

Using Wikis as Collaborative Strategy to Support Software Requirements Elicitation

Gustavo Sevilla[#], Sergio Zapata[#], Estela Torres[#], Cesar A. Collazos[^]

Abstract—The software project success largely depends of a proper process of software requirements elicitation, also the quality of these requeriments improves as the participation of stakeholders grows. This participation becomes difficult when software requirements elicitation is performed in a distributed environment. Therefore, the elicitation process in distributed environments requires a platform that promotes the effective and efficient collaboration of those involved. Wikis can be useful tools for this purpose. This paper presents a controlled experiment performed to evaluate usage of wiki as party of a collaborative strategy of distributed requirement elicitation. The study addressed a real problem with the participation of undergraduate students and shows that using a wiki tool a Software Requirements Documents more precise is obtained.

Keywords—*Web Computing; Software Distributed Development; Requirement Software Engineering; Distributed Software Requirement Elicitation; Collaborative Tools; Wikis*

I. INTRODUCCION

Es cada vez más usual que los proyectos de software estén conformados por equipos de personas que trabajan distribuidas geográficamente. Varias razones han impulsado este escenario: reducción de costos, mejor aprovechamiento global de la escasa disponibilidad de recursos humanos, mayor cantidad de horas de trabajo disponibles en función de las distintas zonas horarias, incentivos a la inversión en mercados emergentes y crecimiento significativo de la demanda mundial en software [1] son algunas de ellas. Pareciera que estas razones permanecerán y se consolidarán en el futuro.

Es el Desarrollo Global de Software (DGS) la disciplina que, dentro del área de conocimiento de las Ciencias de la Computación, trata sobre los procesos, técnicas y herramientas útiles en la construcción de software en escenarios distribuidos o globales, entendiendo por escenarios distribuidos aquellos en donde solo hay distancias geográficas entre los miembros del equipo de trabajo, mientras en los globales además de aquella, existen distancias o diferencias culturales.

El DGS permite que miembros de un mismo equipo se encuentren en distintos sitios remotos, durante el proceso o ciclo de vida del software, con lo cual se crea una red de sub-equipos a distancia. En algunos casos, estos sub-equipos pueden ser miembros de la misma organización, en otros

[#] Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina; mail: {gsevilla, szapata, etorres}@iinfo.unsj.edu.ar

[^] Grupo de Investigación IDIS, Universidad de Cauca, Popayán, Colombia; mail:ccollazo@unicauca.edu.co

casos, la colaboración o la subcontratación de organizaciones diferentes puede suceder.

Las ventajas de mayor productividad por contar con zonas horarias no solapadas, de mejores costos y mayor disponibilidad de recursos humanos se contraponen con problemas surgidos de la distancia física y cultural de los actores distribuidos [2]. Así, los procesos, técnicas y herramientas de construcción de software aplicados a tradicionales escenarios colocalizados deben ser revisados para constatar su efectividad en los nuevos ambientes distribuidos o globales. Hay aún un significativo conocimiento que debe ser alcanzado, métodos y técnicas que deben ser desarrolladas y prácticas que deben evolucionar para que el DGS se transforme en una disciplina madura [3]. Son muchos los aspectos de riesgo en estos escenarios que se deben tener en cuenta para que el DGS logre resultados satisfactorios, entre ellos podemos mencionar ineficacia de tecnologías de comunicación, falta de cohesión grupal, complejidad de la coordinación de tareas y diferencias culturales y organizacionales. Finalmente, uno de los desafíos del Desarrollo Global de Software es que la distancia física y/o cultural entre los actores del proceso de software no impacte negativamente en el mismo.

La etapa de elicitación de requisitos de software, una de las más tempranas en el proceso de desarrollo de software, puede verse particularmente afectada en estos nuevos escenarios distribuidos por el alto grado de comunicación interpersonal que ella requiere, la cual se puede ver entorpecida por cuanto los actores están remotamente ubicados. Se requiere entonces un medio que permita mantener una comunicación efectiva entre los distintos actores.

Esta es la motivación que sostiene a este trabajo, es decir qué puede esperar una empresa de software, respecto de la eficacia del proceso de elicitación de requisitos distribuido, al utilizar una wiki junto con otras herramientas de comunicación estándares.

El presente estudio pone a consideración los resultados preliminares obtenidos de usar una herramienta wiki de propósito específico para la obtención de los requisitos de software en un entorno distribuido.

El escenario de este estudio es distribuido, es decir los actores están físicamente en lugares distintos pero en una misma zona horaria y sin diferencias culturales. La estructura organizacional del presente artículo continúa con las siguientes secciones: II Elicitación Distribuida de Requisitos de Software, III Las Wikis, en ambas se presenta el marco teórico de la

temática abordada como así también trabajos relacionados. En la sección IV Experimento Realizado se describe detalladamente el experimento controlado llevado a cabo. Mientras que en las últimas dos secciones, V Análisis de los Resultados y VI Conclusiones se expresan las interpretaciones y conclusiones a que los datos del experimento conducen.

