

Indicios Experimentales Respecto del Uso Técnicas Tradicionales de Elicitación de Requisitos de Software en Ambientes de Desarrollo Distribuidos

Sergio G Zapata^{*} ‡, César A Collazos⁺, Estela L Torres^{*},
Fáber D Giraldo[#], Gustavo A Sevilla^{*}

Fecha de recibido: 01/10/2013

Fecha de Aprobación: 29/11/2013

Resumen

El proceso de desarrollo de software tiende, cada vez con un énfasis más marcado, a ser distribuido o global, donde los participantes se encuentran dispersos geográficamente. Este escenario obliga a prestar atención a tres aspectos identificados como distancia física, distancia temporal y distancia cultural. Es aceptable sostener que estas nuevas características de alguna manera impactarán en el proceso de software, especialmente en aquellas etapas en donde hay exigencias de mayor comunicación y colaboración entre los miembros del equipo. Se presenta en este trabajo un experimento controlado llevado a cabo en ámbitos universitarios con el cual se intenta adquirir un mejor conocimiento de la etapa de elicitación distribuida de requisitos de software, a la vez que se analiza la utilización de escenarios universitarios para llevar a cabo estas validaciones.

Palabras Clave: Desarrollo Distribuido de Software, Ingeniería de Requisitos de Software, Elicitación Distribuida de Requisitos de Software.

Abstract

Software development tends more and more to be a distributed or global process where participants are geographically dispersed. This scenario requires paying attention to three aspects identified as physical distance, temporal distance and cultural distance. It is acceptable to argue that these new features will impact the software process, especially in those phases where there are demands for greater communication and collaboration among team

* Universidad Nacional de San Juan, Instituto de Informática, San Juan, Argentina, {szapata,etorres,gsevilla}@iinfo.unsj.edu.ar

+ Universidad de Cauca, Grupo de investigación IDIS, Popayán, Colombia, ccollazo@unicauca.edu.co

Universidad del Quindío, Departamento de Ingeniería en Computación, Armenia, Colombia, fdgiraldo@uniquindio.edu.co

‡ Se concede autorización para copiar gratuitamente parte o todo el material publicado en la Revista Colombiana de Computación siempre y cuando las copias no sean usadas para fines comerciales, y que se especifique que la copia se realiza con el consentimiento de la Revista Colombiana de Computación

members. This paper presents a controlled experiment carried out in a university setting which tries to acquire a better knowledge elicitation stage distributed software requirements, as well as analyzes the use of university settings to perform these validations.

Keywords: Distributed Software Development, Software Requirements Engineering, Distributed Elicitation of Software Requirements.

1. Introducción

Una tendencia importante en la Ingeniería de Software actual es el desarrollo distribuido de proyectos de software. Esto es consecuencia directa de la globalización y en la actualidad representa un escenario de trabajo cada vez más importante para los ingenieros de software. Los rápidos avances en las redes de telecomunicaciones, las tecnologías de internet y herramientas de colaboración han proporcionado la infraestructura necesaria para permitir a las compañías de software trabajar de forma distribuida, y por lo tanto, optimizar sus inversiones. 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]. Pareciera que estas razones permanecerán y se consolidarán en el futuro.

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 aplicadas a tradicionales escenarios colocalizados deben ser revisados para constatar su efectividad en los nuevos ambientes globales. Hay aún un significativo conocimiento que debe ser alcanzado, métodos y técnicas que deben ser desarrolladas y prácticas que deben evolucionar para que la IGS se transforme en una disciplina madura [3].

Así las universidades deben prestar especial atención a estas nuevas formas de construcción de software y su impacto en la formación de los estudiantes, con el fin de: i) mejorar su capacidad de analizar y resolver problemas; ii) exponerlos a escenarios reales de desarrollo de software; y iii) enseñarles a trabajar en forma geográficamente distribuida. La siguiente sección describe el marco teórico subyacente al tema de

elicitación de requisitos de software, posteriormente se presenta el experimento realizado. En la sección 4 se hace un análisis de resultados y, finalmente se dan conclusiones y trabajo futuro.

2. Elicitación distribuida de Requisitos

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 una comprensión completa de los 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 tiene que 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 [13].

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 [14]. Como se expone en [15], 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 son entrevista, cuestionario y brainstorming [16]. 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. Ahora, ¿los resultados de la aplicación de las mismas serán similares?

