Procesos de la Ingeniería de Requerimientos, Investigación exploratoria

1 Introducción

Los aplicaciones Web añaden nuevos desafíos a los desarrolladores en la utilización de la Ingeniería de Requerimientos (IR) [1]. Como ha sucedido en otros momentos de la historia de la ingeniería de software, la IR es la “última en llegar” al nuevo terreno. Las metodologías de desarrollo Web están fuertemente limitadas en cuanto a atacar los requerimientos de las aplicaciones Web. Se ha establecido [2] que las metodologías de desarrollo de las aplicaciones Web subestiman las actividades relacionadas con los requerimientos y dan mayor relevancia a las de diseño. Estudios experimentales [3] detectaron una brecha entre las prácticas de las empresas y la disponibilidad de conocimientos y la prioridad del diseño sobre los requerimientos en esas prácticas.

Como parte de un proyecto de investigación de las prácticas de requerimientos utilizadas en las aplicaciones Web [4], [5] se desarrolló un estudio de campo mediante una encuesta a desarrolladores de aplicaciones Web. La encuesta tuvo un alcance mayor que los temas comunicados en este artículo. El resto de este trabajo está organizado de la siguiente forma. Primero se establece el concepto de aplicaciones Web que se utiliza como marco de referencia con énfasis en los requerimientos de dichas aplicaciones. Luego se describe la investigación y se enuncian las principales conclusiones que se extraen de los datos obtenidos. Por último se extraen conclusiones generales y se enuncian trabajos futuros.

2 Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro

2 Aplicaciones Web

2.1 Características generales

El crecimiento de Internet no cesa de asombrar al mundo, de una herramienta simple diseñada para compartir documentos entre los científicos se ha convertido en un instrumento que ha penetrado en múltiples aspectos de la vida cotidiana de los habitantes del planeta y en todo tipo de organizaciones.

Una *aplicación Web* es un sistema software al que se accede a través de Internet o Intranet y conforman una clase especial de aplicaciones de software que se construye de acuerdo con ciertas tecnologías y estándares. Las aplicaciones Web tienen una amplia variedad de tipos, una tipología bastante difundida [6] establece las siguientes categorías: sitios Web centrados en documentos; Aplicaciones Web Interactivas, transaccionales, basadas en flujos de trabajos, Web colaborativas, orientadas a portales o de Web ubicua; Web social; Portales generales; Portales especializados (de negocios, de mercados o de comunidades) y Web semántica.¹

La *Ingeniería de Aplicaciones Web* o *Ingeniería Web* nace para atacar las aplicaciones Web. Básicamente se trata de la utilización y desarrollo de enfoques de la ingeniería software para el desarrollo de aplicaciones Web. Hace 20 años se planteaba que uno de los desafíos que enfrentaba la Ingeniería Software era el desarrollo de aplicaciones Web [7].

La calidad de los desarrollos Web ha sido severamente cuestionada por las investigaciones específicas. Una encuesta del *Cutter Consortium* enfocada en aplicaciones Web de envergadura, estableció que entre los principales problemas que tienen se encuentran: fallas en satisfacer las necesidades de negocio (84%), falta de funcionalidad (53%) y baja calidad de los entregables (52%) [2]. Justamente esta es la clase de problemas que ataca la IR. El estado del arte de desarrollo de aplicaciones Web dista de aprovechar los avances de la Ingeniería Software en los años recientes [8].

Actualmente se cuenta con numerosas herramientas, sin embargo la búsqueda de información dentro de sitios web no suele ser una actividad simple. La disposición y organización de la información a menudo dificulta la interacción de los usuarios. A menudo los sitios no consideran adecuadamente a sus usuarios, sus objetivos y tareas, el equipamiento utilizado en el acceso y el ambiente físico y social en el que se utiliza el sitio.

El diseño de la arquitectura de información de un sitio web no es una tarea sencilla, y requiere un análisis cuidadoso de sus objetivos y de las necesidades a satisfacer de los distintos usuarios, una misma información puede ser estructurada de distintas formas. Por esa tipo de razones es imprescindible contar con una definición precisa de todos los requerimientos del sitio a desarrollar, lo que incluye aspectos tales como los objetivos del sitio a desarrollar, los stakeholders involucrados en el mismo, las tareas

¹ *Document centric Web sites, Interactive Web applications, Transactional Web applications, Workflow-based Web applications, Collaborative Web applications, Portal-oriented Web applications, Ubiquitous Web applications, Social Web, General portals, Specialized portals, Semantic Web* [6]

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 3

y necesidades que se pretenden abarcar en el sitio, y los objetivos de comunicación del mismo. La IR se encarga precisamente de establecer un proceso ingenieril para la captura, análisis, comprensión, documentación y representación de los requerimientos de un sistema software, tal como un sitio web.

