

**Universidad ORT Uruguay
Facultad de Ingeniería**

Procesos de software orientados a la usabilidad

Entregado como requisito para la obtención del título de Master en Ingeniería

José Ignacio Rocca Temesio – 145811

Tutor: Martín Solari

2019

Declaración de autoría

Yo, José Ignacio Rocca Temesio, declaro que el trabajo que se presenta en esta obra es de mi propia mano. Puedo asegurar que:

- La obra fue producida en su totalidad mientras realizaba el Desarrollo de Tesis del Máster en Ingeniería;
- Cuando he consultado el trabajo publicado por otros, lo he atribuido con claridad;
- Cuando he citado obras de otros, he indicado las fuentes. Con excepción de estas citas, la obra es enteramente mía;
- En la obra, he acusado recibo de las ayudas recibidas;
- Cuando la obra se basa en trabajo realizado conjuntamente con otros, he explicado claramente qué fue contribuido por otros, y qué fue contribuido por mí;
- Ninguna parte de este trabajo ha sido publicada previamente a su entrega, excepto donde se han realizado las aclaraciones correspondientes.



José Ignacio Rocca Temesio

15/08/2019

Dedicatoria y agradecimientos

A las personas que motivaron y apoyaron este proceso de investigación que transcurrió durante casi 5 años de esfuerzo: familia, amigos y colegas de la comunidad académica y profesional de ingeniería de software.

Abstract

Las principales tendencias tecnológicas de software (Internet of Things, computación ubicua, sistemas contextuales, etc.) promueven la adopción masiva de aplicaciones por parte de usuarios en contextos heterogéneos. El software está cada vez más presente en la vida diaria de las personas y la usabilidad es de crítica importancia para su adopción y utilidad. Por otro lado, los procesos de software y metodologías permiten generar productos de calidad a partir de la sistematización del desarrollo. El objetivo de esta investigación es comprender cómo es posible orientar los procesos de desarrollo de software hacia la usabilidad. Para lograr esto, en primer lugar, identificamos en la literatura y categorizamos de forma sistemática cuáles son las propuestas de proceso de software orientadas a la usabilidad. Se detectaron y analizaron 31 propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad definiendo así un conjunto de características comunes a todos los procesos. Para profundizar nuestra comprensión sobre estos procesos, en segundo lugar, realizamos una intervención educativa sobre usabilidad. En el marco de los proyectos integradores de fin de carrera del laboratorio ORT Software Factory incorporamos elementos que permitieran fortalecer la enseñanza y la aplicación de procesos orientados a la usabilidad. Como resultado se obtuvo un mayor foco en la usabilidad de los proyectos ejecutados durante el año 2018 y mayores niveles de reflexión sobre los procesos de desarrollo orientados a la usabilidad por parte de los alumnos. A partir de esta experiencia en el ámbito académico, discutimos el impacto que tienen los procesos en la usabilidad del software y en la formación de profesionales reflexivos sobre este aspecto de calidad.

Palabras clave

ingeniería de software; procesos; usabilidad; estudio de mapeo sistemático; estudio de caso

Índice

1.	Introducción.....	9
2.	Definiciones y estado de la cuestión.....	12
2.1.	Usabilidad y procesos	12
2.1.	Estado de la cuestión.....	13
2.1.1.	Propuestas de procesos orientados a la usabilidad	13
2.1.2.	Enseñanza de la usabilidad	16
3.	Diseño metodológico.....	18
3.1.	Mapeo sistemático de la literatura	18
3.1.1.	Preguntas de investigación	18
3.1.2.	Proceso de búsqueda.....	19
3.1.3.	Criterios de inclusión y exclusión	20
3.1.4.	Extracción de datos.....	20
3.2.	Estudio de caso	22
3.2.1.	Preguntas de investigación	22
3.2.2.	Etapas del estudio de caso	23
4.	Mapeo sistemático de procesos orientados a la usabilidad.....	24
4.1.	Estudios considerados.....	24
4.2.	Resultados.....	24
4.3.	Discusión	26
4.4.	Análisis de procesos de software orientados a la usabilidad	28
5.	Intervención educativa sobre usabilidad.....	30
5.1.	Unidad de estudio - Laboratorio de ORT Software Factory.....	30
5.2.	Diagnóstico	32

5.2.1.	Diseño del diagnóstico	32
5.2.2.	Ejecución del diagnóstico	33
5.2.3.	Resultados del diagnóstico	34
5.2.4.	Estado de la enseñanza de la usabilidad en proyectos finales	35
5.3.	Intervención en el proceso de enseñanza	37
5.3.1.	Definición de tutor de rol en usabilidad	37
5.3.2.	Talleres de iniciación.....	38
5.3.3.	Actividades de profundización	39
5.4.	Evaluación	41
5.4.1.	Ejecución de la encuesta.....	42
5.4.2.	Resultados.....	42
5.4.3.	Discusión	44
6.	Conclusiones y trabajo futuro.....	47
6.1.	Respuesta a la pregunta de investigación	47
6.2.	Amenazas a la validez.....	48
6.3.	Publicación de resultados de la investigación.....	50
6.4.	Trabajo futuro	51
6.5.	Conclusiones	52
7.	Referencias bibliográficas	54
ANEXO	- Diagnostico sobre Usabilidad.....	57
ANEXO	- Material de talleres de iniciación	57
ANEXO	- Guía para la reflexión sobre usabilidad.....	57
	Introducción.....	57
	Requerimientos	57
	Definición de usuarios	57
	Tareas que realizan los usuarios	57

Contexto de uso del sistema	58
Definición de requerimientos de usabilidad	58
Diseño de la interacción	58
Descripción del proceso.....	58
Evaluación	59
Pruebas	59
Evaluación	59
Reflexión general sobre la metodología aplicada.....	59

1. Introducción

Hoy en día la usabilidad es un atributo de calidad clave de los sistemas de software. Las principales tendencias de tecnologías de la información (TI) de la actualidad incluyen la computación ubicua, el internet de las cosas, la inteligencia artificial y nuevos mecanismos de interacción con la tecnología. Esto significa que el software no solo debe satisfacer las necesidades de los usuarios de teléfonos móviles, sino que también de una amplia gama de dispositivos wearables (por ejemplo, relojes y lentes) además de pantallas táctiles en lugares públicos y de trabajo. La ubicuidad de conectividad y proliferación de dispositivos hacen converger el mundo físico y el mundo virtual, generando que el software sea adoptado en forma masiva por un público de usuarios más heterogéneo posibilitando un conjunto más diverso de tareas.

Los gerentes de tecnología consideran la usabilidad como un factor clave para decidir compras de productos de software [1], mientras que múltiples estudios indican que desarrollar software buscando asegurar la usabilidad es más rentable desde el punto de vista de costos [2]. De igual forma, se ha estudiado el impacto e importancia que la usabilidad tiene en la adopción de aplicaciones por parte de usuarios no técnicos [3]. Condiciones similares, dieron origen a la disciplina de ingeniería de la usabilidad (Usability Engineering en inglés, UE) [4] por Jakob Nielsen y remarcan la importancia de desarrollar software cada vez más usable.

La disciplina de la ingeniería de software enfrenta nuevos desafíos para desarrollar software usable. Sin embargo, buena parte de los métodos de ingeniería de software no especifican explícitamente prácticas para asegurar la usabilidad a lo largo del ciclo de vida del desarrollo. Las disciplinas de diseño centrado en el usuario (User Centered Design en inglés, UCD), interacción hombre-computadora (Human Computer Interaction en inglés, HCI), y la ingeniería de usabilidad (UE) definen modelos de procesos y métodos que tienen poca adopción en la industria de software que todavía utiliza métodos tradicionales de desarrollo [5], [6]. En el contexto actual, la comunidad de la ingeniería de software necesita un enfoque sistemático para integrar la usabilidad a los procesos de desarrollo de software.

Otro aspecto importante es que existe una desconexión en cómo se aborda la enseñanza de la usabilidad en las carreras de ciencias de la computación. Por ejemplo, Collazos et al. [7] manifiesta que existen pocos cursos de HCI, UCD o UE obligatorios en la currícula de las carreras de grado de ciencias de la computación de las universidades iberoamericanas.

Es por esto que el objetivo genérico de este trabajo puede resumirse mediante la siguiente pregunta de investigación

- RQ-GEN: ¿Cómo es posible orientar los procesos de desarrollo de software a la usabilidad?

En primer lugar, para abordar esta pregunta de investigación genérica, se decidió conocer las propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad que ya existían en la literatura. Por lo tanto se establecieron las siguientes preguntas específicas:

- MP-RQ1: ¿Qué procesos de software o metodologías se orientan al desarrollo de aplicaciones usables?
- MP-RQ2: ¿Qué nivel de evidencia empírica existe del uso de este tipo de procesos?
- MP-RQ3: ¿Cuál es el origen conceptual de las propuestas de procesos de software orientadas a la usabilidad?
- MP-RQ4: ¿Qué tan replicables son las propuestas de procesos de software publicadas?

Para abordar de forma rigurosa y sistemática estas preguntas se desarrolló un Mapeo Sistemático de la Literatura. Esta metodología, que es utilizada como base para futuros estudios, es de utilidad para categorizar y relevar el nivel de evidencia empírica en un área de conocimiento.

En segundo lugar, una vez detectadas y analizadas las propuestas de procesos de software orientadas a la usabilidad, resulta de interés analizar cómo se pueden aplicar estos procesos en un contexto de proyectos de fin de carrera. El objetivo es facilitar el aprendizaje y la reflexión sobre los procesos orientados a la usabilidad por parte de los estudiantes. Para esto, se definen las siguientes preguntas de investigación específicas:

- EC-RQ1: ¿Cómo introducir técnicas y herramientas de usabilidad que los equipos puedan integrar a sus procesos?
- EC-RQ2: ¿Cómo establecer una tutoría de apoyo a los equipos en el área de usabilidad?
- EC-RQ3: ¿Cómo motivar en los equipos una reflexión sobre el proceso aplicado para alcanzar mayor usabilidad del software?

La metodología del Estudio de Caso nos permitió abordar la integración de los procesos orientados a la usabilidad en un contexto de enseñanza por permitir estudiar el fenómeno de aprendizaje que se da en el contexto de los proyectos de fin de carrera, mientras se aplican procesos de desarrollo de software orientados a la usabilidad. En este caso, la frontera entre el fenómeno a estudiar y el contexto no puede ser claramente establecida por lo tanto no resulta acorde aplicar un enfoque reduccionista.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. El capítulo 2 aborda las definiciones y el trabajo previo relevante del área de estudio. El capítulo 3 describe el diseño metodológico tanto para el Mapeo Sistemático de la Literatura como para el Estudio de Caso. El capítulo 4 presenta los resultados obtenidos en el Mapeo. El capítulo 5 presenta el Estudio de Caso para la intervención educativa sobre usabilidad en proyectos de fin de carrera. Por último, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y futuras líneas de trabajo.

2. Definiciones y estado de la cuestión

2.1. Usabilidad y procesos

La usabilidad es definida como la eficacia, eficiencia y satisfacción, con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a los usuarios en un contexto de uso determinado [8]. Dentro de la usabilidad se puede analizar un conjunto de sub-atributos como ser: prevención de errores, facilidad de aprendizaje, eficiencia en la tarea, facilidad para recordar, estética y accesibilidad. Esta definición fue modificada y normalizada años después por la familia de normas ISO/IEC 25000 [9] que definen en detalle las características que debe poseer un producto de software de calidad.

Los procesos de software proveen un enfoque sistemático para el desarrollo y evolución del software. El SWEBOK [10] los define como un conjunto interrelacionado de actividades y tareas que transforman entradas en salidas. Los procesos de desarrollo de software no representan una prescripción rígida sino, más bien una serie de criterios adaptables al contexto, como Feiler y Humphrey [11] coinciden. Los procesos facilitan la comunicación y coordinación de las personas involucradas en el desarrollo de software, posibilitan la gestión del proyecto, soportan la mejora continua y permiten asegurar la calidad del producto. Existe evidencia experimental [5] que avala esta visión respecto de la importancia de los procesos en el desarrollo y mantenimiento de software.