Desafortunadamente, hay pocos estudios comparativos teóricos o empíricos que analicen la potencialidad de cada técnica comparada con otra [17], menos aún teniendo en cuenta ambientes distribuidos.

El primer trabajo que incorpora explícitamente el aspecto distribuido de la licitación de requisitos es el realizado por Lloyd [18], [19]. 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. Este estudio no compara el uso de la técnica en un entorno distribuido respecto de un entorno colocalizado, justamente siendo esto uno de los objetivos del presente trabajo.

En el trabajo presentado en [20] 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 [21] se presenta un método para seleccionar herramientas de groupware para ser usadas en un entorno de elicitación 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 en [15] un método, 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. No hay un enfoque orientado al uso de técnicas de elicitación en este trabajo.

Se observa que hay pocos trabajos que se focalizan sobre técnicas 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. No se identifican trabajos centrados en obtener mayor conocimiento del proceso distribuido de elicitación de requisitos a partir de los conocimientos ya existentes del mismo proceso en escenarios colocalizados, siendo este el foco de investigación del presente trabajo.

3. Experimento realizado

Con el fin de responder a la inquietud planteada en la sección anterior se planificó, en forma conjunta con profesores de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), Universidad del Quindío (Colombia) y Universidad del Cauca (Colombia), un experimento controlado con dos factores: contexto de elicitación (distribuido/colocalizado) y técnicas de elicitación utilizadas (3 distintas combinaciones de técnicas). Así, se ejecutaron dos fases experimentales similares, la primera aplicada a un contexto distribuido de desarrollo de software; mientras que la segunda se aplicó en un contexto tradicional colocalizado. El diseño experimental es un diseño factorial 2x3 como se muestra en la Tabla 1. Es importante destacar que esta experimentación supone que la empresa u organización desarrolladora del software es de tamaño pequeño, que el software a desarrollar es de tamaño pequeño/mediano, que el dominio de aplicación, al cual el software pertenece, es sistemas de información de gestión administrativa y que las herramientas software de comunicación disponibles son estándares (videoconferencia IP, emails, chat y foros). Respecto de este último aspecto, si bien se reconoce que hay un conjunto de herramientas

groupware algunas de las cuales han sido desarrolladas específicamente para aplicar en un proceso de elicitación distribuida, esta investigación prefiere el uso de herramientas estándar para tener mejores posibilidades de generalizar los resultados del experimento realizado.

El objetivo final es comparar los resultados obtenidos en ambas fases experimentales, las cuales se realizaron 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 y de la Universidad del Quindío, Colombia. Profesores de la Universidad del Cauca (Colombia) participaron en la planificación del experimento y en el procesamiento, análisis e interpretación de resultados. Se conformaron distintos grupos o equipos de elicitación integrados por dos estudiantes cada uno, asignándosele aleatoriamente a cada uno de ellos una combinación de técnicas de elicitación a aplicar y un contexto de elicitación (distribuido o colocalizado). La asignación de alumnos a los grupos fue aleatoria, teniendo en cuenta que los alumnos tenían perfiles de conocimiento y experiencia previa similares. No se tuvo en cuenta el rendimiento académico histórico de los alumnos para esta asignación.

		Técnicas de Elicitación Aplicadas		
		Técnica 1	Técnica 2	Técnica 3
Contexto de Elicitación	Fase 1: Distribuido	Grupos de Alumnos Tec1-Dist	Grupos de Alumnos Tec2-Dist	Grupos de Alumnos Tec3-Dist
	Fase 2: Colocalizado	Grupos de Alumnos Tec1-Coloc	Grupos de Alumnos Tec2-Coloc	Grupos de Alumnos Tec3-Coloc

Tabla 1. Diseño Experimental Con 2 Factores (2x3).

Con el fin de verificar si existía correlación entre el rendimiento académico histórico de los alumnos y el desempeño de los mismos en el experimento, se determinó tal rendimiento teniendo en cuenta el promedio de calificaciones general del alumno y sus calificaciones específicas en los cursos de grado pertenecientes al área de Ingeniería de Software del programa académico. Así, por cada alumno se obtuvo un índice de rendimiento académico histórico (IRA) con el cual se compuso el Índice de Rendimiento Académico del Grupo de Elicitación (IRAG), el cual puede tomar valores entre 0 y 10.

Las técnicas de elicitación utilizadas en este experimento son las más usadas en pequeñas empresas de software de Argentina: entrevista,

cuestionario y brainstorming [16]. Entendiendo que en situaciones reales se usan combinaciones de técnicas en el proceso de elicitación, se definieron tres alternativas (factores) de combinación de técnicas para experimentar: entrevista, entrevista-cuestionario y entrevista-brainstorming.