2.2 Requerimientos de aplicaciones Web

2.2.1 Características de los requerimientos de aplicaciones Web

El diccionario de IEEE define la calidad del software como: (1) El grado en que un sistema, componente o proceso satisface los requerimientos especificados; y (2) El grado en el que un sistema, componente o proceso satisface necesidades y expectativas de un cliente o usuario [9]. La calidad se asocia con la satisfacción de los requerimientos como criterio básicamente operacional pero, al referirse a las “necesidades y expectativas”, establece un alcance mayor que el encerrado en la especificación de requerimientos. Este aspecto tiene una especial significación en el caso de las aplicaciones Web.

Desde el punto de vista de los requerimientos, en las Aplicaciones Web se encuentran aspectos tales como:

- elevada cantidad y variedad de perfiles de *stakeholders*, lo que requiere métodos especiales para poder gestionar a estos y a sus vez genera demandas sobre los procesos de gestión de requerimientos;
- diseño de una estructura de navegación que exige balancear las exigencias de estructuración propias del contenido, las posibilidades técnicas disponibles, las visiones de los distintos actores que interactúan con la información, las perspectivas de la evolución, etc.;
- interface de usuario que es el segmento más afectado por la cantidad y variedad de perfiles de los usuarios
- demanda de personalización por parte de los usuarios, lo que somete a los requerimientos a la exigencia de sondear tipos de comportamientos que no afectan a los sistemas de información tradicionales (por lo que deberá apelarse a diferentes técnicas) e identificar necesidades de evolución que deberán acompañar a la de los usuarios.

En el desarrollo de aplicaciones Web se han mencionado [10] tres diferencias con los procesos y productos de la IR que tienen un impacto significativo en los requerimientos:

- no tienen exactamente el mismo foco que las aplicaciones de software
- diferente énfasis en los aspectos de la disciplina
- ciclos de vida más reducidos

2.2.2 Nuevos desafíos para la Ingeniería de Requerimientos

Las aplicaciones Web requieren nuevos enfoques de la IR que puedan dar una respuesta capaz de ajustarse a una comunidad cambiante, grande y abierta con

4 **Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro**

amplios requerimientos de navegabilidad [11], [12]. Las aplicaciones Web se han comparado con las aplicaciones tradicionales atendiendo a dos aspectos: la estructura técnica y la arquitectura de la información [3]. Comparado con las aplicaciones tradicionales la tecnología es más visible a los usuarios y la relación negocio-diseño técnico es más estrecha. En el aspecto organizacional la incertidumbre del dominio y la volatilidad de las necesidades de los clientes y la tecnología son mucha mayores que en los sistemas tradicionales. En los hechos se ha resuelto la incertidumbre de los requerimientos experimentando con el producto vivo y aprendiendo mediante el *feedback* obtenido de los usuarios [13].

Los siguientes son algunos puntos clave del proceso de requerimientos de aplicaciones Web:

- Dificultad para acceder (o directamente inaccesibilidad) y diversidad de los *stakeholders*
- Definición iterativa de las necesidades del negocio a satisfacer por la aplicación
- Necesidad de comprensión profunda del contexto de la aplicación por parte de los analistas
- Complejo proceso de cambios que requiere una sofisticada gestión de cambios
- Priorización de requerimientos en un contexto de usuarios distribuidos
- Importante peso de los aspectos de accesibilidad de los usuarios
- Exigente gestión de la seguridad
- Necesidad de soporte para diferentes plataformas de hardware y software

2.2.3 Enfoques de requerimientos en aplicaciones Web

En [2] se identificaron las técnicas utilizadas en el proceso de requerimientos por las metodologías específicas para desarrollo de aplicaciones Web, clasificándolas en tres grupos de actividades: Captura, Definición y Validación.

En la **Captura**, seis de las 10 metodologías utilizan entrevistas y solamente tres utilizan más de una técnica. En la fase de **Definición** hay un mayor uso de técnicas y las más utilizadas son los Casos de Uso (seis metodologías) y luego el Lenguaje Natural (cuatro metodologías). Por último, en **Validación** solamente se utilizan prototipos y lo hacen apenas tres metodologías. Al margen de casos de metodologías que están más avanzadas en el uso de diferentes técnicas, en general predomina la baja utilización de técnicas de requerimientos en el desarrollo de las aplicaciones Web. Resumiendo el estado de las metodologías de desarrollo de aplicaciones Web: (a) los enfoques disponibles se concentran en los aspectos de diseño, muy por encima de los de requerimientos; y (b) dentro de la fase de requerimientos, los procesos de elicitación son los que están menos presentes.

3 Investigación de campo

La investigación se propuso responder la siguiente pregunta:

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 5

¿Qué métodos son utilizados por las organizaciones en el proceso de requerimientos de las aplicaciones Web?

Para analizar las prácticas de requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web, se desarrolló una investigación experimental mediante una encuesta a desarrolladores de aplicaciones Web.

La principal pregunta de investigación se desagregó en varias preguntas de investigación que a su vez dieron lugar a formular las preguntas incluidas en el cuestionario.