II. ELICITACIÓN DISTRIBUIDA DE REQUISITOS DE SOFTWARE

Tener una correcta definición de los requisitos de software es clave para obtener un producto de calidad que satisfaga las necesidades y expectativas del usuario-cliente. La necesidad de contar con proceso de ingeniería de requisitos dentro del proceso ingeniería del software es imprescindible para obtener productos de calidad [4]. Para alcanzar el éxito en el desarrollo de software es esencial tener comprensión completa de deseos y necesidades de los usuarios y/o clientes. La actividad de definición de requisitos es una evaluación cuidadosa de las necesidades que un software debe cubrir, se trata generalmente de un documento que tiene que decir por qué un sistema es necesario dadas las condiciones actuales y futuras [5].

La primera etapa del proceso de definición de requisitos de software es la elicitación de requisitos, la cual consiste en capturar las necesidades del usuario-cliente interactuando con el mismo [6]. Por lo tanto, en esta etapa, es necesario que la interacción con el usuario y/o cliente de software (y con su entorno de trabajo) sea muy fluida [7]. En esta etapa los aspectos sociales juegan un papel muy importante teniendo en cuenta el alto grado de participación e influencia, de personas expertas en el dominio de aplicación, que serán necesarios para bien definir los requisitos del software a construir. La interacción con estas personas es compleja y difícil de estructurar por medio de técnicas o métodos rígidos.

Existe un creciente reconocimiento respecto que la tarea de elicitación de requisitos no es solo un reto matemático o tecnológico (como lo fue en sus orígenes), sino que forma parte de un proceso social complejo [8]. La mayoría de los esfuerzos de investigación señalan el aspecto social, factor central donde se generan las actividades de un proceso y donde ha de funcionar un sistema de información [9].

Las dificultades que surgen en el proceso de elicitación, debido a la necesidad de fluidez comunicacional del mismo, se ven agravadas cuando el contexto es distribuido, donde los actores se encuentran geográficamente distantes. En estos nuevos escenarios la necesidad de colaboración (inclusive comunicación en tiempo real) crea un desafío adicional para una negociación efectiva de los requisitos [10]. Algunos problemas de la elicitación distribuida han sido bien identificados en [11], [12]. Las deficiencias en la comunicación entre ingenieros de requisitos y usuarios-clientes, las diferencias culturales y organizacionales, las dificultades para generar confianza mutua y resolver conflictos son algunos de los principales problemas identificados.

La elección de la técnica de elicitación a utilizar depende del momento en particular en que se encuentra el proceso de elicitación y de los recursos disponibles, como también del tipo de información a elicitar [13]. Como se expone en [14], otro aspecto importante a evaluar es el perfil de las personas que

formarán parte del proceso de elicitación de requisitos (analistas, clientes, usuarios, expertos en el dominio). Las técnicas más utilizadas por pequeños equipos de desarrollo de software, incluso en Argentina [15], son entrevista, cuestionario y análisis de formularios. Es natural que una organización de software que históricamente usó estas técnicas en ambientes colocalizados pretenda usar las mismas en ambientes distribuidos de desarrollo de software. Desafortunadamente, hay pocos estudios comparativos teóricos o empíricos que analicen la potencialidad de cada técnica comparada con otra [16], menos aún teniendo en cuenta ambientes distribuidos.

El primer trabajo que incorpora explícitamente el aspecto distribuido de la elicitación de requisitos es el realizado por Lloyd [17], [18]. En este trabajo se realizó un estudio experimental con estudiantes universitarios que cumplieron ficticiamente roles de cliente/usuario e ingenieros de requisitos. El estudio experimental intenta determinar la efectividad de cada una de las técnicas de elicitación en este entorno distribuido, concluyendo que las técnicas método de preguntas y respuestas, casos de uso, brainstorming y gestión de requisitos son las más efectivas.

En [19] se exponen los resultados de un experimento controlado que tiene por objetivo estudiar el proceso de comunicación en ingeniería de requisitos distribuidos determinando los factores que impactan en la conducción efectiva de reuniones virtuales de elicitación de requisitos. El experimento controlado se ejecutó utilizando la herramienta de comunicación NetMeeting. Este trabajo se enfoca en los aspectos de comunicación dentro del proceso de elicitación, especialmente el referido a reuniones virtuales. No se tienen en cuenta el uso de técnicas de elicitación específicas por lo cual no se hace ninguna valoración de las mismas. En [10] se actualizan los resultados en la misma línea de investigación anterior, es decir sobre los medios de comunicación y su influencia en la elicitación distribuida.

En [20] se presenta un método para seleccionar herramientas de groupware para ser usadas en un entorno de elicitación de requisitos distribuido. El método basa su aplicación en la identificación de la forma en que los participantes tratan y perciben la información, clasificando a los mismos según el modelo de Felder-Silverman, el cual clasifica a las personas en cuatro categorías generales: sensitivo/intuitivo, visual/verbal, activo/reflexivo y secuencial/global. Los mismos autores de este último trabajo presentan un método [14], denominado RE-GSD (Requirement Elicitation for Global Software Development projects), para detectar posibles fuentes de problemas que pueden surgir en el desarrollo de proyectos de software distribuidos sugiriendo estrategias para minimizar esos problemas.

Se observa que hay pocos trabajos que se focalizan sobre herramientas de elicitación de requisitos en entornos distribuidos específicamente, algunos tratan sobre el rol de las herramientas groupware en estos procesos distribuidos y otros se enfocan en aspectos de la comunicación en estos procesos.