Los estudiantes participaron de una capacitación previa en estas técnicas, con actividades prácticas y evaluaciones, cuya extensión fue de 20 horas aproximadamente. Esta capacitación tuvo el objetivo de garantizar un nivel de conocimiento homogéneo de parte de los alumnos que participarían en ambas fases experimentales. Igualmente los profesores que cumplieron el rol de usuario-cliente, fueron capacitados en el dominio de aplicación del software a elicitar, acordando criterios comunes respecto de la interpretación del problema a transmitir.

En el marco del experimento ejecutado los ingenieros de requisitos (rol asignado a alumnos) tuvieron que elicitar información, respecto del software a implementar, interactuando con el usuario-cliente (rol asignado a un profesor) de dicho software. Los alumnos que participaron en una de las fases experimentales no lo hicieron en la otra, es decir fueron grupos excluyentes de estudiantes. El software a desarrollar, objeto del proceso de elicitación, es un sistema de información de tamaño pequeño/mediano destinado a la gestión de información administrativa, específicamente venta y control de ticket de viajes, de una empresa de transporte de pasajeros de larga distancia. El mismo problema fue planteado para todos los grupos de elicitación de ambas fases del experimento.

Los ingenieros de requisitos debían elaborar un documento de requisitos de software (DRS) como producto final de su trabajo, tal documento sería posteriormente objeto de medición de calidad. Para obtener el DRS los ingenieros de requisitos tuvieron un documento descriptivo inicial que exponía una visión general y preliminar del problema, y a partir del mismo debían aplicar la combinación de técnicas de elicitación asignadas aleatoriamente hasta obtener el documento DRS definitivo.

Un riesgo o amenaza del experimento se presentaba en la situación que un mismo profesor cumplía el rol de usuario-cliente para más de un grupo de alumnos, pudiendo haber una amenaza de aprendizaje. Con el fin de salvaguardar esta situación se instruyó y recomendó fuertemente a los profesores que evitarán traspaso de experiencia o aprendizaje entre grupos de ingenieros de requisitos.

Los investigadores que diseñaron el experimento elaboraron, previo a la ejecución de los mismos, un Documento de Requisitos Básicos (DRB)

el cual contenía todos los requisitos de software necesarios para satisfacer adecuadamente el desarrollo del sistema solicitado. Este documento sería utilizado posteriormente como referencia para las evaluaciones de los DRS producidos por los estudiantes.

Con el objeto de medir la calidad del DRS resultante y que tal medición sea un indicador de la efectividad de la técnica de elicitación aplicada [18], se eligió la métrica utilizada en [18] [19], ajustándola para este caso experimental particular. De esta manera la métrica usada en el presente experimento involucró 4 sub-indicadores a medir:

- Nivel de adecuación general del documento (NAD): mide aspectos de la organización del documento que surgen como consecuencia de la acción de elicitación. Por ejemplo clasificación de requisitos por orden de importancia, viabilidad y/o esfuerzo de implementación. Este indicador toma valores entre 1 y 100.
- Porcentaje de requisitos evolucionados (RE): mide el porcentaje de requisitos del DRS que se identifican como una evolución de un requisito de software básico. Son los requisitos que necesitaron una elicitación más profunda y minuciosa; que evidencian una interacción más rica entre ingeniero de requisitos y usuario-cliente.
- Porcentaje de requisitos sin defecto (RSD): mide el porcentaje de requisitos que no tienen defectos de precisión, vaguedad, ambigüedad, etc. Es decir, defectos atribuibles a deficiencias en el proceso de elicitación.
- Porcentaje de requisitos soportados (RS): porcentaje de requisitos que estando en el DRB también se encuentran en el DRS producido por los ingenieros de requisitos. Este sub-indicador está relacionado con la completitud del DRS producido.

Componiendo estos cuatro sub-indicadores, cada uno con ponderaciones diferentes como se aprecia en (1), se obtuvo el indicador de calidad del documento (CDRS) que indirectamente refleja la efectividad de las técnicas de elicitación aplicadas.

$$CDRS=(0.05 NAD+0.3 RE+0.25 RSD+0.4 RS) (1)$$

Los sub-indicadores RE y RS son los que mejor reflejan la efectividad de un proceso de elicitación, es por ello que tienen mayor ponderación en el indicador CDRS.