- ¿cómo es la organización?
- ¿cómo son las aplicaciones Web que desarrollan en la organización?
- ¿qué técnicas, enfoques y procesos de la IR se utilizan en el desarrollo de las aplicaciones Web y qué recursos humanos participan?
- ¿cómo es la gestión de los requerimientos y el control de cambios?
- ¿cómo son y cómo se gestionan los *stakeholders* de las aplicaciones Web?²
- ¿cuáles son los resultados obtenidos con los procesos actuales de IR?

En cuanto al alcance del proceso de requerimientos se consideró el proceso en su conjunto abarcando los procesos de elicitación, especificación y validación [14], así como los procesos de gestión de requerimientos.

3.1 Método de investigación

La carencia de estudios específicos en el mercado local (Argentina) sugirió encarar un estudio exploratorio [15] para poder elaborar una primera versión del estado de la IR en las aplicaciones Web que fuera más allá de las visiones que se pueden obtener de investigaciones en otros contextos. La recomendación habitual en una situación como la descrita es comenzar con una investigación cualitativa, la mayor riqueza del dato cualitativo permite formular teoría sobre los datos obtenidos [16]. En el estado del conocimiento de las prácticas de desarrollo de aplicaciones Web en las organizaciones locales el aspecto *exploratorio* no se involucraban solamente los resultados sino también a la metodología de investigación más adecuada. Se eligió como recurso una encuesta con un cuestionario estructurado con el objetivo de comenzar a entender el comportamiento del mercado de aplicaciones Web para, sobre esa base, generar una estrategia de investigación. Básicamente se trató de asegurar dejar variables de lado en la investigación definitiva y estar atentos a la aparición de nuevas posibilidades de análisis, dos elementos clave de una encuesta con propósito exploratorio [15].

3.2 Muestra

La población objetivo lo constituyeron las organizaciones de desarrollo de software insertas en empresas del mercado local (independientemente de su origen nacional y de los mercados internacionales que abastezcan) y que desarrollan aplicaciones Web para comercializar o uso interno de la organización mayor.

² Se indagaron otros temas que no se comunican en el presente artículo

6 **Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro**

La muestra escogida fue no probabilística. Las razones de utilización de muestras no probabilísticas son: dificultad en identificar la población meta, especificidad y no limitada disponibilidad de esa población y no se trata de un survey final. Todas estas condiciones estaban presentes [17]. Una muestra no probabilística no permite hacer inferencias estadísticas a partir de los datos obtenidos, lo que dado el carácter exploratorio en nuestro proyecto no introduce restricciones.

La muestra se constituyó con el método “Convenience Sampling” y en parte “Snowball sampling” [17] y se desarrollaron las siguientes actividades:

- se contactó a empresas conocidas por los investigadores y que cumplieran los requisitos;
- se envió la invitación a personas identificadas en condiciones de contestar;
- se contactó personalmente a desarrolladores para invitarlos a participar;
- se difundió la invitación a participar a través de una cámara empresaria;
- se invitó a contactos conocidos de la actividad profesional y universitaria

En el caso de entrevistados que se acercaban espontáneamente para contestar, se los contactó previamente para asegurar el cumplimiento de los criterios establecidos. La investigación se orientó a los siguientes perfiles: Jefe de desarrollo Web / Jefe de desarrollo, Desarrollador de aplicaciones Web / Desarrollador de aplicaciones / Especialista en obtener requerimientos, Gerente de Sistemas o equivalente.

El resultado final fueron 25 respuestas de otras tantas organizaciones. El tamaño es similar o algo superior al de otras investigaciones del campo de la Ingeniería de Requerimientos [18] y también es similar el método de reclutamiento de entrevistados [19]. La diferencia principal reside en la utilización de un formulario en Internet.

3.3 Limitaciones de la encuesta

No se trata de un estudio con conclusiones de validez estadística sino de un estudio exploratorio para soportar una investigación en profundidad, por lo que las características que mencionamos de la muestra no son una limitación. La limitación está en el riesgo de que, pese a los recaudos que se tomaron, la información obtenida encierre un sesgo importante en cuanto a la generación de hipótesis de la investigación definitiva.

Los conceptos utilizados se aclararon, como se mencionó, en mínima medida. Pero de algunas consultas recibidas en el trabajo de campo parecería que ciertos conceptos no son de interpretación unívoca. Por ejemplo los investigadores tienen dudas que los que mencionan que utilizan el *brainstorming* lo hagan como una técnica de elicitación de requerimientos. Posiblemente se refieran a su uso en otras actividades del ciclo de vida³. Una consideración similar merece el proceso de validación de requerimientos que una cantidad importante de respuestas registra como una práctica habitual. Este tipo de consideraciones alimentan el proceso de definición de los próximos pasos.