La naturaleza intangible y parametrizable del software permite la existencia de diversos tipos de proceso. Por un lado, existen procesos de software que son guiados por un enfoque de gestión predictiva, basados en procesos y planes bien definidos y documentados, donde las fases del desarrollo se van cumpliendo linealmente con feedback de los usuarios a demanda. Por otro lado, existen los procesos basados en enfoques adaptativos o ágiles, donde se trabaja en iteraciones cortas de desarrollo, con apertura a cambios, con visibilidad y colaboración frecuente hacia los usuarios. Si bien, ambos tipos de procesos son de utilidad en determinados contextos, existen de modo transversal a estas visiones, procesos (predictivos o adaptativos) que se enfocan en asegurar un determinado atributo de calidad del producto, como ser la mantenibilidad, seguridad o usabilidad.

Las disciplinas de diseño centrado en el usuario (User Centered Design en inglés, UCD), interacción hombre-computadora (Human Computer Interaction en inglés HCI), y la ingeniería de usabilidad (UE) definen modelos de procesos y métodos que tienen poca adopción en la industria de software que todavía utiliza métodos tradicionales de desarrollo [5], [6]. En el contexto actual, la comunidad de la ingeniería de software necesita un enfoque sistemático para integrar la usabilidad a los procesos de desarrollo de software.

2.1.Estado de la cuestión

Varios estudios exploran los problemas y obstáculos existentes a la hora de integrar los enfoques mencionados con la ingeniería de software. Para Seffah [1] en primer lugar, existen diferentes definiciones de usabilidad dado que el término ha evolucionado desde la definición original de IEEE [12] que refleja el conocimiento inicial al respecto. De igual manera en ciertos ambientes industriales y académicos se entiende por usabilidad simplemente diseño gráfico o de interfaz de usuario o estética de las pantallas. Seffah también señala que existe una brecha cultural entre las disciplinas antes mencionadas y la ingeniería de software. Tanto UE, UCD y HCI toman en consideración, aspectos de psicología y cognición para establecer teorías que usualmente no forman parte ni se integran al cuerpo de conocimiento de la ingeniería de software. Tanto los expertos en usabilidad como los ingenieros de software poseen distintas capacidades y enfoques culturales lo cual amplía la brecha antes mencionada entre estas disciplinas.

La comunidad de la ingeniería de software está interesada en lograr sistematizar los aspectos relacionados a la usabilidad del software dentro de sus procesos de desarrollo.

2.1.1. Propuestas de procesos orientados a la usabilidad

Es posible decir la ingeniería de la usabilidad (UE) [4] puede ser considerada la primer propuesta de proceso de software orientado a la usabilidad. El ciclo de vida propuesto por Nielsen marca como aspectos claves:

- conocer a los usuarios,
- desarrollar el software de forma iterativa, permitiendo la participación de los usuarios durante el diseño de la aplicación.

- uso de prototipos
- evaluaciones de usabilidad mediante heurísticas o experimentos con usuarios.

Así mismo, se detectaron trabajos previos que presentan propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad. Los trabajos detectados poseen distinto foco y nivel de evidencia. Por ejemplo, se aborda la importancia de la usabilidad en dominios web [13], la integración de UCD a la ingeniería de software [14] o la integración de prácticas específicas en esquemas de desarrollo guiado por modelos (MDD). En ese sentido, Panach et al. [15] definieron primitivas para incorporar aspectos de funcionalidad que se relacionan con la usabilidad dentro de un método MDD. Respecto a la definición y mejora de procesos de software como medio para alcanzar productos de calidad de software, se detectó un mapeo sistemático [16] que concluye que la usabilidad es uno de los principales atributos de calidad, que son mejorados y asegurados mediante iniciativas de mejora de procesos de software.

Se detectaron además estudios secundarios que fueron consideradas por sintetizar los resultados de estudios primarios en el área de interés.

Da Silva et al. [17] analizan como los aspectos de usabilidad son alcanzados en el marco de proyectos ágiles. Su conclusión principal es que existen diferentes tácticas para integrar la usabilidad, por ejemplo, trabajar con expertos en diseño centrado en el usuario dentro del equipo de proyecto, apoyarse en prototipos o realizar iteraciones de diseño al comienzo del proyecto (en inglés little design up front). En este estudio se identifican prácticas y artefactos comunes utilizado por los equipos ágiles para alcanzar los requisitos de usabilidad. A partir de los estudios identificados, los autores proponen un modelo de procesos para integrar UCD en proyectos ágiles.

Sohaib et al. [18] investigan las tensiones existentes entre los métodos ágiles y las prácticas de ingeniería de la usabilidad (UE). El trabajo detecta que las principales tensiones son entre la filosofía de diseño en instancias tempranas propuesta por UE y la entrega continua de valor propuesta por las metodologías ágiles. De cualquier forma, se concluye que ambos enfoques son integrables mediante por ejemplo el apoyo de especialistas en usabilidad en el equipo.

Salah et al. [19] analizaron cuáles son los principales desafíos que los profesionales podrían encontrar cuando se adopta un enfoque integrado entre el diseño orientado al usuario y la agilidad. El estudio además presenta una taxonomía donde se ordenan los principales desafíos y las prácticas clave que posibilitan la integración entre estos enfoques. De igual manera que el estudio de Sohaib, el principal desafío detectado fue la falta de tiempo al comienzo de los proyectos para definir aspectos de usabilidad, además de la brecha entre los equipos de desarrollo y los expertos en usabilidad que fue destacada. El estudio presenta las prácticas clave para simplificar la integración entre UCD y los métodos ágiles.

El estudio de Jurca et al. [20] mapea la evidencia empírica existente sobre Agile-UX, una propuesta que integra usabilidad y agilidad. Sus conclusiones marcan que aún hay escasa evidencia rigurosa publicada de la aplicación de esta propuesta de proceso.

Por otro lado, Brhel et al. [21] presenta cuáles son los principios y valores comunes que permiten constituir un enfoque híbrido entre UCD y Agile. A partir de la clasificación en 4 niveles de integración (procesos, prácticas, social y tecnológico) de los trabajos analizados, se infieren y definen 5 principios genéricos para posibilitar la integración de ambos enfoques.

Por último Silva et al. [22] detecta mediante un mapeo cuáles son los métodos, técnicas y prácticas utilizados en los procesos de desarrollo de software que mejoran la usabilidad. El mapeo concluye que la mayoría de los enfoques de integración de prácticas se dan en la fase de verificación y validación de los productos. Por otro lado, se detecta que existe falta de métodos y prácticas que puedan integrarse en etapas tempranas del proceso de desarrollo de software.

Los distintos estudios secundarios poseen foco en analizar la integración en contextos ágiles o analizar la integración de prácticas y técnicas de usabilidad en el ciclo de desarrollo. El mapeo de la literatura realizado posee un enfoque más amplio al considerar propuestas de procesos de software tanto ágiles como predictivas, y considerar enfoques de integración para etapas tempranas y tardías del ciclo de desarrollo.

2.1.2. Enseñanza de la usabilidad

Como se explicó anteriormente, las disciplinas de diseño centrado en el usuario (User Centered Design en inglés, UCD), interacción hombre-computadora (Human Computer Interaction en inglés HCI), y la ingeniería de usabilidad (UE) definen modelos de procesos y métodos que tienen poca adopción en la industria de software que todavía utiliza métodos tradicionales de desarrollo [5], [6].

Greenberg [23] explica que esto se debe a que este conocimiento rara vez se incluye o está disponible para los estudiantes de carreras de ciencias de la computación. En su artículo abordó la creación e inclusión de un curso de Human Computer Interaction basado en Usability Engineering de Jakob Nielsen en la carrera de ciencias de la computación de la Universidad de Calgary, Canadá. El objetivo del curso es que los estudiantes comprendan que implica el buen diseño y la implementación de interfaces de usuario usables.

Greenberg y Buxton [24], discuten la importancia que tiene la evaluación de la usabilidad en los procesos de desarrollo y establecen que es un elemento clave en la enseñanza métodos y procesos orientados a la usabilidad. Sin embargo, establecen en su artículo que la evaluación de usabilidad debe realizarse a conciencia y en concordancia con el contexto del proyecto. Los evaluadores deben estar abiertos a la utilización de otros métodos no empíricos para evaluar la usabilidad de las aplicaciones cuando sea aplicable.

Por otro lado, Rosson et al. [25], modelaron un curso sobre Usability Engineering, basado en casos de estudio online que fue complementado con proyectos que debían desarrollar los estudiantes. En la misma línea, Cockburn et al. [26] explora la inclusión de cursos relacionados a la disciplina de Interacción Humano Computadora en los primeros años de la carrera de ciencias de la computación, que luego se retoma en etapas finales mediante cursos avanzados con ejemplos reales y la aplicación de los conocimientos en proyectos de grado.

Por último, Collazos et al. [7] marca que a pesar del crecimiento en número, existen pocos cursos de HCI, UCD o UE obligatorios en la currícula de las carreras de grado de ciencias de la computación de las universidades iberoamericanas.

Por ende, existen diversos mecanismos para abordar la enseñanza de la usabilidad en las carreras de ciencias de computación. Sin embargo, no se detecta una visión unificada respecto a los procesos de desarrollo de software y la integración de las disciplinas antes mencionadas con la ingeniería de software. De igual forma, no se aborda la enseñanza de la usabilidad en el marco de proyectos integradores finales de carrera.

3. Diseño metodológico

3.1. Mapeo sistemático de la literatura

Los mapeos sistemáticos de la literatura son un método de investigación que brinda una visión general de un área. Los mapeos son de utilidad para categorizar y relevar el nivel de evidencia empírica disponible sobre un área de conocimiento permitiendo ahorrar tiempo y esfuerzo a los investigadores. Esta metodología es utilizada frecuentemente como base para ejecutar trabajos de investigación futuros [27]. No obstante esto, deben ser realizados con rigor y amplitud para poder ser utilizados como plataforma de investigación a futuro por otros investigadores de la comunidad. Para la definición y ejecución del mapeo sistemático se utilizaron las guías propuestas por Kitchenham y Charters [28].

3.1.1. Preguntas de investigación

Se definieron preguntas de investigación específicas para guiar la realización del mapeo sistemático de la literatura.

- MP-RQ1: ¿Qué procesos de software o metodologías se orientan al desarrollo de aplicaciones usables?
- MP-RQ2: ¿Qué nivel de evidencia empírica existe del uso de este tipo de procesos?
- MP-RQ3: ¿Cuál es el origen conceptual de las propuestas de procesos de software orientadas a la usabilidad?
- MP-RQ4: ¿Qué tan replicables son las propuestas de procesos de software publicadas?

Para facilitar la detección de sinónimos y armado de la cadena de búsqueda se analizó la RQ1 utilizando el método PICOC (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context) [28].

- **Population:** Procesos de desarrollo de software.
- **Intervention:** Técnicas, métodos o prácticas orientadas a la usabilidad que se integran en los procesos.

- **Comparison:** No aplica, dado que el presente mapeo solo pretende detectar y definir procesos de software orientados a usabilidad.
- **Outcomes:** Definición de activos específicos para el proceso de software orientado a usabilidad.
- **Context:** No aplica dado que se pretende detectar propuestas de procesos para cualquier contexto y luego categorizar las mismas.

3.1.2. Proceso de búsqueda

En función de la pregunta de investigación y el PICOC aplicado, se realizaron búsquedas exploratorias para evaluar palabras clave (keywords) e identificar su relevancia en dentro de los resultados obtenidos. El objetivo de estas búsquedas fue definir 3 términos sinónimos de Software, Process y Usability. La Tabla 1 presenta las palabras clave derivadas a partir de la pregunta de investigación y las búsquedas exploratorias realizadas.