Al finalizar el experimento, y en función de los sub-indicadores definidos, un grupo de profesores, externos al experimento, evaluaron y calificaron los documentos DRS producidos por los distintos grupos de elicitación. Este proceso consistió en evaluar cada documento DRS

presentado por los grupos de alumnos tomando como referencia el documento DRB elaborado por los investigadores y la métrica definida en (1). La evaluación la hizo un grupo de 4 profesores, que no pertenecían al grupo de investigadores participantes del experimento, quienes primero realizaron una evaluación individual y luego una evaluación grupal en donde acordaron el valor final CDRS de cada documento DRS.

Paralelamente se realizaron encuestas a los estudiantes, mediante cuestionarios con enunciados con respuestas de 5 puntos o escalas (tipo Likert), para medir Facilidad de Uso, Intención de Uso y otros aspectos percibidos respecto de las técnicas usadas en ambos ambientes, distribuidos y localizados. La finalidad de estas evaluaciones fue adquirir conocimiento empírico de las experiencias de uso de las técnicas por parte de los alumnos.

La escala seleccionada fue la siguiente:

1. Estoy absolutamente en desacuerdo con el enunciado.
2. Estoy en desacuerdo con el enunciado.
3. No estoy en acuerdo ni en desacuerdo con el enunciado.
4. Estoy de acuerdo con el enunciado.
5. Estoy completamente de acuerdo con el enunciado.

A continuación se describirá con más detalle cada una de las fases experimentales ejecutadas.

A. Fase Experimental Ejecutada en Ambiente Distribuido

En este caso, participaron 22 alumnos avanzados del programa de grado en Ciencias de la Computación de la UNSJ y 6 profesores del mismo programa. Los alumnos fueron distribuidos en forma aleatoria en 11 grupos de dos estudiantes cada uno, conformando cada grupo un equipo de elicitación. A su vez, a cada grupo le fue asignado aleatoriamente un profesor que jugaría el rol de usuario-cliente para tal equipo de elicitación. También, en forma aleatoria, se le asignó a cada grupo una de las tres combinaciones de técnicas seleccionadas para este experimento. De esta forma se conformaron 4 grupos de elicitación que aplicaron la técnica entrevista, 4 grupos que aplicaron la combinación entrevista-cuestionario y finalmente 3 grupos aplicaron Entrevista-Brainstorming.

Con el fin de simular el ambiente distribuido, en todo momento la comunicación entre ingenieros de requisitos y usuario-cliente fue mediante emails, chat o videoconferencia IP, quedando ambas partes en libertad de optar por la aplicación específica de su preferencia. En

ningún momento los ingenieros de requisitos y los usuarios interactuaron cara a cara.

En función de la técnica de elicitación aplicada se utilizaron distintas herramientas de comunicación. Para entrevista y brainstorming los sujetos prefirieron usar videoconferencia, mientras que para cuestionario principalmente email y en menor medida chat. Se utilizaron aplicaciones de comunicación estándares de propósito general por entender que estas son las más ampliamente difundidas y las de mayor preferencia para pequeñas empresas de software que por primera vez se enfrentan a la construcción de software distribuido o global.

Esta fase del experimento tomó aproximadamente diez días en llevarse a cabo. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos por cada grupo respecto a la calidad de los documentos de requisitos resultantes. En esta tabla también se observa el índice de rendimiento académico de los distintos grupos de alumnos, IRAG.

Grupo	IRAG	Técnicas	NAD	RE	RSD	RS	CDRS
1	7,16	Entrevista.+Brainstorming	100,00	89,47	95,26	44,00	73,01
2	6,96	Entrev.+Cuestionario	80,00	94,74	87,11	42,00	70,80
3	8,02	Entrevista	90,00	81,48	92,96	46,00	70,36
4	7,18	Entrev.+Cuestionario	70,00	80,00	81,00	30,00	59,58
5	7,24	Entrev.+Brainstorming	70,00	65,38	89,23	60,00	69,25
6	7,84	Entrevista	90,00	93,94	98,18	46,00	75,40
7	7,87	Entrevista	100,00	55,56	84,81	32,00	55,42
8	7,79	Entrev.+Cuestionario	100,00	92,59	99,07	80,00	89,29
9	8,10	Entrev.+Brainstorming	80,00	80,00	92,25	32,00	63,66
10	7,38	Entrev.+Cuestionario	80,00	90,00	91,50	66,00	80,08
11	7,56	Entrevista	80,00	86,96	86,30	36,00	65,86

Tabla 2. Resultados Fase Experimental Distribuida.