³ La experiencia de uno de los autores enseñando Ingeniería de Requerimientos en cursos de posgrado, registra la carencia de conocimiento de este tipo de técnicas en el ámbito profesional.

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 7

Se careció de un grupo externo de control de seguimiento de las prácticas del trabajo experimental con seres humanos, si bien se hizo un esfuerzo especial en mantener las prácticas requeridas en la investigación que involucran seres humanos [20] la carencia de un control externo introduce una limitación.

El panorama de la investigación Web que se podía deducir de un estudio de 2008 [21], en cuanto a la falta de estudios experimentales sobre la Ingeniería de Requerimientos en general y en especial sobre su utilización en aplicaciones Web, permanece actualmente sin variación. Esta ausencia dificulta la formulación de hipótesis realistas y que trasciendan la reproducción de otros contextos.

3.4 Cuestionario

Para la ejecución de la investigación se desarrolló un cuestionario auto-administrado al que se accedía a través de Internet. Las preguntas eran cerradas y en un caso se pedía una respuesta con texto libre. Las respuestas admitían, según el caso, una o varias respuestas. Todas las preguntas admitían la opción “No sabe/No contesta” para el caso de alguna información se considerara confidencial o que no se comprendieran los términos de la pregunta. En el cuestionario se incluyeron un conjunto reducido de definiciones para ayudar a la comprensión del texto. El cuestionario tenía 29 preguntas y se organizó en secciones. En la Tabla 1 se reproducen las denominaciones de las secciones y su respectivo objetivo.

Sección	Objetivo
Información de la Organización	Determinar las características generales de la empresa
Desarrollo de Aplicaciones Web.	Identificar tipo de desarrollo y características de las aplicaciones que desarrolla la organización.
IR Web: técnicas, enfoques y procesos	Establecer las técnicas, enfoques y procesos de IR aplicados, así como el modo y frecuencia de uso
IR Web: <i>Stakeholders</i> y Control de cambios	Identificar las prácticas utilizadas en para la gestión de los <i>Stakeholders</i> y el Control de Cambios
Evaluación de Resultados	Establecer la relación entre las prácticas de IR aplicadas y los resultados obtenidos en calidad del producto y del proceso.

Tabla 1. Secciones del cuestionario

4 Resultados

4.1 Perfil de las empresas de los entrevistados

Las 25 organizaciones de la muestra tenían experiencia en el desarrollo de aplicaciones Web (no se admitieron dos miembros de la misma organización). De las 25 organizaciones, 9 desarrollaban exclusivamente para consumo interno. El **tamaño**

8 Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro

de cada empresa se midió en cantidad de recursos humanos, resultó un perfil de empresas de medianas a grandes: 6 de ellas tenían menos de 50 empleados, 4 entre 51 y 100 y 12 más de 100 (3 respondieron). Se incluyen 3 empresas con más de 500 personas de dotación.

El **tamaño del área de desarrollo y mantenimiento** de software se midió en cantidad de recursos humanos utilizados en desarrollo y mantenimiento de software independientemente de la relación contractual. Se entrevistaron 5 empresas con menos de 25 personas en el área de, 13 en el rango de 25 a 100 personas y 4 con más de 100 personas. Predominan las organizaciones de desarrollo y mantenimiento de mediana a gran magnitud.

En cuanto a los **mercados** que atendían las 16 empresas que comercializaban software o servicios, 11 de ellas tenían más del 50% de su facturación en el mercado interno. En cuanto a exportaciones 9 de las 16 que comercializaban software y servicios exportaban, lo que coincide con las mediciones de la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos [22]. De ellas 8 lo hacían a América Latina y sólo una exportaba exclusivamente a USA y Canadá. En este punto hay diferencias con respecto a la mencionada encuesta empresaria: registra mayor cantidad de empresas que exportan a Estados Unidos y menos a Europa que nuestra muestra.

4.2 Aplicaciones Web desarrolladas por las organizaciones

Todas las empresas poseían experiencia de desarrollo Web. De las 23 empresas que respondieron sobre el **esfuerzo** dedicado a las aplicaciones Web, 15 estimaban que ese esfuerzo excedía el 40% del esfuerzo total de la organización de desarrollo y mantenimiento. Las respuestas se basan en una sólida experiencia de las organizaciones en aplicaciones Web (aunque ese nivel de esfuerzo es muy superior al que puede estimarse para el conjunto del mercado).

Con respecto al **tipo de aplicaciones** que desarrollaban, se formuló una pregunta cerrada con opciones elaboradas a partir de la taxonomía de Kappel y otros [6].