III. LAS WIKIS

El término wiki (que proviene del término hawaiano wiki

que significa “rápido”), surgió de la mano de Ward Cunningham, quien produjo la primera implementación de un servidor WikiWiki para el repositorio de patrones del Portland (Portland Pattern Repository) en 1995.

Una wiki se define como “Una web donde la gente libremente crea, edita y enlaza una colección de artículos. Actualmente cada web puede ser considerada como un conjunto de páginas enlazadas pero las wikis permiten que una comunidad cambie el contenido y la estructura. Las wikis son un buen camino para coordinar contenido...” [21]. Las wikis son herramientas potentes para la construcción colaborativa de conocimiento y para compartir tal conocimiento [22]. Estos aspectos están en la naturaleza del proceso de elicitación de requisitos de software. El trabajo colaborativo de parte de todos los actores del proceso de elicitación es clave para la obtención de requisitos de software de calidad.

A continuación se describen algunas características de interés sobre las wikis:

- Facilidad de implementar una plantilla de trabajo, que puede evolucionar dinámicamente a medida que el equipo adquiera más experiencia.
- Una wiki asegura la publicación centralizada del contenido, además de permitir realizar el versionado del mismo, fundamental en un ambiente de trabajo colaborativo [23]. Por lo tanto permiten un control de versión, debido a que cada documento tiene una sola copia, la cual todos comparten.
- Una wiki es un software de colaboración basado en la web para la creación de páginas de manera colaborativa [22]. Una wiki está formada de varias páginas con hipervínculos. Al ser un Sistema de Gestión de Contenido Web (WCMS), las páginas wikis se pueden crear y modificar empleando únicamente el navegador [22]. Además, por ser una aplicación web, no necesita que el cliente realice la instalación de software adicional [23]. Por lo tanto, no es necesario la instalación de un software específico, todo se realiza a través del navegador.
- Una wiki es un sistema integrado de versiones, que garantiza que todos los cambios realizados en una página puedan rastrearse [22]. Todas las versiones se almacenan, lo que permite revertir cualquier cambio.
- Una wiki permite hacer un seguimiento de quién ha participado, y qué cambios ha realizado [24].

Una wiki integra todas estas características, las que son posibles aprovechar para llevar a cabo la elicitación de requisitos de software. Las wikis son herramientas que permiten llevar a cabo un trabajo distribuido de manera colaborativa. Las mismas se pueden aplicar para resolver los problemas inherentes a la elicitación distribuida de requisitos de software [24].

La Ingeniería de Requerimiento Distribuida [24] necesita de una plataforma que soporte la colaboración efectiva y eficiente cuando se involucran stakeholders distribuidos espacialmente. Las wikis ofrecen una plataforma flexible para

la comunicación asincrónica, al soportar la participación activa de los stakeholders.

Las wikis parecen ser una herramienta útil para el trabajo colaborativo entre personas y más aún si las mismas se encuentran distribuidas.

Una evolución de las wikis tradicionales la constituyen las wikis semánticas, aquí las características de las wikis se combinan con las características de la web semántica. Tim Berners-Lee describe a la web semántica con una web con contenido debidamente estructurado cuya finalidad es ser comprendido por humanos y además por las máquinas [25]. El hecho de agregarle semántica a una wiki, lleva a que la misma sea más avanzada que una wiki tradicional. Una implementación de wiki semántica lo constituye SoftWiki, basada en la wiki Ontowiki, que es un proyecto impulsado por el Gobierno Alemán. SoftWiki soporta la colaboración de todas las personas involucradas en el proceso de desarrollo de software, en particular, para grandes grupos de stakeholders espacialmente distribuidos, con la posibilidad de que éstos recojan, enriquezcan semánticamente, clasifiquen y agreguen requisitos de software de manera fácil.

La herramienta wiki Softwiki permite a los usuarios registrados: crear requisitos, clasificar requisitos en funcionales y no funcionales, editar requisitos, agregar comentarios a cada requisito y acceder a todas las versiones que se van creando de cada requisito de software.

Como se ha mencionado son muchos los beneficios que se obtienen al utilizar las wikis como un medio de comunicación que brinde soporte al proceso de Ingeniería de Requisitos (IR). Distintos estudios se han realizado y comprueban que los medios de comunicación social, entre ellos las wikis, facilitan la comunicación a través del proceso de desarrollo de sistema [26][27].

También se debe tener presente que la generación que abarca a las personas nacidas desde 1981, son “nativos digitales”, es decir han incorporado (internalizado) toda la tecnología que brinda internet. Por lo tanto, para ellas es más fácil emplear nuevos canales de comunicación (tales como blogs, wikis, entre otros). Así la IR puede beneficiarse empleando las nuevas tecnologías.

IV. EXPERIMENTO REALIZADO

El objetivo del estudio es corroborar la hipótesis que los procesos distribuidos de elicitación de requisitos que utilizan la herramienta de software SoftWiki producen documentos de requisitos de software (DRS) de mayor completitud y precisión, y menor ambigüedad.

Con el fin de verificar lo planteado anteriormente se planificó y ejecutó un experimento controlado, aplicado en un contexto simulado de desarrollo de software distribuido.