La Tabla 3 enumera los ítems de la encuesta respondida por los ingenieros de requisitos al finalizar esta fase.

Respecto de la Facilidad de Uso la encuesta abarcó los siguientes enunciados:

- La combinación de técnicas empleada para la elicitación de requisitos fue fácil de usar.
- El cliente participó activamente cuando usó esta combinación de técnicas.
- Entendí con poco esfuerzo esta combinación de técnicas para ER.
- La combinación de técnicas de ER usada fue clara a la hora de aplicarla.
- Obtener información con esta combinación de técnicas, llevó relativamente poco tiempo.

En la Tabla 4 se exponen los resultados de esta encuesta, destacándose el valor medio obtenido por cada combinación de técnicas.

Ítems a valorar (valoración del 1 a 5)
1. La combinación de técnicas empleada para la ER es fácil de usar
2. El cliente participó activamente cuando usó esta combinación de técnica
3. Entendí esta combinación de técnicas para ER con poco esfuerzo
4. La combinación de técnicas de ER usada fue clara a la hora de aplicarla.
5. Obtener información con esta combinación de técnicas, llevó poco tiempo
6. Esta combinación de técnicas para ER permite obtener información necesaria para la elaboración del DRS
7. Usaría esta combinación de técnicas en futuras elicitaciones
8. Considero que esta combinación de técnicas de ER se puede utilizar para cualquier dominio de aplicación
9. Esta combinación de técnicas es la más apropiada para este caso en particular
10. Esta combinación de técnicas es factible de utilizar
11. La temática presentada en el taller es de utilidad
12. El taller amplió mis conocimientos
13. El material entregado fue de utilidad
14. El tiempo destinado a la teoría fue apropiado
15. El tiempo destinado a la totalidad del taller fue apropiado
16. La disponibilidad del gabinete fue el adecuado
17. La herramienta utilizada para las Video Conferencias fue fácil de comprender
18. La herramienta utilizada para las Video Conferencias fue fácil de aplicar
19. Estoy satisfecho con el taller
20. Estoy conforme con el contenido del taller
21. Me gustó aplicar esta combinación de técnicas para la ER

Tabla 3. Encuesta de Satisfacción a Participantes Experimento Distribuido.

Respecto de la Intención de Uso la encuesta abarcó los siguientes enunciados:

- a. Usaría esta combinación de técnicas en futuras elicitaciones en ambientes distribuidos.
- b. Considero que esta combinación de técnicas se puede utilizar para cualquier dominio de aplicación.
- c. Esta combinación de técnicas es la más apropiada para este caso en particular.
- d. Esta combinación de técnicas es factible de utilizar.

	Técnicas Entrevista cuestionario	Técnica Entrevista Brainstorming	Técnica Entrevista
Media	4,6250	4,1667	4,8750
Desv. Típ.	0,51755	1,32916	0,35355

Tabla 4. Resultados Facilidad de uso Fase Experimental.

En la Tabla 5 se exponen los resultados de esta encuesta, destacándose el valor medio obtenido por cada combinación de técnicas.

	Técnicas Entrevista cuestionario	Técnica Entrevista Brainstorming	Técnica Entrevista
Media	4,3750	4,5000	4,5000
Desv. Típ.	0,74402	0,83666	0,53452

Tabla 5. Resultados Intención de uso Fase Experimental Distribuida.

A. Fase Experimental Ejecutada en Ambiente Colocalizado

En este caso, participaron 18 alumnos avanzados del mismo programa de grado anteriormente mencionado, conjuntamente con 5 profesores. De igual manera, que en la fase anteriormente descrita, los alumnos fueron distribuidos en 9 grupos, de tal forma que finalmente quedaron conformados 3 grupos de elicitación que aplicaron la técnica entrevista, 3 grupos aplicaron la combinación entrevista-cuestionario y finalmente 3 grupos aplicaron entrevista-brainstorming.

La comunicación entre ingenieros de requisitos y usuarios-clientes fue en todo momento presencial. Aproximadamente 10 días insumió la ejecución de esta fase. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos por cada grupo.