- **Centradas en documentos:** Páginas web de solo lectura, con código HTML estático, residen en un servidor web, en general se actualizan manualmente
- **Móviles (Ubicuas):** Proveen servicios personalizados en cualquier momento, en cualquier lugar, y para cualquier dispositivo, lo que facilita el acceso ubicuo.
- **Portales:** Proveen un punto de acceso a fuentes separadas y heterogéneas de información y servicios. Ej. Yahoo. También encontramos portales especializados.
- **E-Business (Basadas en flujo de trabajo):** Permiten el manejo de flujos de trabajos con o entre diferentes compañías o usuarios privados. Ej.: Soluciones B2B.
- **Sociales:** Las personas proveen su identidad a una comunidad con intereses similares. Permite encontrar no solo objetos sino personas con intereses similares.
- **Colaborativas:** Empleadas en especial para colaboración en operaciones no estructuradas. Soportan información compartida y espacios de trabajo.
- **Transaccionales:** Proporcionan mayor interactividad, el usuario interactúa con la aplicación en modo lectura y actualizando el contenido. Ej.: Homebanking.

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 9

Tipo de aplicación Web	Cantidad de empresas
Centrada en documentos	5
Transaccionales	19
Aplicaciones Web Móviles	11
Portales	14
Sociales	3
e-Business	5

Table 2. Tipos de aplicaciones Web

En la Tabla 2 se observa que el grueso de las organizaciones concentra su labor en en el **tipo** aplicaciones transaccionales, móviles y portales, ninguna de las otras es atacada por más de cinco organizaciones. En cuanto a la **duración** de los proyectos se reparten en partes iguales la cantidad de empresas que tienen proyectos mayoritariamente de menos de 6 meses y las que los tienen de más de 6 meses. Aunque parecería que hay un sesgo de la distribución hacia los proyectos de más de 12 meses (6 empresas tienen mayoritariamente proyectos de más de 12 meses y en el extremo opuesto 3 empresas los tienen de menos de 3 meses). Esta distribución sugiere una duración más elevada que la detectada por otras investigaciones [3].

De las 22 respuestas que se obtuvieron, 13 indicaron que dedican al desarrollo de **aplicaciones nuevas** el 50% o más de su esfuerzo lo que sugiere un peso mucho mayor que el que tiene el desarrollo en las organizaciones concentradas en aplicaciones tradicionales, incluso en el caso de las empresas dedicadas al desarrollo interno. Analizando las labores de **mantenimiento** que ejecutaban se siguió la clásica clasificación en: *correctivo*, *evolutivo* y *adaptativo* [23], agrupando los dos últimos. El resultado ha sido que de las 22 respuestas obtenidas, 14 empresas dedican el 50% o más de su esfuerzo al mantenimiento evolutivo y adaptativo. Este esfuerzo en la evolución y adaptación de las aplicaciones podría ser consecuencia del esquema mencionado esquema de “prueba y error”.

4.3 Procesos de desarrollo de aplicaciones Web

Se consultó por la frecuencia de uso de **procesos de desarrollo** con las siguientes opciones: *RUP o partes de RUP*, *Métodos ágiles*, *Modelo de cascada* y *Modelos iterativos* (espiral), dejando abierta una opción para agregados. La lista resultó ser exhaustiva: en 21 casos eligieron alguna de las opciones y en apenas dos casos eligieron *otros*. Los *métodos ágiles* y los *modelos iterativos (espiral)* fueron utilizados en más del 50% de los casos en 11 y 12 organizaciones respectivamente, el *modelo en cascada* y *RUP* fueron utilizados en más de la mitad de los casos por 7 y 4 organizaciones. Los enfoques utilizados recibieron adecuaciones en las organizaciones en las 16 organizaciones.

La primera conclusión es que se utilizan enfoques de desarrollo elaborados para atacar aplicaciones más tradicionales y, como ya hemos mencionado, las aplicaciones Web se orientan hacia los enfoques que encaran ciclos de vida más cortos [10]. Partiendo de la interdependencia entre el problema y la solución, en el caso de utilizar las metodologías tradicionales se requieren ajustes al nuevo dominio [3], lo que se

10 **Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro**

detectó en esta investigación. Corresponde interrogarse si, pese a los ajustes, los enfoques más estabilizados que se utilizan habitualmente no introducen restricciones a las necesidades de los procesos de las organizaciones cuando son utilizados para el desarrollo de aplicaciones Web.

4.4 Procesos de la Ingeniería de Requerimientos

Con respecto a las técnicas utilizadas para la **elicitación de requerimientos** se consultó la frecuencia de uso de las siguientes opciones: *Entrevistas individuales*, *Entrevistas grupales*, *Focus Group*, *Brainstorming* y *Cuestionarios*. Solamente un caso utilizó la opción “otros” y otro caso no escogió ninguna opción, de allí que la lista considerarse exhaustiva. En línea con mediciones habituales de técnicas de elicitación la mayoría utiliza *Entrevistas individuales* (23 casos) o *Entrevistas grupales* (21 casos). En 15 casos se indicó que utilizan el *Brainstorming* (15 casos), aunque con frecuencia menor que los dos anteriores. Estas respuestas están alineadas con la idea de la dificultad diferencial que tienen los usuarios de aplicaciones Web con respecto a las aplicaciones convencionales en cuanto al su real comprensión de sus requerimientos [3], lo que hace necesario utilizar técnicas más sofisticadas. Por otra parte a la utilización de *brainstorming* (y en parte de *Focus groups*) también aplica lo mencionado en la nota 3.