Es importante destacar que esta experimentación supuso que la empresa u organización desarrolladora del software era de tamaño pequeño, siendo el software a desarrollar de tamaño pequeño/mediano y el dominio de aplicación, al cual el software pertenecía, un sistema de información de gestión administrativa. Las herramientas de comunicación utilizadas

para la elicitación de requisitos fueron las de uso habitual para estos casos (videoconferencia, emails y chat) conjuntamente con una wiki de propósito específico: SoftWiki, proyecto financiado por el Ministerio de Educación e Investigación del Gobierno Alemán y apoyado por las universidades de Duisburg-Essen y Leipzig.

El experimento se realizó en un contexto universitario, en donde los sujetos del experimento fueron estudiantes avanzados y profesores de la carrera de grado en Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Argentina. Se conformaron distintos grupos o equipos de elicitación integrados por dos estudiantes cada uno, más un profesor que hacía las veces de usuario-cliente, en un contexto de elicitación distribuido. La asignación de alumnos a los grupos fue aleatoria, teniendo en cuenta que los alumnos tenían perfiles de conocimiento y experiencia previa similares. Igualmente aleatoria fue la asignación de profesores.

Participaron 18 alumnos avanzados del programa de grado en Ciencias de la Computación de la UNSJ y 7 profesores del mismo programa. Los alumnos fueron distribuidos en 9 grupos de dos estudiantes cada uno, conformando cada grupo un equipo de elicitación, con dos ingenieros de requisitos. A su vez, a cada grupo de elicitación le fue asignado un profesor que interpretó el rol de usuario-cliente. Hubo dos profesores que cumplieron el rol asignado en dos grupos diferentes.

Con el fin de simular el ambiente distribuido, en todo momento la comunicación entre ingenieros de requisitos y usuarios-clientes se realizó por email, chat, videoconferencia o wiki.

En cuanto a la técnica de elicitación de requisitos empleada en este estudio, se escogió una de la más usada en pequeñas empresas de software de Argentina, entrevista [15].

Los estudiantes debieron participar de una capacitación previa sobre la técnica de elicitación entrevista, como así también en el uso de la herramienta de elicitación SoftWiki. La capacitación, que incluyó actividades prácticas y evaluaciones, tuvo una duración de 20 horas aproximadamente. La misma tuvo el objetivo de garantizar un nivel de conocimiento homogéneo de parte de los alumnos que participaron. De la misma forma los profesores que cumplieron el rol de usuario-cliente, fueron capacitados en el uso de la herramienta wiki y sobre el dominio de aplicación del software a implementar, acordando criterios comunes respecto de la interpretación del software a construir.

En el marco del experimento ejecutado, los ingenieros de requisitos, rol asignado a alumnos, tuvieron que elicitación información respecto del software a implementar. Para ello interactuaron con el usuario-cliente, rol asignado a un profesor, de dicho software. El software a desarrollar, objeto del proceso de elicitación, fue un sistema de información de tamaño pequeño/mediano destinado a la gestión de información administrativa, específicamente el control de los procesos de pedido y venta de motocicletas, de una empresa dedicada a la fabricación de motocicletas de distintos modelos. El mismo problema fue planteado a todos los grupos de elicitación que participaron en el experimento.

Los ingenieros de requisitos especificaron en la herramienta wiki, junto al usuario-cliente, los requisitos funcionales y no funcionales del documento de requisitos de software (DRS), tal documento sería posteriormente objeto de medición de calidad. Para obtener el DRS los ingenieros de requisitos contaron con un documento descriptivo inicial que exponía una visión vaga y general del problema, y a partir del mismo debían, usando las herramientas de comunicación mencionadas, realizar la elicitación de requisitos hasta obtener un DRS definitivo.

El hecho que al menos dos profesores cumplieran el rol de usuario-cliente para más de un grupo de ingenieros de requisitos, constituía una amenaza de aprendizaje para el experimento. Con el fin de salvaguardar esta situación se instruyó y recomendó fuertemente a cada profesor que evitara traspaso de experiencia o aprendizaje entre grupos de ingenieros de requisitos.

Los investigadores que diseñaron el experimento elaboraron, previo a la ejecución del mismo, un Documento de Requisitos de Software de Referencia (DRSR), el cual contenía todos los requisitos de software necesarios para satisfacer adecuadamente el desarrollo del sistema solicitado. Este DRSR sería utilizado posteriormente como referencia para las evaluaciones de los DRS producidos por los ingenieros de requisitos de cada grupo.

Como se había indicado en las instrucciones dadas a cada equipo, el primer contacto entre los ingenieros de requisitos y el usuario-cliente se hizo usando el email, así por este medio los ingenieros de requisitos se presentaron ante los usuarios-clientes y en conjunto acordaron las siguientes etapas de la elicitación como también el uso de las distintas herramientas de comunicación (email, chat, videoconferencia y wiki).