Término 1	Término 2	Término 3
Software	Process	Usability
Program	Life cycle	HCI
Application	Model	UCD
	Methodology	UX

Tabla 1 – Sinónimos de búsqueda

A partir de los sinónimos de los distintos términos especificados se genera la cadena de búsqueda. Para ejecutar las búsquedas se utilizaron los motores de búsqueda accesibles mediante el portal Timbó¹ de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay. Se seleccionó Scopus como motor de búsqueda para detectar la literatura y evidencia relevante ya que es la base de datos de abstracts y citas más importante disponible mediante el portal Timbó. Dentro de Scopus se agregaron filtros por área de conocimiento Computer Science. La cadena de búsqueda utilizada fue: (*Software OR*

¹ El portal provee acceso a más de 19.000 revistas, 34.000 libros electrónicos, actas de conferencias, bases de datos de abstract y citas, etc. Las colecciones habilitadas incluyen: Scopus, Springer, Jstor, IEEE, The Cochrane Library y Science Direct entre otras. Más información en: <http://timbo.org.uy/>

Program OR Application) AND (Process OR Life cycle OR Model OR Methodology) AND (Usability OR HCI OR UCD OR UX).

3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión

Se consideran relevantes y se incluyen aquellos resultados de búsqueda que:

- Presenten evidencia de una propuesta de proceso de software que integra prácticas y métodos de usabilidad.
 - La propuesta de proceso integra prácticas o técnicas de usabilidad a lo largo del ciclo de vida del desarrollo (no se enfoca únicamente a una técnica aplicada en una única fase del proceso).
 - La propuesta de proceso integra más de un rol dentro del equipo de software.
 - La propuesta de proceso no fue previamente identificada.
- Estén escritos en inglés.
- No se trate de un workshop, panel, tutorial o seminarios para asegurar cierto nivel de detalle y calidad.
- Sea posible acceder al texto completo mediante Timbó Portal.

Aquellos estudios que sean mencionados como trabajo previo relevante de los artículos ya detectados usando la cadena de búsqueda, serán agregados en forma manual por parte del investigador aplicando snowballing en la bibliografía.

No se consideran relevantes y se excluyen aquellos resultados de búsquedas que:

- No concuerden con los criterios de inclusión.

3.1.4. Extracción de datos

Como estrategia de extracción de datos se definió un formulario a partir de las preguntas de investigación identificadas anteriormente.

Con referencia a la MP-RQ1 (¿Qué propuestas de proceso se orientan a la usabilidad?), se pretendió identificar aquellas propuestas de procesos que cumplan con los criterios de inclusión definidos. Se identificó, el nombre de la propuesta de proceso y su año.

Como parte del formulario y asociado a la MP-RQ2 (nivel de evidencia empírica) se busca evaluar si el proceso orientado a la usabilidad propuesto presenta algún tipo de evaluación empírica reportada, ya sea industrial o académica. Las opciones para este campo fueron codificadas con los siguientes valores:

- Propuesta genérica: para el caso que el estudio únicamente presente la propuesta del proceso.
- Propuesta y evidencia de aplicación: para el caso en el que el estudio presente tanto la propuesta de proceso como evidencia de la aplicación industrial o académica del mismo.
- Evidencia de aplicación: para el caso en el que el estudio se trate únicamente de un proceso instanciado en un caso.

Relacionada a la MP-RQ3 (origen conceptual de las propuestas de procesos) se decidió evaluar si las propuestas de procesos identificadas provienen desde la ingeniería de software o desde otras disciplinas asociadas a la usabilidad. Los valores codificados para este aspecto del formulario fueron:

- Ágil: para aquellos procesos con origen en metodologías ágiles.
- Predictivo: para aquellos procesos que no se presentan como ágiles y son adaptaciones de procesos predictivos como ser (UP, Waterfall, RAD, etc)
- UCD: para aquellas propuestas de procesos cuyo origen conceptual es la disciplina de diseño centrado en el usuario (UCD)
- UE: procesos que explícitamente se basan en la propuesta Usability Engineering de Nielsen.
- Cognitiva/psicología: procesos basados en aspectos de psicología provenientes del área de HCI.
- No aplica (N/A): para aquellas propuestas de procesos que no tiene un origen conceptual claramente identificable.

Por último, con referencia a la MP-RQ4 (replicabilidad del proceso), se definió si la propuesta de proceso presentada en el estudio es replicable utilizando la información disponible. Para esto se utilizó un campo codificado como Si o No. Para evaluar si la propuesta puede ser replicada, se analizó en detalle los estudios involucrados y se

determinó si es posible instanciar el proceso orientado a la usabilidad con la información disponible. Por ejemplo: si el proceso está representado en una notación estándar (BPMN, SPEM, Diagrama de flujo) o está especificado mediante prosa o que haya sido replicado por algún investigador en forma independiente de los que lo propusieron originalmente.

3.2. Estudio de caso

Un estudio de caso es un estudio empírico que utiliza múltiples fuentes de evidencias para investigar una instancia (o un número reducido de instancias) de un fenómeno contemporáneo en su contexto, sobre todo cuando la frontera entre el fenómeno a estudiar y el contexto no puede ser claramente establecida.

Esta metodología de investigación es ampliamente utilizada en ciencias sociales, ciencias políticas, trabajo social, psicología, educación e ingeniería, entre otras disciplinas como establece Runeson et al [29]. En estas disciplinas el uso de esta metodología no solo es para comprender o generar conocimiento acerca del fenómeno en cuestión, sino que además se busca cambiar el fenómeno o imponer alguna mejora. De acuerdo a algunas definiciones, el caso de estudio es meramente observacional mientras que cuando el foco de la investigación es la mejora se define la metodología de investigación en la acción (en inglés Action-Research). En la mejora de procesos de software o en proyectos de transferencia tecnológica se establece que el enfoque metodológico es de investigación en la acción o casos de estudio iterativos.

Runeson et al. [29] establecen guías y lineamientos metodológicos para la conducción de casos de estudio o investigación en la acción en el contexto de la ingeniería de software. Por su parte, Bassey [30] establece que el caso de estudio representa una metodología de investigación fundamental para el desarrollo de teoría educativa que sustenten la definición de políticas y potencien la práctica educativa. En su libro, presenta guías para el desarrollo de casos de estudio en contextos educativos.

3.2.1. Preguntas de investigación

La pregunta de investigación que guía este estudio de caso es: ¿Cómo integrar procesos de software orientados a la usabilidad en el contexto académico que se da en proyectos integradores de fin de carrera? El objetivo es apoyar el proceso de enseñanza y

aprendizaje sobre procesos de software que se da en los proyectos de fin de carrera. Por lo tanto, el fenómeno a estudiar es el aprendizaje respecto a procesos y en este contexto resulta viable pensar en un enfoque reduccionista para estudiar este fenómeno.

Se definen entonces las siguientes preguntas de investigación específicas para el estudio del caso:

- EC-RQ1: ¿Cómo introducir técnicas y herramientas de usabilidad que los equipos puedan integrar a sus procesos?
- EC-RQ2: ¿Cómo establecer una tutoría de apoyo a los equipos en el área de usabilidad?
- EC-RQ3: ¿Cómo motivar en los equipos una reflexión sobre el proceso aplicado para alcanzar mayor usabilidad del software?

3.2.2. Etapas del estudio de caso

Todo estudio de caso define una unidad de estudio. En nuestro caso, el foco estuvo en la enseñanza-aprendizaje de los procesos de software orientados a la usabilidad, usando como unidad de estudio específica el marco académico de los proyectos de fin de carrera. A partir de la definición de la unidad de estudio se establecen 3 etapas en el proceso de estudio de caso: diagnóstico inicial, intervención en el proceso de enseñanza y evaluación.

El diagnóstico inicial busca establecer cómo es el estado actual de la práctica entorno a la usabilidad en el marco de los proyectos integradores, cómo es el aprendizaje de los alumnos respecto a la usabilidad durante la realización de los proyectos. Por lo tanto, en la sección de diagnóstico, se establecen las mediciones y métodos para la recolección de datos que permitan establecer el estado actual de la práctica.

Por su parte, durante la segunda etapa del estudio se establecen una serie de intervenciones educativas, alineadas a las preguntas de investigación específicas del caso, en el marco de los proyectos integradores de fin de carrera considerados dentro de la unidad de estudio.

Por último, en la etapa de evaluación se analizarán los resultados de aprendizaje en torno a la usabilidad para evaluar el impacto de las intervenciones realizadas.

4. Mapeo sistemático de procesos orientados a la usabilidad

4.1. Estudios considerados

Se ejecutó la búsqueda en Scopus en abril de 2015 obteniendo como resultado preliminar 1584 entradas posibles. Luego de realizar un primer filtro aplicando los criterios de inclusión y exclusión sobre título y abstract, se obtuvieron 80 estudios a ser analizados con mayor detalle. Como resultado de un segundo filtro sobre el texto completo de los artículos, se detectaron 25 artículos que representaban propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad. Por otro lado, de los 80 estudios filtrados inicialmente, 14 fueron marcados para una revisión conjunta por parte de un segundo investigador. De esos 14 estudios, 2 fueron considerados propuestas relevantes para el mapeo. De igual manera, se incluyeron 4 estudios que no fueron detectados por la búsqueda de Scopus y resultaron propuestas de proceso relevantes al ser referenciadas e identificadas como trabajo previo por otras propuestas consideradas en el mapeo. En la Tabla 2 se presentan estos resultados.

Fuente	#Papers	Filtro 1	Filtro 2	Revisión	Total
Scopus	1584	80	25	2	27
Otros	-	-	-	4	4

Tabla 2 - Estudios considerados

4.2. Resultados

En esta sección se describen las características de los estudios seleccionados como relevantes para el mapeo. En primer lugar, la Ilustración 1 presenta la evolución en el tiempo de las propuestas. Se observa un interés creciente en las propuestas de procesos orientados a la usabilidad en los últimos años. Desde 2009 a 2014 se ha detectado el 64,51% del total de las propuestas de proceso identificadas en el mapeo. Dado que este mapeo se ejecutó a comienzos de 2015, no todas las publicaciones que se realizaron durante 2015 pudieron ser consideradas al no estar indexadas por los buscadores.

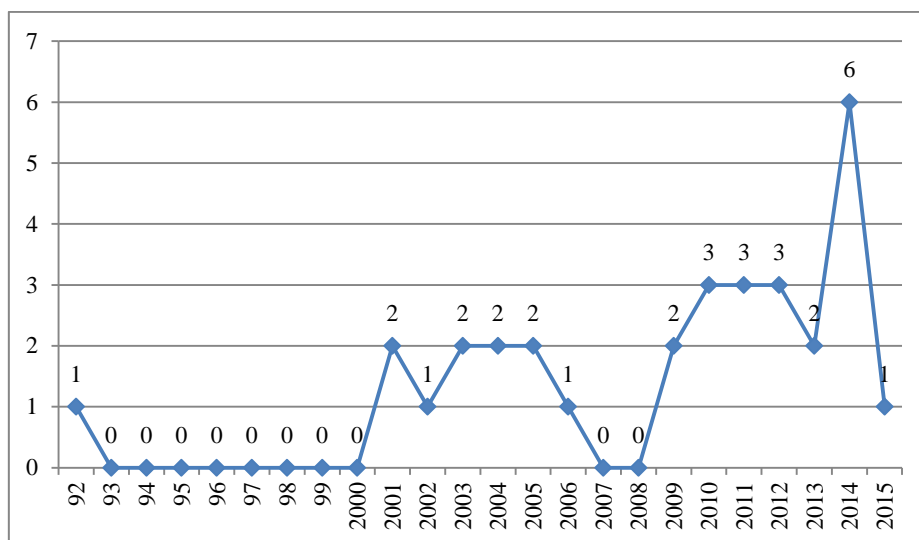


Ilustración 1- Propuestas de proceso por año

Por otro lado, en la Tabla 3 se presenta el resumen de los resultados de acuerdo a las preguntas de investigación definidas para el mapeo y el formulario de extracción de datos diseñado.