La mayoría de las organizaciones posee algún tipo de **documento** (21) en el que registra los requerimientos. En cuanto a la **descripción de los requerimientos**, los *Casos de Uso* y el *Lenguaje Natural* son utilizados por la mayoría de las empresas (16 y 13 casos), lo que coincide con el papel casi excluyente que tienen esas dos técnicas en las metodologías de desarrollo Web [2]. Es interesante señalar que 13 de las 25 organizaciones utilizan más de una técnica de descripción, asimismo de las 16 que utilizan *Casos de Uso*, sólo 3 la tienen como exclusiva: los *Casos de Uso* requieren la utilización de otros recursos (la mitad además utiliza el *Lenguaje Natural*).

Con respecto al **proceso de validación**, 15 de las 25 organizaciones disponen de un proceso de validación de los requerimientos y en 14 de ellas con la participación del usuario. Estos valores sugieren un grado de difusión de los procesos de validación superiores a los que otros estudios evidencian, en algunas oportunidades los profesionales consideran validación al acto de aprobación de los requerimientos por parte del usuario. No descartamos que no se comprenda plenamente el significado del proceso de validación de los requerimientos, que incluye procesos más avanzados como revisiones por equipos o listas de validación [24].

4.5 Gestión de requerimientos

En 15 organizaciones disponen de un proceso establecido de **negociación** y **priorización** de los requerimientos. Estos tipos de procesos son muy sofisticados y requieren un importante avance en el uso de la IR que no se manifiesta en un grupo tan grande de las organizaciones de la muestra. Si bien ello sugiere que las respuestas obtenidas requieren un análisis más profundo del que permite un

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 11

cuestionario estructurado, al mismo tiempo demuestra que los participantes reconocen un valor importante en disponer de esos procesos.

En las aplicaciones Web la **volatilidad** de los requerimientos es especialmente elevada [8], con esta característica se asocia la **gestión de cambios**. 15 organizaciones manifestaron disponer de un *proceso establecido para hacer los cambios de requerimientos*. Sin embargo no hubo una definición clara en cuanto a si la volatilidad es mayor o menor en las aplicaciones Web que en las convencionales: 10 respuestas fueron positivas y 10 negativas. La **distribución de los cambios** (ver Tabla 3) a lo largo del ciclo de vida muestra que para más de la mitad de las organizaciones el momento de mayores cambios es el conformado por diseño y codificación.

Momento del ciclo de vida del proyecto	Cantidad de organizaciones
Diseño	9
Codificación	4
Puesta en marcha	6
Luego de la puesta en marcha	3
NS/NC	3

Tabla 3. Cambios en el ciclo de vida

4.6 Producto terminado

El criterio principal de calidad de un sistema software es el grado de satisfacción de la **especificación de requerimientos**. La calidad de los desarrollos Web ha sido severamente cuestionada por las investigaciones específicas. Un estudio del Cutter Consortium sobre desarrollo de aplicaciones Web estableció que sólo el 16% satisfacen plenamente los requerimientos de los contratantes y el 53% no satisfacen las capacidades requeridas [6]. En nuestra investigación los entrevistados reflejan que sus desarrollos alcanzaron un elevado nivel de calidad: las 21 respuestas obtenidas, indicaron que satisficieron la especificación de requerimientos en la mitad o más de sus desarrollos. Esta performance fue aun superior cuando se los interrogó acerca de la satisfacción de las **necesidades** de los usuarios: 24 organizaciones la alcanzaron en el 50% o más de los casos. Aparece un matiz de diferenciación al considerar las **expectativas** (vale decir, características del sistema esperadas por los usuarios) ya que aparecen tres respuestas que indican que las satisficieron en una minoría de casos. Esta situación en extremos satisfactoria requiere ser profundizada mediante una mayor granularidad de la información obtenida y a una mayor certeza acerca de la real comprensión por los entrevistados de los conceptos en juego.

Con respecto a la **especificación de requerimientos**, las 6 organizaciones en las que el producto terminado *siempre* la satisface, tenían una dotación en desarrollo y mantenimiento de software superior a las 25 personas. Las organizaciones mayores entregarían productos de mayor calidad.

El **cronograma** y/o **presupuesto** formulados antes de la fase de requerimientos se cumplió en la minoría de los proyectos. Por otra parte no se destacó una mejora en el

12 **Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro**

cumplimiento cuando se elaboró un cronograma y presupuesto luego de la fase de requerimientos, lo que contradice los resultados del “cono de incertidumbre” de Boehm [25].