Grupo	IRAG	Técnicas	NAD	RE	RSD	RS	CDRS
1	7,33	Entrevista+Cuestionario	92,50	85,71	91,25	36,00	67,55
2	7,10	Entrevista+Brainstorming	75,63	86,36	87,73	52,00	72,42
3	7,48	Entrevista	76,88	84,38	88,28	56,00	73,63
4	8,25	Entrevista	92,50	95,65	95,00	42,00	73,87
5	7,49	Entrevista+Brainstorming	75,00	93,33	91,67	52,00	75,47
6	7,22	Entrevista.+Cuestionario	71,88	100,00	90,24	62,00	80,95
7	7,48	Entrevista	73,13	100,00	98,48	64,00	83,88
8	8,14	Entrevista+Cuestionario	74,38	95,56	85,33	76,00	84,12
9	7,45	Entrevista+Brainstorming	80,63	93,75	93,85	72,00	84,42

Tabla 6. Resultados Fase Experimental Colocalizada.

La Tabla 7 enumera los ítems de la encuesta respondida por los ingenieros de requisitos al finalizar esta fase colocalizada.

Aplicadas las mismas encuestas de la fase anterior en esta fase experimental colocalizada, respecto de Facilidad de Uso e Intensión de Uso, se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 8 y en la Tabla 9 respectivamente. En ellas se destacan los valores medios obtenidos de las respuestas de los estudiantes.

4. Análisis de Resultados

Con el fin de realizar el análisis de los resultados es conveniente obtener, como medida de tendencia central, el promedio de los CDRS agrupando los mismos por técnicas de elicitación aplicadas. En la Tabla 10 se puede ver los resultados promedios del proceso de elicitación realizado en un contexto distribuido, mientras que en la Tabla 11 se muestran los resultados del mismo proceso realizado en un contexto colocalizado o presencial.

Items a valorar (valoración del 1 a 5)
1. La combinación de técnicas empleada para la ER es fácil de usar
2. El cliente participó activamente cuando usó esta técnica
3. Entendí esta combinación de técnicas para ER con poco esfuerzo
4. La técnica de ER usada fue clara a la hora de aplicarla
5. Obtener información con esta combinación de técnicas, llevó poco tiempo
6. Esta combinación de técnicas para ER permite obtener información necesaria para la elaboración del DRS
7. Usaría esta combinación de técnicas en futuras elicitaciones
8. Considero que esta combinación de técnicas de ER se puede utilizar para cualquier dominio de aplicación
9. Esta combinación de técnicas es la más apropiada para este caso en particular
10. Esta combinación de técnicas es factible de utilizar
11. La temática presentada en el taller es de utilidad
12. El taller amplió mis conocimientos
13. El material entregado fue de utilidad
14. El tiempo destinado a la teoría fue apropiado
15. El tiempo destinado a la totalidad del taller fue apropiado
16. Estoy satisfecho con el Taller
17. Estoy conforme con el contenido del Taller
18. Me gustó aplicar esta combinación

Tabla 7. Encuesta de Satisfacción a Participantes Experimento Colocalizado.

Se observa en estos datos experimentales que la combinación de técnicas más efectiva en un contexto distribuido sería Entrevista-Cuestionario, la cual alcanza un indicador CDRS promedio de 74,94 casi un 9 % superior a la segunda técnica más efectiva en este escalafón. También se advierte que la técnica Entrevista es la menos efectiva de las técnicas evaluadas en este contexto distribuido.

	Técnica Entrevista cuestionario	Técnica Entrevista Brainstorming	Técnica Entrevista
Media	4,5000	4,7143	5,0000
Desv. Típ.	0,54772	0,48795	0,00000

Tabla 8. Resultados Facilidad de uso Fase Experimental Colocalizada.

	Técnicas Entrevista cuestionario	Técnica Entrevista Brainstorming	Técnica Entrevista
Media	4,1667	4,1429	4,8333
Desv. Típ.	0,75277	1,06904	0,40825

Tabla 9. Resultados Intensión de uso Fase Experimental Colocalizada

Conjeturando, quizás la razón por la cual las entrevistas tengan un desempeño más pobre en estos ambientes distribuidos es que las mismas dependen fuertemente de la tecnología de videoconferencia IP, cuyo rendimiento en muchas ocasiones dificulta la interacción entre ingenieros de requisitos y usuario-cliente. También, es razonable sostener que estas dificultades de la entrevista “pura” se mitigan en la técnica entrevista-cuestionario, justamente por la utilización de cuestionarios mediante tecnologías de comunicación asincrónicas más confiables, como son los emails.

Técnicas	CDRS Promedio
Entrevista	66,76
Entrevista+Cuestionario	74,94
Entrevista+Brainstorming	68,94

Tabla 10. Resultados Promedios Fase Distribuida.