	Resultados	Cantidad	Porcentaje (%)
MP-RQ1. Identificación del proceso	Propuestas de proceso identificadas	31	100
MP-RQ2. Nivel de evidencia	Propuesta y evidencia de aplicación	20	64,52
	Propuesta genérica	10	32,26
	Evidencia de aplicación	1	3,23
MP-RQ3. Origen conceptual de las propuestas	Ágil	8	25,81
	Predictivo	10	32,26
	UCD	3	9,68
	UE	2	6,45
	Cognitiva/psicología	2	6,45
	N/A	6	19,35
MP-RQ4. Propuesta replicable	No	17	54,84
	Si	14	45,16

Tabla 3 - Resumen de resultados

Con referencia a la MP-RQ1, en total, el estudio de mapeo identificó 31 propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad. En la mayoría de los casos, los autores identifican la propuesta de proceso orientado a la usabilidad utilizando un nombre propio para el proceso (70,97%), como ser: Usage centered engineering, RUPi, AgileUX, UP/U, Extreme Usability (XU), etc.

Si se analizan los resultados para la MP-RQ2, es posible decir que sólo el 32,26 % de las propuestas de proceso identificadas se detectan como propuestas genéricas o sin evidencia de aplicación en proyectos industriales o académicos. El 67,74% de las propuestas de proceso posee algún nivel de validación empírica.

Por otro lado, en relación al origen conceptual de las propuestas (MP-RQ3), es posible decir que la mayoría de las propuestas de proceso provienen de la ingeniería de software y representan adaptaciones tanto de procesos predictivos (UP, RUP, Waterfall, Spiral y otros) como de procesos ágiles (Scrum o XP). Se detectó que un 22,58% de las propuestas provienen desde áreas de conocimiento vinculadas con la Usabilidad como ser UE, UCD o HCI.

Por último, se detectó que sólo el 45,16% de las propuestas de proceso pueden ser replicadas e instanciadas utilizando la información disponible.

4.3.Discusión

En primer lugar, creemos que el reciente interés por definir y proponer procesos de software orientados a la usabilidad acompaña el aumento de la demanda de este atributo de calidad por parte de las comunidades profesionales y los usuarios finales.

A partir del análisis de los datos de la MP-RQ3, observamos que esto se ve sustentado por la integración de propuestas interdisciplinarias (HCI, UCD y UE) dentro del área de conocimiento de la ingeniería de software. Claramente la definición de procesos y aspectos metodológicos es utilizada como medio para compartir e integrar el conocimiento entre las disciplinas, buscando acortar la brecha existente entre ambas. Si bien a nivel de proceso se presentan avances, creemos que el problema de la integración entre las áreas de conocimiento no está completamente resuelto y continúa siendo de interés para las comunidades de investigación.

Continuando con el análisis de los datos obtenidos por la MP-RQ3, como era de esperar por el trabajo previo realizado, la mayor parte de las propuestas de procesos que se detectaron tienen su origen conceptual en la ingeniería de software. En ese sentido, creemos que es importante remarcar que el número de propuestas de proceso con origen ágil o predictivo es similar. Esto implica que la criticidad e importancia que cobra la usabilidad es tal, que es independiente del marco metodológico de base que se utilice para integrarla en los procesos. La usabilidad es abordada y desarrollada en ambos contextos (ágiles y predictivos) y debe ser contemplada de manera integral a nivel de proceso.

Con referencia a la MP-RQ2 que analiza el tipo de evidencia utilizada, el 85,70% de los procesos son validados mediante estudios de caso. Por otro lado, se identificaron 3 estudios que condujeron experimentos para evaluar los procesos. Esto resulta esperable debido a que la complejidad y dimensión del fenómeno a estudiar (el proceso de desarrollo de software usable) dificulta la aplicación de un enfoque reduccionista. Los procesos que presentan evidencia de aplicación han sido evaluados tanto en ambientes académicos como industriales. Para aquellos estudios evaluados en ambientes industriales se analizó el dominio de aplicación. La medicina fue el dominio más utilizado, seguido por la educación, en ambos casos aplicando tecnologías tanto web como mobile. En ese sentido, creemos que es importante contar con mayor número de validaciones en diversos contextos de aplicación.

Con referencia a la MP-RQ4, se analizó cómo se realizó la especificación de los procesos en los estudios. Se detectó que sólo el 13,00% de los estudios analizados utilizó una notación específica (SPEM, UML o BPMN) para documentar el proceso propuesto. El 87,00% restante utiliza la prosa o imágenes (sin una notación normalizada) para definir y documentar el proceso propuesto en el estudio. Creemos que este aspecto afecta la capacidad de instanciar y replicar los procesos a partir de la información disponible dado que la definición de un proceso utilizando únicamente prosa puede resultar ambigua. Otro aspecto importante que creemos que afecta la replicación de los procesos, se refiere a la evolución en el tiempo de las propuestas. En ese sentido se detectó que sólo el 16,00% de los estudios identificados tuvieron evolución y fueron utilizados como base para otros estudios en el área de conocimiento. La realización de estudios de seguimiento es un

factor que puede facilitar la instanciación de procesos, pero en general el seguimiento de los mismos no es realizado por parte de investigadores externos o independientes.

Los bajos niveles de replicabilidad y evolución de las propuestas de proceso, además de su escaso nivel de documentación dificultan y limitan la investigación futura en el área. De igual manera afectan la difusión y el entrenamiento a las comunidades profesionales de ingeniería de software que desean aplicarlos en contextos industriales. Es necesario trabajar en procesos que posean mayores niveles de validación empírica y replicación por parte de investigadores independientes, en mejorar la documentación y material de capacitación disponible y por último apoyar la difusión de los procesos a las comunidades profesionales.

4.4. Análisis de procesos de software orientados a la usabilidad

La definición de procesos de software es un medio para la sistematización del trabajo, la difusión del conocimiento y buenas prácticas y el establecimiento de una base para la mejora continua. Los procesos de software orientados a la usabilidad permiten definir un conjunto de actividades y tareas, prácticas, métodos y herramientas, artefactos y roles que posibilitan el desarrollo de software usable.

Como resultado de la ejecución del mapeo se detectaron 31 propuestas de procesos de software orientados a la usabilidad. Existen propuestas de procesos que provienen de áreas diversas como la cognición, la psicología, el diseño centrado en el usuario y otros campos relacionados. Esto nos muestra que la integración entre las disciplinas es posible a nivel de procesos.

Resulta interesante analizar el detalle y factores comunes que presentan las propuestas de proceso orientadas a la usabilidad detectadas. Para esto, se condujo un análisis teórico de las mismas, buscando categorizar elementos comunes a todos los procesos como ser, identificación (nombre del proceso), declaración de principios, representación gráfica del proceso y detalle de técnicas o prácticas que buscan asegurar la usabilidad.

Del análisis teórico de los procesos [31] se concluye que existen características comunes a los procesos analizados que son independientes a la familia u origen conceptual del proceso. Estas características comunes son, la instanciación del proceso en ciclos de vida

iterativos, la caracterización y análisis de los usuarios objetivo, el foco en el feedback y en el involucramiento de los usuarios mediante distintos niveles de prototipación y la presencia de algún nivel o técnica de pruebas con usuarios. Estos aspectos del proceso son comunes tanto para procesos con origen en la ingeniería del software (predictivos o ágiles) como para procesos con origen en el diseño centrado en el usuario, la ingeniería de la usabilidad o la interacción hombre computadora.

5. Intervención educativa sobre usabilidad

5.1.Unidad de estudio - Laboratorio de ORT Software Factory

El laboratorio ORT Software Factory (ORTsf) de la Universidad ORT Uruguay es una organización académica dedicada a la enseñanza de prácticas de ingeniería de software, a la mejora de procesos de software, a la transferencia de tecnología a la industria y a la producción de software. Desde 1999 se han desarrollado más de 220 proyectos de fin de grado de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Análisis de Sistemas de Información e Ingeniería en Sistemas involucrando a más de 800 estudiantes con cientos de organizaciones [32].

Los proyectos de fin de grado de ORTsf involucran el desarrollo de un producto de software en un contexto que simula la producción de software industrial. La naturaleza integradora del proyecto de fin de grado implica que los estudiantes utilicen y pongan en práctica conocimientos que fueron adquiridos a lo largo de la carrera en distintos cursos obligatorios y electivos.

Uno de los procesos claves de ORTsf es el proceso de educación que busca formar a los estudiantes en las prácticas y métodos de ingeniería de software utilizados en la producción de software y a su vez, evaluar el grado de aprendizaje adquirido durante el desarrollo del proyecto.

Todos los proyectos son realizados en equipos de entre tres y seis integrantes, en los cuales hay roles definidos y se promueve el espíritu de equipo a través de la realización de evaluaciones grupales a lo largo de la experiencia. Los proyectos cuentan con un cliente definido, en la mayoría de los casos, externo a la Universidad. Los alumnos eligen un proyecto propuesto por una empresa o proponen emprendimientos propios que deben contar con una validación preliminar del modelo de negocio. En cualquier caso, los proyectos deben tener un cliente o sponsor definido que interactúa con el equipo definiendo y validando el producto resultado del proyecto. Esto genera que el proceso de aprendizaje e implementación del sistema se de en un contexto de problema real y con instancias de trabajo directo con el cliente principal del proyecto.

Es responsabilidad de los equipos de proyecto gestionar las expectativas de sus clientes y el alcance de trabajo académico. De igual manera durante el desarrollo del proyecto se espera que el equipo defina un proceso de desarrollo de software acorde a las necesidades y el contexto del proyecto y reflexione sobre el mismo como parte de su tesis. Se promueve que los equipos definan proceso y organización del trabajo adaptando ciclo de vida, actividades, técnicas, herramientas y roles diferenciados (como, por ejemplo, gerente, arquitecto, ingeniero de requerimientos, SQA, tester, SCM, desarrollador, etc.).

Los equipos de proyectos son tutorados por docentes con experiencia en el área de ingeniería de software. El enfoque de la tutoría es de consulta y no prescriptivo. Por otro lado, los equipos de proyecto cuentan con tutorías especializadas por área o rol. Estas tutorías son realizadas por un especialista de ORTs^f en un tema específico, como ser arquitectura, requerimientos, calidad o gestión. Los tutores de rol están a disposición de los equipos para despejar dudas particulares que puedan surgir durante el transcurso del proyecto. Típicamente los equipos consultan a los tutores de rol coordinando una reunión o haciendo uso de las horas de oficina destinadas por parte de los tutores.

Cada proyecto de ORTs^f realiza revisiones intermedias (2 o 3 dependiendo de la duración del proyecto) en la cual un docente externo al equipo, junto con el tutor, revisan el avance del proyecto y proponen oportunidades de mejora para el equipo.

Más allá de la aplicación práctica de conocimientos vistos en la carrera, los proyectos realizados en el marco de ORTs^f intentan promover una síntesis reflexiva por parte del estudiante. Además de las exigencias de calidad que provienen del entorno realista del proyecto y su cliente, ORTs^f como organización académica promueve una reflexión crítica del equipo sobre el proceso aplicado, para lograr un aprendizaje significativo en el área de ingeniería de software.

5.2.Diagnóstico

5.2.1. Diseño del diagnóstico

Para conocer el estado de la enseñanza y práctica de la usabilidad en los proyectos de ORTs se diseñó un procedimiento de diagnóstico. Las fuentes de información consideradas para el diagnóstico fueron: estudiantes en el rol de responsables de calidad en los proyectos, tesis entregadas al finalizar proyectos y tutores de ORTs.

Como instrumento principal de la recolección de información, se diseñó una encuesta diagnóstico. La misma se enfocó en los aspectos metodológicos (ciclo de vida, actividades, técnicas, herramientas, roles) específicamente orientados a la usabilidad realizados en cada proyecto. Se encuestaron proyectos al momento de entregar la tesis, cuando el equipo ha realizado varios ajustes en el proceso y los aprendizajes de ingeniería de software están consolidados en una tesis.

La encuesta fue implementada online y se canalizó directamente a cada uno de los responsables de calidad de los equipos (no fue anónima). El cuestionario se componía principalmente de preguntas abiertas con respuestas que fueron analizadas cualitativamente. La encuesta fue diseñada en dos partes. En la primera parte las preguntas son más abiertas y cubren el proceso globalmente. En la segunda parte se profundizó en fases específicas del proceso de desarrollo

Parte I: Caracterización del proceso y ciclo de vida. Técnicas de usabilidad aplicadas en todo el proceso.