La **cancelación de proyectos** se produce luego de la fase de requerimientos: en 18 organizaciones menos del 20% de los proyectos se cancelaron antes de concluir la fase de requerimientos. Los aspectos presupuestarios fueron la fuente de la principal razón que se señaló para cancelar proyectos.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Las empresas entrevistadas asignan una parte importante de su esfuerzo de desarrollo al desarrollo de aplicaciones Web y predominantemente se enfocan en el desarrollo de aplicaciones transaccionales, móviles y portales. Sus proyectos exceden la duración que se estableció en otras investigaciones.

Los procesos de desarrollo predominantes son los establecidos para atacar las aplicaciones tradicionales: ante las diferencias entre el contexto de las aplicaciones tradicionales y el de las aplicaciones Web, las organizaciones han optado por adecuar las herramientas del primero al segundo. Todavía no han irrumpido las metodologías específicas de desarrollo Web. Existe una amplia utilización de un documento con el registro de los requerimientos, aunque con una reducida gama de técnicas de especificación (casos de uso y lenguaje natural). El hecho que poco más de la mitad de las empresas entrevistadas utilice más de una técnica puede expresar las dificultades de encasillar a las aplicaciones Web en la matriz de las aplicaciones convencionales. Buena parte de las empresas disponen de procesos de validación con participación del usuario, pero carecemos de elementos para establecer las características de esos procesos. En cuanto a la gestión de requerimientos hay indicadores claros de utilización de recursos avanzados, ello contrasta con otras visiones de uso de técnicas modernas en el contexto investigado.

Junto a estas afirmaciones es importante remarcar que una investigación soportada por un cuestionario del tipo del utilizado captura las *percepciones* del usuario y estas pueden no ajustarse a la realidad. La calidad de la respuesta obtenida depende fuertemente de la comprensión que el interrogado tenga de los conceptos incluidos en el cuestionario [26]. Hecha estas salvedades es relevante el nivel de utilización de técnicas de negociación y priorización, así como procesos de gestión de cambios en respuesta a la volatilidad establecida de los requerimientos de aplicaciones Web.

El producto terminado resulta satisfactorio en términos de ajuste a los requerimientos establecidos y en medida similar a relación a las necesidades de los usuarios (lo que permite deducir un ajuste de los requerimientos a las necesidades). No es así con respecto a las expectativas, lo que puede ser especialmente importante dada el incentivo en las expectativas que produce un tema en crecimiento e innovador como es el caso de las aplicaciones Web. Los resultados en términos de cronograma y presupuesto, permiten deducir una cierta debilidad en las metodologías de estimación. Esta debilidad es previsible pues los procesos de estimación no han logrado

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 13

estabilizarse en las aplicaciones convencionales (el arte “negro”), menos aún en las aplicaciones Web que agregan grados de complejidad al problema.

Las respuestas recibidas permiten obtener otra gama de conclusiones. Como ya se mencionó las debilidades de muestreo de este tipo de encuestas impiden generalizaciones amplias. Pero del análisis de las respuestas surge un interrogante que se relaciona con la validez de las respuestas. En el caso de la gestión de requerimientos es llamativo el contraste con el tradicionalismo que predomina en el tratamiento de los requerimientos en los contextos más convencionales de desarrollo [27], posiblemente porque se manejan procesos muy sofisticados (como es el caso de la priorización). Esto puede originarse en algo así como una intención de dar una respuesta “técnicamente correcta” pero no real. Una investigación orientada a identificar prácticas en el desarrollo de aplicaciones Web, identificó una situación similar detectando “respuestas políticas” que volvieron escépticos a los investigadores acerca de la precisión de algunas respuestas [28]. Por otra parte, de ser real esta conducta, sugiere la hipótesis de que esa técnica se reconoce como valiosa aunque no se utiliza.

Este tipo de consideraciones, así como las respuestas que mencionan el éxito que parecen tener todas las aplicaciones en cuanto a cumplimiento de cronograma, funcionalidad y satisfacción del usuario, sugieren la necesidad de buscar otro enfoque metodológico del tema para subsanar las limitaciones que introduce la encuesta en este tipo de investigaciones.

Los trabajos futuros se concentrarán en investigar con mayor detalle las prácticas de Ingeniería de Requerimientos en tipos específicos de aplicaciones Web y elaborar un modelo explicativo del comportamiento de las organizaciones en cuanto a los requerimientos para esas aplicaciones. La principal actividad consistirá en un proyecto para analizar los temas atacados en esta primera parte de la investigación bajo el modelo de *Estudio de Caso* en el contexto de investigación cualitativa.