Técnicas	CDRS Promedio
Entrevista	77,12
Entrevista+Cuestionario	77,54
Entrevista+Brainstorming	77,44

Tabla 11. Resultados Promedios Fase Colocalizada.

No obstante las dificultades de rendimiento que pueda tener la tecnología de video conferencia IP, cuestión que la industria mejora constantemente, el beneficio del uso de las mismas es significativo en varios aspectos como reducción de costos, tiempos y posibilidad de llegar a otros mercados que de otra forma sería quizás imposible, especialmente para pequeñas empresas.

Respecto de la dimensión Facilidad de Uso se observa que en ambas fases los participantes perciben que la técnica Entrevista es la más fácil de usar, tanto en ambientes distribuidos como colocalizados, si bien los valores medios obtenidos para esta técnica no son holgadamente superiores a los de las otras técnicas. Se puede conjeturar que siendo la entrevista la técnica más natural para las personas, esta sea la razón por la cual es considerada como la más fácil de usar.

Al observar los datos resultantes de las encuestas sobre intención de Uso se observa que la técnica Entrevista es la que tiene mayor intención de uso, aunque en ambientes distribuidos comparte este privilegio con la combinación de técnicas Entrevista-Brainstorming. Estos resultados eran esperables a partir de los resultados de la dimensión Facilidad de Uso teniendo en cuenta la correlación que generalmente existe entre estas dos dimensiones.

Con el fin de analizar en qué medida la Facilidad de Uso impacta o está relacionada con la calidad de los documentos de requisitos de software resultantes se verificó la correlación entre la percepción de facilidad de uso obtenida por cada uno de los grupos de estudiantes y el indicador CDRS obtenido para cada uno de esos mismos grupos. Estas correlaciones se muestran en la Tabla 12.

Examinando la Tabla 12 no se observa una correlación positiva relevante entre ambas variables, lo que se puede deber a la pequeña cantidad de datos experimentales con los que se cuenta. No obstante es interesante detenerse en la débil correlación positiva que se observa en el caso de la técnica Entrevista-Cuestionario en ambientes colocalizados, sobre todo teniendo en cuenta que justamente esa técnica es la que se identifica como la más efectiva en ambos escenarios. Es de interés realizar réplicas experimentales que puedan ayudar a corroborar estos hallazgos preliminares.

Técnicas	Escenario	Índice de Correlación
Entrevista Cuestionario	Distribuido	0,459
Entrevista Brainstorming	Distribuido	-0,821
Entrevista	Distribuido	-0,526
Entrevista Cuestionario	Colocalizado	0,648
Entrevista Brainstorming	Colocalizado	0,273
Entrevista	Colocalizado	0,518

Tabla 12. Correlación Facilidad de Uso - CDRS.

Con el objetivo de analizar la relación potencial que pudiera existir entre la capacidad de los grupos, medida en función del rendimiento académico de los alumnos que integran los mismos, y la calidad del DRS resultante se verificó la correlación existente entre IRAG y el indicador de calidad de los documentos de requisitos (CDRS). En la Tabla 13 se muestran estas correlaciones para ambos escenarios experimentales.

Claramente se observa que no existe correlación entre ambas variables, lo cual lleva a suponer que el proceso de elicitación de requisitos de software requiere habilidades y competencias, en este caso de los estudiantes, que no se reflejan en las mediciones de rendimientos académicos convencionales. Por ejemplo puede haber habilidades sociales y comunicacionales de gran importancia en estos procesos de elicitación que no son tenidos en cuenta en las evaluaciones tradicionales de los rendimientos académicos de los alumnos. Este es otro aspecto de interés para futuras experimentaciones.

Escenario	CDRS Promedio
Distribuido	-0,030
Colocalizado	0,206

Tabla 13. Correlación IRAG-CDRS.

Respecto a la satisfacción general de los alumnos, en la Tabla 14 se pueden observar los valores promedios de las respuestas referidas a este punto dadas por los alumnos en las encuestas realizadas respecto del experimento. Para el experimento distribuido se tomaron en cuenta las respuestas de los ítems números 19 y 20 de la encuesta respectiva de la Tabla 3. Para el caso del experimento colocalizado se tuvieron en cuenta los ítems números 16 y 17 para medir satisfacción general de la encuesta respectiva de la Tabla 7.