1. ¿Qué proceso o metodología utiliza su proyecto?
2. ¿Qué ciclo de vida utiliza su proyecto?
3. ¿Qué actividades, técnicas y herramientas se han utilizado relacionadas a la usabilidad del software? Por favor, detállelas.

Parte II: Técnicas de usabilidad por fase específica (modelado de usuarios, diseño de interfaz, pruebas de usabilidad).

4. ¿Cómo se ha modelado a los usuarios y el contexto de uso del sistema?

5. ¿Cómo se ha diseñado y validado la interfaz de usuario?
6. ¿Con quienes se han realizado pruebas de usabilidad (interactuando con el software)?
7. ¿Cómo se han realizado las pruebas de usabilidad?

Las preguntas 1 y 2 son de texto libre y buscan evaluar la comprensión y aplicación de los conceptos de proceso y ciclo de vida por parte de los estudiantes. Estas preguntas permiten establecer el contexto del proyecto. Las preguntas restantes, buscan diagnosticar la aplicación de técnicas y métodos orientados a la usabilidad. A excepción de la pregunta 6 que posee las siguientes opciones (Desarrolladores, Expertos de negocio, Cliente o sponsor, Muestra de usuarios potenciales, Usuarios reales, Otro especifique), las preguntas son de texto libre.

Adicionalmente, se analizaron las tesis entregadas por cada equipo que respondió la encuesta para profundizar en la observación de las actividades orientadas a la usabilidad. El análisis de lo reportado en la tesis permite contrastar respuestas que no son claras o suficientemente detalladas. Por otro lado, se realizaron entrevistas con tutores de ORTs para clarificar términos y prácticas recogidas en la encuesta y revisión de las tesis.

5.2.2. Ejecución del diagnóstico

La encuesta fue enviada a los proyectos de ORTs de las carreras de Ingeniería de Sistemas y Licenciatura de Sistemas que finalizaron en marzo 2018. El responsable de calidad del proyecto fue designado como el integrante más idóneo para responder la encuesta en representación del equipo de proyecto. Se obtuvieron respuestas de todos los proyectos encuestados: 6 de la carrera Ingeniería de Sistemas y 1 de Licenciatura de Sistemas.

Para las respuestas de texto libre, se analizaron y agruparon los conceptos reportados por cada grupo y se contabilizaron las respuestas de acuerdo a su similitud. Como método complementario y para triangular las respuestas obtenidas en la encuesta, se realizó una revisión del documento de tesis entregado por cada equipo.

5.2.3. Resultados del diagnóstico

Proceso y ciclo de vida

Todos los proyectos encuestados se definen como ágiles. Utilizando Scrum o adaptaciones del mismo en conjunto con otras metodologías/técnicas (Design Thinking o Kanban) en fases iniciales del proyecto.

Respecto a la pregunta 2, se detecta una confusión en el concepto de ciclo de vida en 2 equipos que señalan Scrum como el ciclo de vida utilizado en el proyecto, cuando de la triangulación con la tesis surge la aplicación de un ciclo de vida incremental. Un grupo reporta utilizar un ciclo de vida iterativo, sin aclarar cuál es, mientras que los restantes grupos reportan utilizar incremental (2) y evolutivo (2).

Técnicas y aspectos de usabilidad

Con referencia a la pregunta 3, la actividad más reportada por los equipos fue prototipación (con distintos niveles de fidelidad en los prototipos) presente en 4 equipos seguida por la evaluación heurística y las pruebas con usuarios, ambas técnicas realizadas en 3 equipos.

Por su parte, la pregunta 4 que busca evaluar la identificación y modelado de usuarios y contextos de uso obtuvo respuestas dispares. Un solo grupo, menciona la aplicación de técnicas de observación de usuarios y modelado de los mismos utilizando Persona Desing, sin embargo, no hay referencias o fuentes bibliográficas a esta técnica en la tesis. Por otro lado, un grupo asocia contextos de uso únicamente a la plataforma (móvil o escritorio) por la cual acceden los usuarios. Otro grupo menciona el uso de Canvas e investigación de mercado (sin especificar técnicas) para el modelado de usuarios. Finalmente, los restantes grupos poseen una identificación vaga y con poco detalle de usuarios y contextos de uso. Se utilizan términos como “actores” o “roles” del sistema y se asocian a las funcionalidades que pueden utilizar, pero las respuestas carecen de detalle.

La pregunta 5 se orienta al diseño y validación de la interfaz de usuario. Respecto al diseño de la interfaz de usuario es posible decir que el equipo participa en el diseño de

interfaz de usuario en forma activa. Sólo un grupo involucró a un experto en diseño de UI/UX para el diseño de la interfaz de sistema. No se menciona el uso de ninguna técnica particular para el diseño de la interfaz por parte de los equipos ni la generación de múltiples alternativas de diseño por parte de los equipos. La forma más utilizada para validar fue la presentación de mockups o prototipos funcionales aplicada por 4 equipos mientras que 2 equipos mencionaron el análisis heurístico. Respecto a con quién se validó la interfaz de usuario e interacción del sistema, 4 equipos contestaron que dicha validación fue realizada con los usuarios potenciales, interesados o expertos del dominio. Por su lado 3 equipos mencionaron que la validación de la interfaz se realizó con el cliente.

Por su parte en la pregunta 6, que buscaba profundizar con quién se había realizado las pruebas de usabilidad del proyecto, las respuestas de los equipos fueron concentradas y repetitivas. 6 equipos manifestaron realizar las pruebas de usabilidad con usuarios reales (de los cuales 5 además incluyeron el término: “muestra de usuarios potenciales” como parte de su respuesta). Por su parte, otros roles mencionados en las pruebas de usabilidad fueron los desarrolladores (4 equipos), los expertos del negocio o dominio (3 equipos) y el cliente o sponsor del proyecto (3 equipos).

Por último, la pregunta 7, buscaba evaluar cómo se están realizando las pruebas de usabilidad en los equipos. Básicamente se busca detectar la definición de tareas o escenarios y observación de usuarios ejecutando el sistema. Esto fue reportado por 3 equipos de los cuáles 2 además realizaron grabación de la interacción de los usuarios. Por otro lado, 1 equipo reportó realizar pruebas con el cliente on-site y otro grupo realizó pruebas dentro del equipo de desarrollo.

5.2.4. Estado de la enseñanza de la usabilidad en proyectos finales

Del análisis de las respuestas, contraste con las tesis entregadas por los equipos y entrevistas con el equipo de tutores de ORTs^f, se pueden apreciar los siguientes aspectos relacionados al estado de la enseñanza de la usabilidad en los proyectos finales.

En primer lugar, existe una confusión entre los conceptos de ciclo de vida y proceso o metodología. Los equipos consideran el desarrollo ágil o basado en Scrum como un ciclo de vida en sí mismo.

Por otro lado, se infiere de las respuestas provistas por los equipos una confusión entre los roles de cliente de proyecto y usuarios del sistema. Estos roles tienden a confundirse y los estudiantes tienden a utilizar estos términos en forma intercambiable, sin notar la diferencia que existe entre ambos conceptos. Esto genera además que las pruebas con usuarios para evaluar la usabilidad terminen siendo confundidas con muestras o validaciones con el cliente.

Otro aspecto interesante es la falta de definición de requerimientos de la usabilidad. Por lo general estos requerimientos se escriben de forma ambigua y por lo tanto no se verifica su cumplimiento. Conceptos como tipos de usuarios, tareas y contextos, carecen de modelado y no permiten guiar o priorizar el diseño de las interacciones que tendrá el producto.

Por su parte, cuando se aborda el diseño de la interacción, los equipos generan prototipos ya sea en papel o utilizando alguna herramienta. No se especifica que tipos de prototipos se generan (si de alta o baja fidelidad) ni qué aspectos se buscan validar con los prototipos. Aunque la prototipación es la técnica más mencionada, es posible inferir que su uso es dispar entre los equipos. Durante el diseño tampoco se menciona la utilización de sistemas de diseño o patrones de interacción específicos que permitan asegurar consistencia y reuso de mecanismos conocidos por los usuarios.

Por último, respecto a la evaluación de la usabilidad, se reporta frecuentemente el uso de heurísticas para evaluar el diseño de la interacción, sin embargo, la aplicación de las heurísticas no es claro y no hay registros de ejecución de revisiones de diseño de UI en las tesis analizadas. Las pruebas con usuarios por lo general se introducen en el proyecto en forma tardía, no son sistemáticas ni iterativas. Las tesis carecen de bibliografía que brinde soporte a las técnicas que orientan el proceso de software hacia la usabilidad.

5.3. Intervención en el proceso de enseñanza

Luego del diagnóstico, se realizó la intervención sobre el proceso de enseñanza de ORTs. La intervención tiene como objetivo mejorar la práctica de la usabilidad en los proyectos de fin de carrera y el aprendizaje de los estudiantes sobre los aspectos relativos a la usabilidad.

La intervención se realizó en el ciclo lectivo marzo 2018 – abril 2019 y se detalla en la Ilustración 2. Se utilizaron varios mecanismos que cooperaron para lograr el objetivo propuesto. En forma general, disponible para todos los equipos, se definió una nueva tutoría de rol específica de usabilidad. También para todos los equipos se realizaron talleres de iniciación que presentaron la tutoría y trabajaron sobre procesos orientados a la usabilidad.

En una segunda etapa, la intervención se enfocó en una muestra de tres proyectos de ORTs. Trabajar con un número acotado de proyectos permitió profundizar la intervención de enseñanza observando más específicamente los procesos de los equipos y promoviendo la reflexión sobre los aprendizajes de usabilidad.

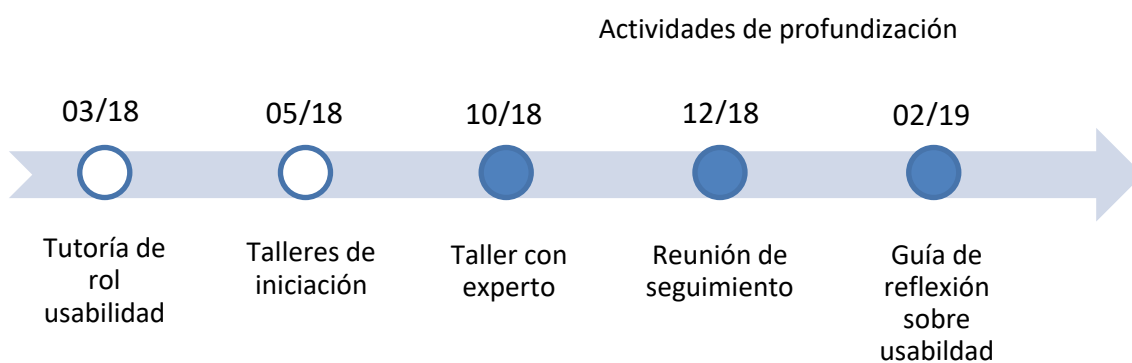


Ilustración 2 - Línea de tiempo intervenciones

5.3.1. Definición de tutor de rol en usabilidad

El objetivo de esta tutoría es brindar a los estudiantes un espacio específico de apoyo en la incorporación de métodos y herramientas que aseguren usabilidad en el resultado de

software del proyecto. ORTs trabaja con un esquema de tutorías a demanda de las necesidades de los proyectos. Tradicionalmente se cuenta con tutorías en las áreas de ingeniería de requerimientos, arquitectura, gerencia de proyectos y aseguramiento de calidad. Aunque estas áreas son relevantes, no se contaba con un docente-tutor que permitiera hacer énfasis específico en usabilidad.

A comienzos del ciclo de marzo de 2018 de proyectos finales de ORTs se realizó una reunión de kick-off con todos los proyectos involucrados en el ciclo lectivo. En dicha reunión, se presentó la tutoría de rol en usabilidad, encabezada por Martín Solari e Ignacio Rocca (autores de esta investigación). El objetivo de la tutoría de usabilidad es facilitar técnicas y herramientas para la mejora sistemática de la usabilidad en el sistema a desarrollar. De igual forma, facilitar la adaptación del proceso de desarrollo del equipo a proceso de desarrollo de software orientado a la usabilidad. También es un objetivo de esta tutoría que los estudiantes cuenten con un espacio de reflexión que permita consolidar los aprendizajes en esta área.