Ingenieros de requisitos y usuarios-clientes de cada grupo trabajaron sobre la herramienta SoftWiki, habilitada en la web para cada grupo, para esto la herramienta wiki se instaló en un servidor Web de la UNSJ, permitiendo el acceso con nombre de usuario y contraseña. Así, se instalaron nueve instancias de wiki distintas, cada una con su propia URL, una para cada grupo o equipo de elicitación. En cada wiki se habilitaron tres usuarios, dos para los ingenieros de requisitos y uno para el usuario-cliente. Para el registro de los requisitos de software, SoftWiki posee una plantilla que permite incorporar tanto requisitos funcionales como no funcionales. SoftWiki al momento de crear un requisito, almacena qué usuario es el autor, además cuando se modifica un requisito se registra quién lo modificó, fecha y hora de la modificación. Es decir, que tanto ingenieros de requisitos como usuarios-clientes pudieron revisar y modificar cada uno de los requisitos en la wiki, requisitos estos que finalmente conformaron el DRS definitivo. SoftWiki además brinda la posibilidad de agregar comentarios a los requisitos, estos dan la posibilidad de perfeccionar la redacción de los requisitos o su mejor interpretación durante el proceso de elicitación. Estos comentarios están asociados a los requisitos pero no forman parte de los mismos.

En el experimento realizado el proceso de elicitación concluye cuando el usuario-cliente diere su visto bueno sobre la totalidad de los requisitos registrados en la wiki. En ese momento la herramienta wiki queda inactiva para el grupo en

cuestión y los requisitos, sin los comentarios, son incorporados al DRS final de tal grupo.

El experimento tomó aproximadamente dieciséis días en llevarse a cabo. En la Tabla I se muestra un resumen de los resultados obtenidos para cada grupo. Allí se observa en la primera columna los grupos de ingenieros de requisitos, luego la columna Duración de Videoconferencia que muestra, en minutos, el tiempo que los ingenieros de requisitos interactuaron con el usuario-cliente por este medio. La siguiente columna Cantidad de Requisitos indica el número final de requisitos obtenidos por cada grupo. Luego aparecen en la Tabla I otras tres columnas de índices, la primera muestra el Índice de Comentarios, expresa la cantidad promedio de comentarios por requisito de software que los grupos registraron en sus distintas sesiones de wiki. El Índice de Versiones expresa la cantidad promedio de distintas versiones de un mismo requisito que los grupos registraron en sus

distintas sesiones de wiki. Ambos índices compuestos producen el Índice de Uso de Wiki, el cual expresa el grado en que la wiki fue usada por los distintos grupos durante todo el experimento. Por último se muestran los indicadores de Completitud (q1), No Ambigüedad (q2) y Precisión (q3).

Para comprobar el aporte del uso de las wikis en obtener un Documento de Requisitos de Software (DRS) de mayor calidad, se consideraron solamente tres atributos de calidad del DRS, estos son Completitud, No Ambigüedad y Precisión. Se tomaron estos atributos porque son atributos que para su satisfacción requerirían características de interacción (reflexiva, escrita, asíncrona, etc.) entre los ingenieros de software y usuarios-clientes que las herramientas wikis podrían ofrecer.

Un pequeño grupo de profesores de la UNSJ, ajenos al experimento, evaluó los DRS producidos por los alumnos a los fines de determinar los indicadores de calidad q1, q2 y q3.

TABLA I
RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Grupo	Duración de Videoconferencia (en minutos)	Cantidad de Requisitos	Índice Comen.	Índice de Versiones	Índice Uso de Wiki	q1	q2	q3
G1	35	20	1,650	1,800	1,725	0,500	0,800	0,650
G2	48	17	1,647	1,412	1,529	0,540	0,941	0,765
G3	26	29	1,207	3,483	2,345	0,520	0,840	0,800
G4	0	20	1,900	2,700	2,300	0,460	0,700	0,750
G5	29	25	1,560	2,480	2,020	0,600	0,800	0,520
G6	43	34	0,500	2,735	1,618	0,500	0,618	0,382
G7	18	26	1,346	2,154	1,750	0,780	1,000	0,538
G8	35	28	1,179	1,500	1,339	0,520	0,731	0,346
G9	95	23	1,348	1,217	1,283	0,520	0,652	0,174

A continuación se detallan cómo han sido calculados los indicadores de completitud (q1), de no ambigüedad (q2) y de precisión (q3).

A. Indicador de Completitud del DRS (q1)

Determina el grado en que los requisitos presentes en el DRSR están soportados en el DRS del grupo, el resultado es una proporción (valores entre 0 y 1). A medida que este valor se acerque a 1 mayor es el grado de completitud.

Para calcular el indicador q1 se selecciona cada requisito del DRSR y se determina si está soportado completamente, medianamente o no soportado en absoluto en el DRS del grupo. Si se considera que está completamente soportado se asigna una valoración de 1, si está medianamente soportado se asigna una valoración de 0,5 y 0 en caso que no estar soportado. Finalmente se suman las valoraciones dadas a cada uno de los requisitos y se divide en la cantidad total de requisitos del DRSR.

B. Indicador de No ambigüedad de los Requisitos (q2)

Determina el grado de no ambigüedad de los requisitos del DRS, el resultado es una proporción. A medida que este valor se acerque a 1 mayor es el grado de no ambigüedad de los requisitos.

El requisito es no ambiguo si:

- Existe una única interpretación para él, es decir todos los lectores entienden lo mismo.
- El requisito no contiene palabras usadas en otro requisito con significado diferente.

Para calcular el indicador q2 se toma cada requisito del DRS y se valora con 1(uno) si es considerado no ambiguo, o con 0 (cero) si es considerado ambiguo. Finalmente se suman las valoraciones dadas a cada requisito del DRS y se divide en la cantidad total de requisitos del DRS.