	Experimento Distribuido	Experimento Colocalizado
Media	4,6779	4,3421
Desv. Típ.	0,5657	0,6599

Tabla 14. Satisfacción General Promedio.

Se observa que existe un nivel de satisfacción alto de parte de los alumnos que participaron en la experiencia, esto es una motivación adicional importante para utilizar estos mecanismos experimentales en ambientes universitarios como herramientas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Conclusiones

En este trabajo se intenta encontrar un camino para responder, aunque sea preliminarmente, a la inquietud de pequeñas empresas de desarrollo de software respecto del desconocimiento de la aplicación de técnicas de elicitación tradicionales en los nuevos escenarios distribuidos de desarrollo de software.

Según los resultados preliminares obtenidos se puede advertir que en estos nuevos escenarios distribuidos la eficacia promedio de estas técnicas tradicionales sería un 10% menor que en los ambientes colocalizados. Siendo la combinación de las técnicas entrevista-cuestionario la que mejor se comportaría en ambientes distribuidos.

También se advierte que la tradicional técnica de elicitación de requisitos Entrevista es la más fácil de usar según la percepción de los estudiantes que cumplieron el rol de ingenieros de software en el experimento presentado. Análogamente esta técnica se presenta como la de mayor intención de uso.

Se observa que no hay correlación entre la capacidad académica de los estudiantes y la calidad de los documentos de requisitos por ellos elaborados. Este es un aspecto interesante a indagar en futuras experimentaciones con el fin de determinar cuales son las habilidades y competencias profesionales que más impactan en este proceso de elicitación.

Los resultados obtenidos surgen de un experimento controlado ejecutado en ambientes universitarios con muestras todavía pequeñas lo que impide aportar evidencias decisivas, esto hace necesario realizar repeticiones de la experimentación para arribar a ellas. En estas repeticiones experimentales es factible incorporar otros elementos a tener en cuenta en la elección de las técnicas de elicitación, como por ejemplo modelos de estilos de aprendizajes desarrollados en [22].

Como trabajo futuro también sería factible extender este experimento a ambientes globales, es decir donde las distancias culturales, idiomáticas y horarias sean variables de estudio.

Además podría involucrarse en el experimento un monitoreo del desempeño de distintas herramientas de comunicación groupware existentes, sincrónicas y asíncronas, para determinar cuáles de ellas son las más efectivas para la elicitación distribuida de requisitos de software.

6. Agradecimiento

El presente trabajo se desarrolló dentro del marco de los proyectos “Ingeniería de Software Global: Desafíos y Propuestas” (ISGlobal, cod. 27/885UNSJ) y “Colaboratorio Latinoamericano de Investigación en Ingeniería de Software Distribuida” (SPU 2340/2012). A los alumnos y profesores de la Universidad Nacional de San Juan, Universidad del Quindío y Universidad del Cauca que participaron en el experimento controlado descrito en el presente trabajo.

Referencias

- [1] J.D. Herbsleb, and D. Moitra, Global software development, IEEE Software, 18(2) 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*, 23(5) 17–19, 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 Requirements 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*, 34(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.*, 8(3) 149–160, 2003.
- [13] D. Zowghi, and C. Coulin, *Requirements Elicitation: A Survey of Techniques, Approaches, and Tools*, In A. Aurum & C. Wohlin

(Eds.) *Engineering and Managing Software Requirements*, Springer-Verlag, 2005, pp. 19-46.

- [14] B. Nuseibeh, and S. Easterbrook, *Requirements engineering: a roadmap*, International Conference on Software Engineering ICSE 2000, Future of SE Track, 2000, pp. 35–46.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] O. Dieste, and N. Juristo, *Systematic Review and Aggregation of Empirical Studies on Elicitation Techniques*, IEEE Transactions on Software Engineering, 37(2) 283–304, 2011.
- [18] 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.
- [19] W.J. Lloyd. (2001) *Tools and Techniques for Effective Distributed Requirements Engineering: An Empirical Study*. Masters Thesis, Virginia Tech, [Online]. Available at: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-07262001-110924/>
- [20] D. Damian, *An empirical study of requirements engineering in distributed software projects: Is distance negotiation more effective?*, Asian Pacific Software Engineering Conference, 2001.
- [21] 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, pp. 68–75.
- [22] G. Aranda, A. Vizcaíno, A. Cechich, and M. Piattini, *Towards a Cognitive-Based Approach to Distributed Requirement Elicitation Processes*, 8th Workshop on Requirements Engineering, 2005, pp. 75–86.