5.3.2. Talleres de iniciación

El objetivo de esta intervención es nivelar el conocimiento sobre usabilidad y los procesos de software orientados a la usabilidad en los equipos de proyecto. Estos talleres fueron conducidos por los tutores de usabilidad y se utilizaron para presentar nuevamente la disponibilidad de esa área de tutoría específica (que es nueva para los estudiantes).

El taller de iniciación se realizó en dos sesiones con distintos énfasis. Las sesiones tuvieron una duración de dos horas y fueron realizados en mayo de 2018. Los proyectos de fin de carrera comenzaron formalmente en abril, por lo que están en una etapa muy temprana.

Temario de los talleres:

1. Definición de usabilidad y UX
2. Procesos de software orientados a la usabilidad
3. Ejemplo de proceso centrado en el usuario (Simple Interaction Design Model)
4. Evaluación mediante pruebas con usuarios
5. Bibliografía recomendada

En la primera sesión se buscó concientizar a los equipos sobre la importancia de la usabilidad y de adoptar un enfoque sistemático para el proyecto. En la segunda sesión se trabajó en procesos orientados a la usabilidad y en forma de clínica, buscando aplicarlos a los proyectos participantes. Igualmente, la presentación realizada en el segundo taller profundizó en la importancia de la evaluación de la usabilidad mediante pruebas con usuarios. Se vieron técnicas y bibliografía recomendada para la realización de pruebas con usuarios de forma que los estudiantes contaran con recursos para incorporar en forma temprana en sus proyectos. Por su parte, la dinámica de clínica donde los proyectos contaban sus contextos permitió brindar consejos para la implementación de las pruebas con usuarios por parte de los tutores.

5.3.3. Actividades de profundización

Para profundizar el impacto de las acciones realizadas seleccionamos para trabajar en forma más cercana una muestra reducida de equipos de proyecto. Esto les permitió a los tutores de rol discutir con los equipos el desafío de incorporar procesos orientados a la usabilidad en contextos más concretos. Se seleccionaron proyectos que tuvieran desafíos mayores en el área de usabilidad y con los cuáles los tutores del área tuvieran cercanía para trabajar directamente.

En el paradigma de enseñanza / aprendizaje de ORTs^{sf} el proceso no es prescriptivo ni las intervenciones de los tutores son obligatorias para los equipos. Por ese motivo, trabajar en forma más cercana y aplicada en los proyectos permite promover la reflexión de los propios equipos en el tema.

- Proyecto 1: Enseñanza de la programación
- Proyecto 2: Aplicación de seguimiento de información no académica de alumnos en escuelas
- Proyecto 3: Gestión de pedidos y comandas en restaurantes

Los 3 proyectos pertenecen a la carrera de Ingeniería de Sistemas y comenzaron en marzo de 2018. Los responsables de calidad de cada equipo fueron invitados a participar en una serie de actividades que brindaron herramientas para las pruebas con usuarios, realizaban un seguimiento compartido de los avances y motivaron la reflexión sobre la usabilidad de sus proyectos.

Taller con experto en usabilidad

Dos representantes de cada equipo (responsables de calidad o de diseño de IU) fueron invitados a un taller con un experto en usabilidad. En el taller cada equipo presentó su producto en el nivel de desarrollo logrado al momento y el contexto para validarlo. En el taller participó como experto Daniel Mordecki [33], profesional referente en usabilidad que se desempeña también como docente de la materia electiva Diseño de Interfaces. El experto posee amplia experiencia de campo en pruebas con usuarios.

En la sesión el experto brindó consejos a los equipos sobre los prototipos o mockups que le presentaron. Las oportunidades de mejora identificadas por el experto estaban relacionadas a la jerarquía de la información, la eficacia de la interacción, el contexto en el cual se da y la organización de la información en la interfaz de usuario.

Además de discutir cada proyecto, durante esta instancia se brindó una plantilla para apoyar la realización de pruebas con usuarios. Se explicó el uso de la plantilla brindando consejos útiles a la hora de planificar y moderar la ejecución de las pruebas de usabilidad. Se explicó la importancia de esta técnica para evaluar las interacciones como complemento a las técnicas estáticas o aplicadas por expertos.

Reunión de seguimiento

La siguiente intervención realizada fue una reunión de seguimiento con los equipos que habían participado del taller con el experto. El objetivo de esta sesión era evaluar el grado de implementación de las prácticas de usabilidad aplicadas hasta entonces en el proyecto y brindar recomendaciones de cara al cierre de la etapa de desarrollo del proyecto.

La intervención fue realizada en forma grupal, donde cada equipo presentaba su proyecto y comentaba las actividades realizadas para asegurar la usabilidad. Los tutores guiaban y moderaban la participación de los equipos realizando preguntas que profundizaban en las técnicas aplicadas (por ejemplo, pruebas con usuarios o prototipación). De esta forma, los participantes no sólo reflexionaron sobre la aplicación de las técnicas en su contexto, sino que también pudieron valorar la aplicación de las técnicas en otros proyectos enriqueciendo el aprendizaje al respecto.

La totalidad de la sesión fue grabada con permiso de los estudiantes y luego transcrita para su posterior análisis. En general, se valoró la implementación de actividades de prototipación y pruebas con usuarios en los 3 proyectos participantes. Para cada caso, se brindaron recomendaciones y motivó a la reflexión en torno a la usabilidad del producto de cara al cierre de la fase de desarrollo del proyecto.

Guía de reflexión sobre usabilidad

Con el objetivo de facilitar la reflexión por parte de los equipos sobre las actividades relacionadas a la usabilidad ejecutadas a lo largo del proyecto, se diseñó una guía con preguntas abiertas.

Esta guía fue entregada a los equipos durante la escritura de la tesis de sus proyectos ya que es el momento donde los equipos reflexionan sobre los resultados, el proceso aplicado y las lecciones aprendidas. El uso de la guía, o el seguimiento de su estructura, es opcional por parte de los estudiantes. Las preguntas abordaban las técnicas y prácticas aplicadas por los estudiantes a lo largo del ciclo de vida de acuerdo a la siguiente estructura:

1. Requerimientos
 - Definición de usuarios
 - Tareas que realizan los usuarios
 - Contextos de uso del sistema
 - Definición de requerimientos de usabilidad
2. Diseño de la interacción
 - Descripción del proceso
3. Evaluación
 - Pruebas
 - Evaluación
4. Reflexión sobre la metodología aplicada

5.4.Evaluación

Para evaluar el impacto de las intervenciones realizadas en ORTs se utilizaron las mismas fuentes de información utilizadas en la etapa de diagnóstico: encuesta a

estudiantes en el rol de responsables de calidad en los proyectos, tesis entregadas al finalizar proyectos y tutores de ORTs.

Se reutilizó la encuesta enviando la misma a los proyectos al momento de entregar la tesis, cuando el equipo ha realizado varios ajustes en el proceso y los aprendizajes de ingeniería de software están consolidados.

La encuesta fue implementada online y se canalizó directamente a cada uno de los responsables de calidad de los equipos (no fue anónima). El cuestionario se componía principalmente de preguntas abiertas con respuestas que fueron analizadas cualitativamente.

5.4.1. Ejecución de la encuesta

La encuesta fue enviada a los proyectos de ORTs de las carreras de Ingeniería de Sistemas y Licenciatura de Sistemas que finalizaron en marzo 2019. El responsable de calidad del proyecto fue designado como el integrante más idóneo para responder la encuesta en representación del equipo de proyecto. Se obtuvieron respuestas de todos los proyectos encuestados: 12 de la carrera Ingeniería de Sistemas.

Para las respuestas de texto libre, se analizaron y agruparon los conceptos reportados por cada grupo y se contabilizaron las respuestas de acuerdo a su similitud, siguiendo el mismo criterio aplicado durante la etapa de diagnóstico.

5.4.2. Resultados

Proceso y ciclo de vida

La pregunta 1 del cuestionario busca evaluar qué proceso o metodología fue utilizada en el proyecto. Los 12 proyectos encuestados se definen como ágiles usando Scrum o una adaptación del mismo.

Por su parte con referencia a la pregunta 2, 7 equipos reportan utilizar un ciclo de vida incremental y los restantes 5 equipos un ciclo de vida evolutivo.

Técnicas y aspectos de usabilidad

Con referencia a la pregunta 3, nuevamente la actividad más reportada por los equipos fue la prototipación (con distintos niveles de fidelidad en los prototipos) presente en 9 de los 12 equipos encuestados (75%). En segundo lugar 7 equipos manifestaron realizar pruebas con usuarios y la mitad realizar evaluación mediante heurísticas. Otro aspecto interesante es que 2 equipos manifestaron utilizar guías de estilo o sistemas de diseño como herramienta durante el proyecto. Esta técnica no había sido mencionada durante el diagnóstico.

Respecto a la pregunta 4, 5 equipos (42%) manifiestan haber realizado un modelado de los usuarios y el contexto de uso en conjunto con el cliente. Se detecta del análisis de las respuestas obtenidas en esta pregunta un entendimiento más profundo de elementos contextuales y de la importancia de identificar estos elementos para informar el diseño de la interacción y favorecer la usabilidad final de producto. Otras técnicas utilizadas para modelar usuarios incluyen la observación, entrevistas, persona design y escenarios. Por otro lado, 3 equipos (25% del total) manifiestan no haber modelado usuarios ni contextos como parte de su proyecto final.

Por su parte, la pregunta 5 busca evaluar cómo se realizó el diseño y la validación de la interfaz de usuario. Al igual que fue reportado en el diagnóstico previo a la intervención, el equipo de proyecto es el principal responsable de realizar el diseño de la interfaz de usuario. Un equipo involucró un diseñador externo que fue provisto por el cliente para la definición de estilos e iconos de la aplicación. Un resultado interesante es que 2 equipos reportaron la utilización de técnicas como ingeniería reversa o benchmarking para informar el diseño de interfaz de usuario. Es probable que esta técnica se encuentre sub-reportada, pero brinda un primer indicador de cómo los equipos efectivamente diseñan las interacciones. Si se evalúa cómo se valida el diseño de interfaz de usuario, es posible decir que 8 equipos (67% del total) realizan presentaciones de mockups o prototipos mientras que 2 equipos mencionaron el análisis heurístico. Respecto a con quién se validó la interfaz de usuario e interacción del sistema, 8 equipos contestaron que dicha validación fue realizada con los usuarios potenciales, interesados o expertos del dominio. Por su lado 7 equipos mencionaron que la validación de la interfaz se realizó con el cliente. Existe solapamiento entre ambas figuras como también fue informado en el diagnóstico previo.

Si se busca profundizar cómo se realizó la evaluación de la usabilidad del proyecto (pregunta 6 de la encuesta), es posible decir que 4 equipos (33%) reportaron la definición de tareas y observación de los usuarios. Otros 4 equipos manifiestan haber usado encuestas de satisfacción y entrevistas a los clientes. Por su parte 2 equipos reportan hacer pruebas de usabilidad a la interna del equipo, y otros 2 equipos utilizaron evaluación heurística

Por último 10 equipos manifestaron realizar las pruebas de usabilidad con una muestra de usuarios potenciales, 8 también incluyen al equipo de desarrollo en las pruebas de usabilidad, y 7 al cliente. Nuevamente existe solapamiento entre los roles y participación del equipo de desarrollo a la hora de ejecutar las pruebas de usabilidad.

5.4.3. Discusión

En primer lugar, existen algunos resultados esperables producto de las intervenciones realizadas. A partir del análisis comparativo entre los resultados de las encuestas ejecutadas en el diagnóstico (abril de 2018), y la evaluación post-intervenciones (abril de 2019), es posible argumentar que existe un mayor nivel de conciencia sobre la importancia de la usabilidad como atributo de calidad clave en el marco de los proyectos integradores finales de carrea de ORTs.