C. Indicador de Precisión de los Requisitos (q3)

Determina el grado de precisión de los requisitos del DRS, el resultado es una proporción. A medida que este valor se acerque a 1 mayor es el grado de precisión de los requisitos.

El requisito es preciso si:

- No contiene terminología indefinida o vagamente definida.
- No utiliza conceptos excesivamente generales en la redacción.
- No utiliza palabras vagas como “frecuentemente”, “aproximadamente”, “poco”, “mucho”.

Para calcular el indicador q3 se toma cada requisito del DRS y se valora con 1 (uno) si es considerado preciso, o con 0 (cero) si es considerado impreciso. Finalmente se suman las valoraciones dadas a cada requisito del DRS y se divide esto en la cantidad total de requisitos del DRS.

Otro aspecto interesante de observar son los momentos o etapas, dentro del proceso de elicitación, en los cuales se usan las distintas herramientas de comunicación, como email, videoconferencias y wiki. El análisis de estos datos podría dar indicios de cuál es el uso que los ingenieros de requisitos y usuarios-clientes le dieron a la herramienta wiki durante el proceso de elicitación.

En la Tabla II se puede apreciar el uso de las herramientas de comunicación en los distintos días que se realizó el experimento, consolidando los datos de todos los grupos de elicitación. En la columna Emails se registra la cantidad de correos electrónicos intercambiados entre ingenieros de requisitos y usuarios-clientes. En la columna Versiones Wiki se contabilizan el total de nuevas versiones de requisitos registradas en la herramienta wiki por cada día del experimento. En la próxima columna denominada Comentarios Wiki se contabilizan el total de comentarios registrados, por los ingenieros de requisitos y los clientes-usuarios, en la herramienta wiki. Finalmente, la columna VC contabiliza los minutos totales de uso de la herramienta de comunicación videoconferencia.

TABLA II

USO DE HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN POR DÍA

Día	Emails	Versiones Wiki	Comentarios Wiki	VC
1	1	0	0	0
2	5	0	0	0
3	3	0	0	0
4	0	0	0	0
5	13	0	0	48
6	11	0	0	0
7	7	83	0	132
8	1	43	17	0
9	3	111	15	84
10	1	4	3	47
11	0	0	0	0
12	5	20	48	0
13	17	42	43	0
14	18	149	125	18
15	3	19	17	0
16	2	25	21	0

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Analizando los datos presentados en la Tabla I y Tabla II se pueden establecer algunas interpretaciones, las cuales son preliminares y no permiten todavía su generalización. Primeramente se estima adecuado establecer correlaciones entre algunas variables del experimento realizado con el fin de obtener mejores interpretaciones.

Un dato estadístico relevante a obtener es la correlación existente entre el Índice de Uso de Wiki y cada uno de los atributos o indicadores de calidad (q1, q2 y q3). Esto nos permitirá encontrar indicios respecto del efecto que provoca el uso de herramientas wikis en algunos aspectos de la calidad de los documentos de requisitos en escenarios distribuidos.

El coeficiente de correlación entre el Índice de Uso de Wiki y q1 (indicador de completitud del DRS) resulta en un valor de -0,0595. Se deduce que no hay correlación entre estas variables implicando que el uso de wiki no aportaría a la mejora de la completitud de los documentos de requisitos de software realizados en ambientes distribuidos. Esta situación puede deberse a que los esfuerzos para lograr completitud, es decir encontrar o detectar todos los requisitos de software necesarios para el sistema a construir, tienen por objetivo solo revelar tales requisitos y para ello las herramientas de chat o videoconferencia podrían ser más apropiadas que la wiki, las cuales se orientan a las tareas de definición más precisa de los mismos. Esta hipótesis debería ser corroborada mediante otro experimento.

El coeficiente de correlación entre Índice de Uso de Wiki y q2 (indicador de no ambigüedad de los requisitos de software) es 0,156. Esto implica que, al igual que en el caso anterior, no existe correlación entre ambas variables descartando un posible impacto de las wikis en la disminución de la ambigüedad. Se podría esperar que el uso de wiki ayudara a eliminar ambigüedad, por entender que la wiki genera una instancia de interacción, entre usuario e ingeniero de requisitos, más focalizada y minuciosa sobre los requisitos. Sin embargo este beneficio de las wikis no puede ser corroborado con los resultados obtenidos en este experimento.

El coeficiente de correlación entre el Índice de Uso de Wiki y q3 (indicador de precisión de los requisitos de software) es 0,729, lo cual manifiesta una alta correlación entre ambas variables. Esto es un indicio que el uso de las herramientas wikis son beneficiosas para mejorar la precisión de los requisitos de software obtenidos en un ambiente de desarrollo distribuido. Esta correlación era de esperar por las mismas razones explicadas para la correlación anterior.

Otra correlación interesante de analizar es la existente entre Duración de Videoconferencia e Índice de Uso de Wiki, la cual arroja un coeficiente negativo de -0,729, es decir es una alta correlación negativa. Esto podría interpretarse como que aquellos grupos que más usaron videoconferencia sintieron menos necesidad de usar wiki, lo cual a la postre impactó negativamente en la precisión de los requisitos de software elicitados. Esta debería ser una práctica que se debería desaconsejar a los profesionales ingenieros de requisitos.