6 Referencias

- [1] P. Grunbacher, A. Egyed, and N. Medvidovic, “Reconciling software requirements and architectures with intermediate models,” *Softw. Syst. Model.*, vol. 3, no. 3, pp. 235–253, Aug. 2004.
- [2] M. J. Escalona and N. Koch, “Requirements Engineering for Web Applications – A Comparative Study,” *J. Web Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 193–212, 2004.
- [3] D. Lowe, “Web system requirements: an overview,” *Requirements Engineering Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 102–113, Jul-2003.
- [4] A. Oliveros, R. Wehbe, S. Rojo, and J. Rousselot, “Requerimientos para Aplicaciones Web,” presented at the Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2011), Rosario, Argentina, 2011.
- [5] S. Rojo and A. Oliveros, “Requerimientos No funcionales para aplicaciones Web,” presented at the ASSE 2012 - 13th Argentine Symposium on Software Engineering, La Plata, Argentina, 2012.

14 **Alejandro Oliveros, Fernando J. Danyans, Matías L. Mastropietro**

- [6] G. Kappel, B. Pröll, S. Reich, and W. Retschitzegger, “An Introduction to Web Engineering,” in *Web Engineering. The Discipline of Systematic Development of Web Applications*, John Wiley & Sons Inc., 2006.
- [7] G. Arango, “¿Qué es la Ingeniería de Software?,” *Noticiero SADIO*, vol. 25, no. 1, pp. 7–11, Mar-1993.
- [8] P. Grünbacher, “Requirements Engineering for Web Applications,” in *Web Engineering. The Discipline of Systematic Development of Web Applications*, G. Kappel, B. Pröll, S. Reich, and W. Retschitzegger, Eds. John Wiley & Sons Inc., 2006.
- [9] IEEE Standard Board, “IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. Std 610.12-1990,” IEEE, 1990.
- [10] S. P. Overmyer, “What’s different about Requirements Engineering for Web sites,” *Requir. Eng. J.*, vol. 5, pp. 62–65, Jun. 2000.
- [11] WERE, “WERE’10,” *1st Workshop on The Web and Requirements Engineering (WeRE’10)*, 28-Sep-2010. [Online]. Available: <http://gplsi.dlsi.ua.es/congresos/were10/>. [Accessed: 02-Jul-2013].
- [12] R. Wieringa, “Web Engineering as Design Science,” presented at the 1st Workshop on The Web and Requirements Engineering (WeRE’10), Sydney, Australia, 21-Sep-2010.
- [13] M. Mirakhorli and J. Cleand-Huang, “Traversing the Twin Peaks,” *IEEE Softw.*, vol. 30, no. 2, pp. 30–36, Apr. 2013.
- [14] P. Loucopoulos and V. Karakostas, *Systems Requirements Engineering*. McGraw-Hill, 1995.
- [15] C. Wohlin, M. Höst, and K. Henningsson, “Empirical Research Methods in Software Engineering,” in *Empirical Methods and Studies in Software Engineering: Experiences from ESERNET 2001-2003*, A. I. Wang and R. Conradi., Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2003, pp. 7–23.
- [16] C. B. Seamann, “Qualitative Methods in Empirical Studies of Software Engineering,” *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 25, no. 4, pp. 557–572, Aug. 1999.
- [17] B. Kitchenham and S. L. Pfleeger, “Principles of Survey Research. Part 5: Populations and Samples,” *Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 5, pp. 17–20, Sep. 2002.
- [18] D. Lowe and J. Eklund, “Development issues in specification of Web systems,” in *Proceedings of the sixth Australian Workshop on Requirements Engineering (AWRE01)*, Sydney, Australia, 2001.
- [19] L. Chen, M. Ali Babar, and B. Nuseibeh, “Characterizing Architecturally Significant Requirements,” *I*, vol. 30, no. 3, pp. 38–45, M.
- [20] 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.
- [21] G. Rossi, “A Survey of Web Research in Argentina,” in *Latin American Web Conference, 2008. LA-WEB '08.*, 2008, pp. 151–155.
- [22] Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos de la República, “Reporte semestral del sector de software y servicios

Prácticas de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de aplicaciones Web 15

- informáticos de la República Argentina,” Cámara Argentina de Software y Servicios Informáticos, Buenos Aires, Informe regular, Setiembre 2013.
- [23] C. Ghezzi, M. Jazayeri, and D. Mandrioli, *Fundamentals of Software Engineering*. Singapur: Prentice-Hall International, 1991.
 - [24] G. Kotonya and I. Sommerville, *Requirements Engineering: Processes and Techniques*. Wiley, 1998.
 - [25] S. McConnell, *Software Estimation. Demystifying the Black Art*, First. Redmond, Washington: Microsoft Press, 2006.
 - [26] B. Kitchenham and S. L. Pfleeger, “Principles of Survey Research. Part 3: Constructing a Survey Instrument,” *Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 2, pp. 20 – 24, Mar. 2002.
 - [27] L. Lehtola, M. Kauppinen, and S. Kujala, “Requirements Prioritization Challenges in Practice,” in *Product Focused Software Process Improvement*, Kansai Science City, Japan,, 2004, vol. 3009, pp. 497–508.
 - [28] McDonald A. and Welland R., “Web engineering in practice,” in *Proceedings of the fourth WWW workshop on web engineering*,, 2001, pp. 21 – 30.