Esto se ve reflejado por un incremento en forma directa en la aplicación de técnicas y herramientas que posibilitan la usabilidad en el marco de los procesos implementados por los equipos de proyecto. Esto surge del análisis de las respuestas obtenidas para la pregunta 3 del cuestionario utilizado: ¿Qué actividades, técnicas y herramientas se han utilizado relacionadas a la usabilidad del software? Por favor, detállelas. En la Ilustración 3 se presenta la evolución de las respuestas entre el año 2018 y el año 2019. La aplicación de técnicas como evaluación heurística, pruebas de usabilidad, prototipación, observación y encuestas para relevar requisitos de usabilidad y el uso de guías de estilo tuvieron un incremento en el porcentaje de equipos que utilizaron dichas técnicas. Por su parte, en lo que refiere a aspectos organizativos del proceso, se incrementó la participación de expertos externos al equipo mediante talleres, participación en etapa de diseño o actividades similares y se redujo la definición de un rol específico dentro del equipo.

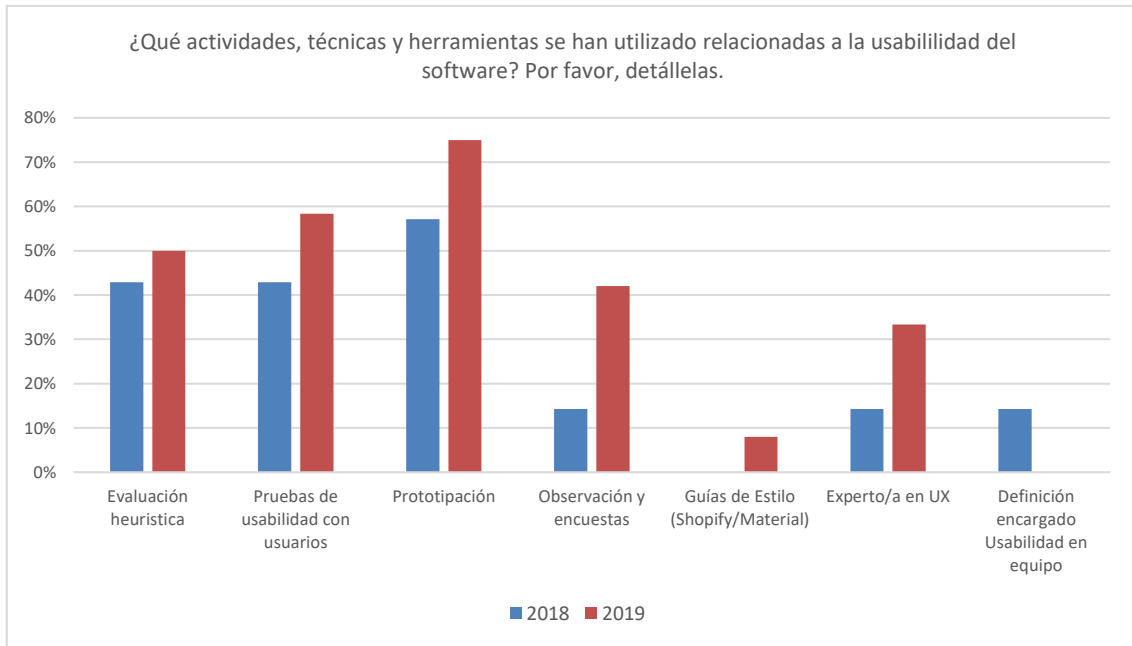


Ilustración 3 - Análisis comparativo de técnicas

La prototipación sigue siendo la técnica más reportada para generar y discutir ideas de diseño. Es utilizada tanto en la interna del equipo como con el cliente del proyecto y en algunas instancias directamente con los usuarios del sistema. Sin embargo, en las respuestas obtenidas en la evaluación de 2019, se infiere un mayor detalle técnico y comprensión de los diferentes mecanismos y aspectos de la prototipación. Algunos equipos mencionan la técnica de Mago de Oz o la realización de prototipos de baja fidelidad y luego de alta fidelidad visual, la utilización de herramientas digitales para soportar el proceso de prototipado, entre otros. Esta mayor granularidad en la técnica puede ser vista como un resultado de los talleres de iniciación dictados a los equipos en mayo de 2018.

Otro elemento interesante es que los equipos reportan el uso de técnicas nuevas que durante el diagnóstico no fueron reportadas. Por ejemplo, se explicitó la utilización de guías de estilos y sistemas de diseño como Shopify o Material Design de Google. De igual forma, durante el diseño de la UI se reportó el uso de benchmark o ingeniería reversa de otras aplicaciones. Esta técnica posiblemente esté sub-reportada por parte de los equipos, pero resulta un elemento importante a la hora de diseñar las interacciones y generar alternativas de diseño.

Por otro lado, respecto al modelado de usuarios y relevamiento de requerimientos de usabilidad es posible decir que existen áreas para trabajar en futuras intervenciones. De las respuestas de los equipos se infiere que hay el modelado de usuarios, tareas y contextos no está sistematizado en los equipos de proyecto. Esto genera que no se puedan establecer requisitos claros de usabilidad para informar el diseño y las etapas de evaluación. Hay equipos que explícitamente infieren requisitos únicamente a partir del input de reuniones con el cliente del proyecto y no realizan instancias de modelado u observación de los futuros usuarios en su contexto. En este sentido, existen oportunidades de mejora para incluir técnicas de investigación y modelado de usuarios (User Research) en los talleres iniciales de las intervenciones que es cuando los equipos están transitando estas etapas en los proyectos.

Respecto a las etapas de evaluación de usabilidad, como consecuencia de las intervenciones realizadas, existe mayor foco en la realización de pruebas de usabilidad a partir de la definición de tareas y ejecución de las mismas por parte de usuarios potenciales del sistema. De igual forma, algunos equipos reportan el uso de encuestas de satisfacción de usuario para medir el componente subjetivo de la usabilidad de forma complementaria a la realización de pruebas o análisis heurístico.

Finalmente, en términos particulares, los 3 equipos que participaron en las actividades de profundización de la intervención reportan mayor nivel de reflexión en torno a la usabilidad en sus tesis finales y en instancia de defensa de proyecto. Estos equipos adoptan las técnicas de investigación de usuarios y evaluación de usabilidad a lo largo del proyecto, incorporándolas al proceso definido por el equipo.

6. Conclusiones y trabajo futuro

6.1. Respuesta a la pregunta de investigación

En primer lugar, es importante analizar los resultados obtenidos en la investigación respecto a los objetivos definidos mediante nuestra pregunta genérica:

- RQ-GEN: ¿Cómo es posible orientar los procesos de desarrollo de software a la usabilidad?

En el estado del arte hemos identificado un problema de integración entre las disciplinas de la ingeniería de software y la interacción humano computadora, el diseño centrado en el usuario y otras disciplinas asociadas a la usabilidad y el diseño de la interacción. Esto genera que los procesos y metodologías de desarrollo de software no consideren elementos que permitan asegurar la usabilidad a lo largo del proceso.

Del mapeo sistemático de la literatura y posterior análisis de procesos de software orientados a la usabilidad es posible concluir que existe un interés por proponer procesos que consideren la usabilidad y acompañar la demanda generada por el mercado y las comunidades profesionales. Si bien el nivel de evidencia empírica y documentación de los procesos no permite la replicabilidad de dichos procesos en la mayoría de los casos, a partir de su análisis es posible detectar factores comunes a las propuestas de procesos de desarrollo de software orientados a la usabilidad. De esta forma es posible establecer guías comunes a la hora de orientar los procesos de software hacia la usabilidad:

- Procesos iterativos y con ciclos de feedback continuos por parte de los usuarios
- Fuerte foco en prototipación
- Incorporan evaluación de la usabilidad (mediante heurísticas o pruebas con usuarios)
- Caracterización y modelado de usuarios, tareas y contextos
- Existe una definición de objetivos y métricas de usabilidad
- Pueden tener definición de roles específicos

Sin embargo, el problema de la integración entre las disciplinas no está totalmente resuelto por la mera definición de aspectos de procesos. Los procesos requieren implantación y sobre todo capacitación. Existe en ese sentido un deber por parte de las carreras de ciencia de la computación que no incorporan conocimiento específico en forma obligatoria dentro de su estructura curricular sobre usabilidad y diseño de interacciones.

¿Cómo es posible enseñar a los futuros profesionales de la ingeniería del software las técnicas y prácticas que permiten establecer un proceso de desarrollo de software orientado a la usabilidad? Esta cuestión fue tratada utilizando la metodología de Estudio del Caso. La intervención educativa en el marco de los proyectos integradores finales de carrera permite a los alumnos reflexionar sobre la pertinencia de aplicar cierta técnica o metodología en el marco de un proyecto real del cual ellos tienen total control en la definición metodológica. Este esquema de aprendizaje permite la reflexión y que los estudiantes experimenten las prácticas en forma directa. Mediante una serie de intervenciones educativas, se logró mayor foco en la usabilidad por parte de los equipos de proyecto, generando aplicación de técnicas (por lo tanto, la orientación hacia la usabilidad de los procesos de software que cada equipo aplicaba) pero también la reflexión activa sobre el valor que aporta determinada práctica para el proceso y la síntesis de dicho aprendizaje mediante una reflexión escrita en la tesis. El aporte del estudio del caso está en definir un conjunto de intervenciones educativas que mejoran el aprendizaje y reflexión sobre la importancia de la usabilidad y de abordar dicho atributo de calidad en forma sistemática mediante la definición de procesos orientados a la usabilidad.

6.2. Amenazas a la validez

A lo largo del trabajo se detectan diversas limitantes y amenazas a la validez a los resultados obtenidos en el proceso de investigación.

Mapeo sistemático de la literatura

Respecto a la aplicación de la metodología de mapeo sistemático, del uso de Scopus como único motor de búsqueda representa una amenaza a la validez sobre los resultados obtenidos y los procesos identificados. Mediante snowballing y búsquedas exploratorias

en otras librerías digitales como ser IEEE se detectaron propuestas de procesos que fueron incluidas en forma manual.

Otra limitante detectada respecto al mapeo está relacionada con la falta de sinónimos estandarizados para las palabras relacionadas con Usabilidad. Por ejemplo, existen artículos que utilizan el término UCD, otros User Centered Design y otros User-Centered-Design conectado por guiones. Estas variantes también afectan al término Human Computer Interaction y representan una limitante para la cadena de búsqueda utilizada.

Otro elemento a considerar es que la búsqueda fue ejecutada en abril de 2015, en lugar de considerar un año natural. Esto dificulta la replicabilidad de los resultados obtenidos, al ser incierto el nivel de indexación de Scopus en dicho mes.

Por último, otra amenaza a la validez identificada es que durante la ejecución del mapeo sólo un investigador analizó la totalidad de las propuestas de procesos definidas como relevantes. Esto puede generar sesgo en la clasificación y análisis de los procesos considerados.

Intervención educativa sobre usabilidad

Por otro lado, en la ejecución del estudio del caso se detectaron las siguientes amenazas a la validez.

En primer lugar, es importante destacar que la encuesta para evaluar el estado de la práctica de la usabilidad en proyectos de ORTs fue realizada con todos los proyectos que entregaron en marzo de 2018 y marzo 2019 (antes y después de la intervención educativa). Por lo tanto, se obtuvo una visión global del estado de la práctica y una cobertura total de los proyectos que se entregaron en estos periodos.

En ambos casos, la encuesta fue enviada una vez que los proyectos ya habían entregado las tesis. Esto generó que algunas respuestas no tuvieran suficiente nivel de detalle o que las respuestas fueran repetidas para algunas preguntas.

Igualmente, algunas preguntas resultaron demasiado abiertas para los alumnos y pretendían estudiar más de un aspecto sobre determinadas prácticas. Por ejemplo, la pregunta 4 busca comprender el estado de la práctica respecto de la investigación y

modelado de usuarios del sistema o la pregunta 5 que buscaba comprender cómo se está diseñando y validando las interacciones del sistema. En ambas instancias surge del análisis de las respuestas obtenidas la falta de detalle por parte de los alumnos para explicar ciertos aspectos de los métodos aplicados durante el proyecto.