Respecto de los datos que se observan en la Tabla II, que reflejan el nivel de uso, discriminado por día, de cada una de

las herramientas de comunicación usadas, se estima conveniente seccionar la secuencia de días, en las que se desarrollo el proceso de elicitación, en tres tramos o etapas. El primer tramo cubrirá los días números 1 al 5 inclusive, el segundo tramo comprenderá desde el día número 6 hasta el número 10 inclusive. Por último, el tramo final involucrará la actividad registrada entre los días números 11 al 16.

La Fig. 1 muestra la actividad de emails en cada tramo de tiempo definido. En forma similar, las Fig. 2 y Fig. 3 muestran la actividad de wiki en función de registro de nuevas versiones de requisitos y nuevos comentarios de los mismos. Finalmente la actividad de videoconferencia se muestra en la Fig. 4.

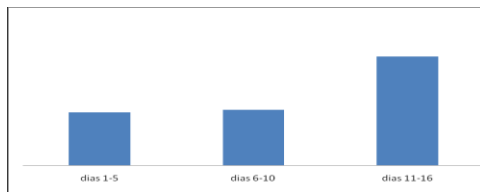


Fig. 1 Actividad de emails

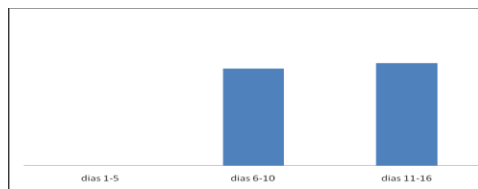


Fig. 2 Actividad de nuevas versiones de requisitos en wiki

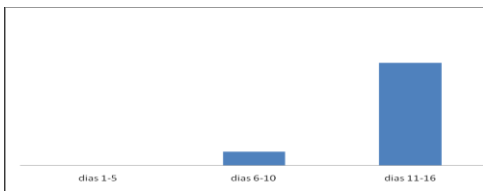


Fig. 3 Actividad de nuevos comentarios en wiki

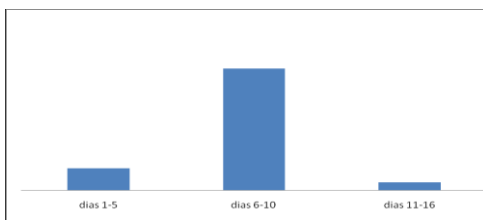


Fig. 4 Actividad de videoconferencias

Se infiere de la observación de los gráficos de actividad que las videoconferencias han sido usadas principalmente en los primeros dos tramos del proceso de elicitación, en especial en el segundo. Esto apoya la hipótesis que esta herramienta de comunicación se usa principalmente para comenzar el abordaje general del problema, intentando ser una opción para determinar las generalidades del problema, su alcance, sin profundizar en detalles del mismo.

A diferencia de las videoconferencias, se advierte que la actividad en la herramienta wiki se focaliza en los tramos

finales del proceso de elicitación, con mayor énfasis en el último tramo del mismo. Esto abona la creencia que la wiki es una herramienta que ayuda en la búsqueda de precisión de los requisitos de software, acción que generalmente se ejecuta justamente al final del proceso de elicitación.

La actividad de intercambio de emails es la única que mantiene al menos una actividad moderada durante todo el proceso de elicitación. Es probable que lo anterior se deba a que esta herramienta se usa como medio de comunicación de acciones de sincronización de tareas entre los ingenieros de requisitos y usuarios-clientes (contacto inicial, avisos de transferencia de control de tareas, pedidos de validación de tareas, acuerdo final respecto de documento de requisitos, etc.) estando estas acciones presentes durante todo el proceso de elicitación.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un experimento controlado, ejecutado en un ambiente universitario, que intenta dilucidar los beneficios de utilizar herramientas wikis, de características colaborativas, en el proceso de elicitación de requisitos de software en un ambiente distribuido de desarrollo de software.

Según los resultados obtenidos las wikis, en particular la herramienta SoftWiki, son herramientas beneficiosas para alcanzar un grado de mayor precisión en los requisitos de software obtenidos en ambientes de trabajo distribuidos. No hay datos que demuestren que estas herramientas colaboren en obtener un DRS más completo o en disminuir la ambigüedad de los requisitos de software.

En un contexto distribuido se pueden utilizar distintas herramientas de comunicación, como chat, email, videoconferencia y wiki. De los resultados obtenidos surge que cada una de esas herramientas hace un aporte distintivo al proceso de elicitación, especialmente videoconferencia y wiki. Parece surgir como aconsejable la utilización estratégica de las wikis como complemento necesario de las videoconferencias; siendo adecuado usar en las primeras etapas del proceso videoconferencias y hacia el final del mismo wiki.

El experimento arroja indicios preliminares que necesariamente deben seguir siendo corroborados con nuevas repeticiones del mismo. Los datos estadísticos son aún escasos para arribar a conclusiones definitivas y generalizables. No obstante, los indicios encontrados son válidos para reforzar hipótesis y acciones investigativas futuras.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo se desarrolló dentro del marco de los proyectos: Técnicas y Herramientas aplicadas a Ingeniería de Software Global (THISGlobal, UNSJ) y Laboratorio Latinoamericano de Investigación en Ingeniería de Software Distribuida (SPU 2340/12). A los alumnos y profesores del curso Calidad de Software del programa de grado en Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional de San Juan. A los profesores del Instituto de Informática de la misma universidad que participaron en el experimento controlado descripto. A los miembros del proyecto SoftWiki.

REFERENCIAS

- [1] J. D. Herbsleb, and D. Moitra, "Global software development," *IEEE Software*, vol 18 no 2, pp. 16–20. 2001.
- [2] R. Sangwan, M. Bass, N. Mullick, D. J. Paulish, and J. Kazmeier, *Global Software Development Handbook*. Auerbach Series on Applied Software Engineering Series, Auerbach Publications, Boston, MA, 2006.
- [3] D. Damian, and D. Moitra, "Global Software Development: How Far Have We Come?," *IEEE Software*, vol 23 no 5, pp17–19. 2006.
- [4] A. Durán, "Un entorno metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información," Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 2000.
- [5] S. Greenspan, J. Mylopoulos, and A. Borgida, "On Formal Requirements Modelling Languages: RML Revisited," Proc. 16th Int. Conf. Software Eng., Sorrento, Italy, 1994, pp. 135–148.
- [6] B. Berenbach, D. J. Paulish, J. Kazmeier, and A. Rudorfer, *Software & Systems Requirements Engineering: In Practice*, The McGraw-Hill Companies, ISBN: 978–0–07–160548–9, 2009.
- [7] SWEBOK, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, Software Engineering Coordinating Committee IEEE Computer Society, 2004.
- [8] J. A. Goguen, and C. Linde, "Techniques for Requirments Elicitation," *Software Requirements Engineering*, 2nd. Ed., IEEE CS Press, pp 110–122, 1997.
- [9] L. E. G. Martins, "Utilização dos Preceitos da Teoria da Atividade na Elicitação de Requisitos do Software," *XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, 1999.
- [10] D. Damian, F. Lanubile, and T. Mallardo, "On the Need for Mixed Media in Distributed Requirements Negotiations," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 34, no. 1, 2008.
- [11] I. Richardson, V. Casey, D. Zage, and W. Zage, "Global Software Development – the Challenges," University of Limerick, Ball State University: SERC Technical Report 278, 2005.
- [12] D. Damian, and D. Zowghi, "Requirements Engineering Challenges in Multi-Site Software Development Organizations," *Requirements Eng. J.*, vol. 8, no. 3, pp. 149–160, 2003.
- [13] B. Nuseibeh, and S. Easterbrook, "Requirements engineering: a roadmap," *International Conference on Software Engineering ICSE 2000*, Future of SE Track, 2000, pp. 35–46.
- [14] G. Aranda, A. Vizcaino, A. Cechich, and M. Piattini, "A Methodology for Reducing Geographical Dispersion Problems During Global Requirements Elicitation," *11th Workshop on Requirement Engineering*, 2008.
- [15] L. Antonelli, and A. Oliveros, "Fuentes Utilizadas por Desarrolladores de Software en Argentina para Elicitar Requerimientos," *5th Workshop on Requirement Engineering*, 2002, pp. 106–116
- [16] O. Dieste, and N. Juristo, "Systematic Review and Aggregation of Empirical Studies on licitation Techniques," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol 37, no. 2, pp 283–304. 2011.
- [17] W. J. Lloyd, M. B. Rosson, and J. D. Arthur, "Effectiveness of Elicitation Techniques in Distributed Requirements Engineering," *Proceedings of the IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering*, 2002.
- [18] W. J. Lloyd. (2001) *Tools and Techniques for Effective Distributed Requirements Engineering: An Empirical Study*. Masters Thesis, Virginia Tech, [Online].
- [19] D. Damian, "An empirical study of requirements engineering in distributed software projects: Is distance negotiation more effective?," *Asian Pacific Software Engineering Conference*, 2001.
- [20] G. Aranda, A. Vizcaino, A. Cechich, and M. Piattini, "Choosing groupware tools and elicitation techniques according to stakeholders' features," *ICEIS 2005 International Conference on Enterprise Information Systems*, Miami, Proceedings of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems, 2005, v.3, p.68–75.
- [21] Daniel J. Barrett (2008). *Mediawiki (Wikipedia and Beyond)*: O'Reilly Media.
- [22] M. Geisser, H. Happel, T. Hildenbrand, A. Korthaus, and S. Seedorf. *New Applications for Wikis in Software Engineering*, páginas 1-16.
- [23] E. Knauss, O. Brill, I. Kitzmann, and T. Flohr. *SmartWiki: Support for High-Quality Requirements Engineering in a Collaborative Setting*. Wikis4SE'09, May 19, 2009, Vancouver, Canada.
- [24] B. Decker, E. Ras, J. Rech, P. Jaubert, and M. Rieth. *Wiki-Based Stakeholder Participation in Requirements Engineering*. *IEEE Computer Society*, páginas 28-35, 2007.
- [25] Berners-Lee, T.; Lassila, O.; Hendler, J. (2001). *The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities*. *Scientific American*, 284(5), pp. 34-43.
- [26] Sue Black, Rachel Harrison, Mark Baldwin. *A Survey of Social Media Use in Software Systems Development*. Web2SE '10, May 2-8, 2010, Cape Town, South Africa.
- [27] Sue Black, Joanne Jacobs. *Using Web 2.0 to Improve Software Quality*. Web2SE '10, May 2-8, 2010, Cape Town, South Africa.