Otro aspecto que fue de utilidad para contrastar las respuestas de los alumnos fue revisar lo reportado en las tesis. En algunos casos este mecanismo brindó mayor detalle sobre la profundidad y la implementación de algunas prácticas (por ejemplo, cómo fue el proceso de prototipación). Sin embargo, este mecanismo de triangulación de la información no se utilizó durante el estudio de los resultados posteriores a la intervención (proyectos que entregaron en marzo de 2019). Como forma alternativa para evaluar el estado de la práctica antes y después de la intervención educativa fueron consultados tutores de ORTs mediante entrevista para triangular los resultados obtenidos y el análisis realizado a partir de las respuestas de la encuesta.

Por último, las actividades de profundización ejecutadas durante la intervención educativa fueron realizadas sobre 2 equipos que fueron tutorados por los autores de la investigación. Esto puede introducir sesgo en los resultados en relación al nivel de reflexión obtenido por dichos equipos en la instancia de tesis y defensa final del proyecto.

6.3.Publicación de resultados de la investigación

Durante este proyecto de investigación se han obtenido resultados publicables, tanto a nivel de investigación en usabilidad de software, como a nivel didáctico para la enseñanza de procesos orientados a la usabilidad.

Se presentó un artículo que presenta el protocolo y resultados del estudio de mapeo sistemático en la Conferencia Iberoamericana de Ingeniería de Software (CIbSE 2016) [34]. La presentación en la conferencia sirvió para recibir feedback sobre el proyecto de investigación y preparar el estudio de caso sobre intervención educativa sobre usabilidad.

El resultado detallado del mapeo se presentó mediante un catálogo [31] de 31 procesos de software orientados a la usabilidad publicado como documento de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay. Este catálogo puede ser utilizado como punto de partida para la integración de procesos de software orientados a la

usabilidad. El documento público puede ser consultado por estudiantes, tutores y profesionales de desarrollo de software.

Durante la intervención educativa se generaron dos tipos de documentos. Por un lado, un reporte de investigación sobre la metodología estudio de caso. Este reporte describe el contexto, objetivos y etapas de la intervención. Se planifica la publicación de este reporte de investigación enviando un artículo a una conferencia arbitrada sobre educación en ingeniería de software. Por otra parte, se generó el material didáctico aplicado en la intervención (talleres de iniciación, plantillas para pruebas con usuarios, guía de reflexión de usabilidad. Se planifica realizar una síntesis de este material didáctico para utilizarlo en ámbitos académicos o profesionales y continuar extendiendo la experiencia.

6.4. Trabajo futuro

Como parte del trabajo futuro, se deberá replicar en otro año académico las intervenciones realizadas para validar los resultados obtenidos dentro del laboratorio de ORTs^f. Para posibilitar esto, se recomienda trabajar en la formalización de la tutoría de rol en usabilidad y en la definición de activos de procesos que los equipos de proyecto puedan adaptar en el marco de la definición de sus procesos.

La intervención educativa ha generado material técnico y didáctico para alumnos y tutores de proyecto de fin de carrera. Sin embargo, este material debe ser integrado en una guía que capture los aprendizajes del estudio de caso y difundido internamente al equipo de tutores. Se planifica realizar un documento guía que permita la sustentabilidad de la enseñanza en la usabilidad en ORTs^f y además sirva como repositorio de buenas prácticas hacia el futuro.

De igual forma se podrá ampliar los instrumentos de diagnóstico definidos para evaluar el estado del arte del aprendizaje respecto a la usabilidad a otras unidades de estudio (por ejemplo, otras facultades o carreras de ciencias de la computación). De esta forma será posible ampliar el conocimiento disponible en el área.

Finalmente, se planifica realizar una integración del proceso de software orientado a la usabilidad en el contexto industrial. Si bien este contexto presenta desafíos similares (el perfil de los estudiantes por egresar es similar al de los profesionales), dentro de una

empresa los mecanismos para integrar un proceso pueden variar sustancialmente del ámbito académico (motivación de los profesionales, entrenamiento interno, monitoreo del proceso). Observar el fenómeno mediante un estudio de caso en empresa permitiría generalizar y profundizar los resultados de integración de procesos orientados a la usabilidad.

6.5. Conclusiones

En el contexto tecnológico actual la usabilidad toma un papel clave en la aceptación, adecuación y éxito del software moderno. Las aplicaciones de software son adoptadas por diversos tipos de usuarios para ejecutar distinto tipo de tareas en contextos heterogéneos. La definición de procesos de software es un medio para la sistematización del trabajo, la difusión del conocimiento y buenas prácticas y el establecimiento de una base para la mejora continua. Los procesos de software orientados a la usabilidad permiten definir un conjunto de actividades y tareas, prácticas, métodos y herramientas, artefactos y roles que posibilitan el desarrollo de software usable.

La investigación presenta el estado de arte actual en el área de procesos de software orientados a la usabilidad. Como resultado del mapeo se identificaron 31 propuestas de procesos orientados a la usabilidad. Durante los últimos años, la definición de procesos de software orientados a la usabilidad ha ido en aumento, siendo utilizado como uno de los medios para acortar la brecha existente entre la ingeniería de software y las disciplinas de usabilidad. La mayor parte de los procesos cuenta con evidencia de instanciación tanto en ámbitos industriales como académicos. Existen lineamientos comunes a todos los procesos que permiten brindar pautas a la hora de orientar un proceso de desarrollo de software a la usabilidad.

La definición de procesos de software permite acortar la brecha de conocimiento entre las disciplinas centradas en la usabilidad y la ingeniería de software. Sin embargo, es necesario abordar la enseñanza de usabilidad como parte de la formación curricular de los ingenieros de software. Esto puede hacerse en forma sistemática en el marco de los proyectos integradores de fin de carrera mediante la definición de intervenciones educativas. Estas intervenciones generan un impacto positivo en el nivel de conciencia de los estudiantes respecto a la importancia de la usabilidad en el marco del proyecto,

generando cambios en el proceso para permitir asegurar el atributo de calidad de forma sistemática.

7. Referencias bibliográficas

- [1] A. Seffah and E. Metzker, “The obstacles and myths of usability and software engineering,” *Commun. ACM*, vol. 47, no. 12, pp. 71–76, 2004.
- [2] A. Marcus, “User Interface Design’s Return on Investment: Examples and Statistics,” in *Cost-Justifying Usability (Second Edition)*, Second Edi., R. G. Bias and D. J. Mayhew, Eds. San Francisco: Morgan Kaufmann, pp. 17–39, 2005.
- [3] T. Ijaz and F. Andlib, “Impact of usability on non-technical users: Usability testing through websites,” in *National Software Engineering Conference*, pp. 37–42, 2014.
- [4] J. Nielsen, “The usability engineering life cycle,” *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 25, no. 3, 1992.
- [5] P. S. Pyla, M. a. Perez-Quinones, J. D. Arthur, and H. R. Hartson, “What we should teach, but don’t: proposal for cross pollinated HCI-SE curriculum,” *34th Annu. Front. Educ.*, pp. 16–21, 2004.
- [6] T. Granollers and E. U. P. A. J. Ii, “User Centred Design Process Model . Usability Engineering and Software Engineering Integration .,” *Interact 03*, pp. 2000–2002, 2003.
- [7] C. Collazos, T. Granollers, and C. Rusu, “A survey of human-computer interaction into the computer science curricula in iberoamerica,” *Proc. - 8th Int. Conf. Inf. Technol. New Gener.*, pp. 151–156, 2010.
- [8] ISO/IEC, *ISO/IEC 9126. Software engineering -- Product quality*. ISO/IEC, 2001.
- [9] ISO/IEC, “ISO/IEC 25000 - Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE,” ISO/IEC, 2005.
- [10] IEEE, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK(R)): Version 3.0*, 3rd ed. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 2014.
- [11] P. H. Feiler and W. S. Humphrey, “Software process development and enactment: concepts and definitions,” *Contin. Softw. Process Improv. Second Int. Conf.*, pp. 28–40, 1993.
- [12] IEEE, “IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology/IEEE Std 610.12-1990,” *Office*, vol. 1990. p. 96, 1990.
- [13] A. Sivaji, A. Abdullah, and A. G. Downe, “Usability testing methodology: Effectiveness of heuristic evaluation in E-government website development,” *Proc. - 5th Asia Int. Conf. Math. Model. Comput. Simul.*, pp. 68–72, 2011.
- [14] L. L. Constantine and L. A. D. Lockwood, “Usage-centered engineering for Web applications,” *IEEE Softw.*, vol. 19, no. 2, pp. 42–50, 2002.
- [15] J. I. Panach Navarrete, N. Juristo Juzgado, and Ó. Pastor, “Introducing usability in a conceptual modeling-based software development process,” *Lect. Notes Comput.*

Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics), vol. 7532 LNCS, no. 20080026, pp. 525–530, 2012.

- [16] G. A. García-Mireles, M. Á. Moraga, F. García, and M. Piattini, “Approaches to promote product quality within software process improvement initiatives: A mapping study,” *J. Syst. Softw.*, vol. 103, pp. 150–166, 2015.
- [17] T. da Silva, A. Martin, F. Maurer, M. Silveira, and T. Silva da Silva, “User-Centered Design and Agile Methods: A Systematic Review,” in *Agile Conference (AGILE)*, pp. 77–86, 2011.
- [18] O. Sohaib and K. Khan, “Integrating usability engineering and agile software development: A literature review,” in *International Conference on Computer Design and Applications*, vol. 2, pp. 32–38, 2010.
- [19] D. Salah, R. F. Paige, and P. Cairns, “A systematic literature review for agile development processes and user centred design integration,” in *International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pp. 1–10, 2014.
- [20] G. Jurca, T. D. Hellmann, and F. Maurer, “Integrating Agile and User-Centered Design: A Systematic Mapping and Review of Evaluation and Validation Studies of Agile-UX,” in *Agile Conference (AGILE)*, pp. 24–32, 2014.
- [21] M. Brhel, H. Meth, A. Maedche, and K. Werder, “Exploring principles of user-centered agile software development: A literature review,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 61, pp. 163–181, 2015.
- [22] W. Silva, N. M. C. Valentim, and T. Conte, “Integrating the Usability into the Software Development Process,” in *Proceedings of the 17th International Conference on Enterprise Information Systems*, vol. 3, pp. 105–113, 2015.
- [23] S. Greenberg, “Teaching human computer interaction to programmers,” *Interactions*, vol. 3, no. 4, pp. 62–76, 1996.
- [24] S. Greenberg and B. Buxton, “Usability evaluation considered harmful (some of the time),” in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 111–120, 2008.
- [25] M. B. Rosson, J. M. Carroll, and C. M. Rodi, “Case Studies for Teaching Usability Engineering,” *SIGCSE Bull.*, vol. 36, no. 1, pp. 36–40, 2004.
- [26] A. Cockburn and T. Bell, “Extending HCI in the computer science curriculum,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, vol. 3, pp. 113–120, 1998.
- [27] B. a. Kitchenham, D. Budgen, and O. Pearl Brereton, “Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 53, no. 6, pp. 638–651, 2011.
- [28] B. Kitchenham and S. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,” *Engineering*, vol. 2, 2007.

- [29] P. Runeson, M. Host, A. Rainer, and B. Regnell, *Case study research in software engineering: Guidelines and examples*. John Wiley & Sons, 2012.
- [30] M. Basseys, *Case study research in educational settings*. Buckingham: McGraw-Hill Education (UK), 1999.
- [31] J. I. Rocca and M. Solari, “Análisis de procesos de software orientados a la usabilidad,”. Documento de Investigación n.14, Universidad ORT Uruguay, Facultad de Ingeniería, 2018.
- [32] “Universidad ORT Uruguay,” *Laboratorio ORT Software Factory - Universidad ORT Uruguay*. URL: <https://fi.ort.edu.uy/2014/17/ensenanza.html>, Fecha de recuperación: 30/04/2019.
- [33] D. Mordecki, *Miro y entiendo - Guía práctica de Usabilidad web*, no. 2012. Biblioteca Concreta, Universidad ORT Uruguay, 2012.
- [34] J. I. Rocca and M. Solari, “Procesos de Software Orientados a la Usabilidad Un Mapeo Sistemático de la Literatura,” in *CIBSE - XIX Ibero-American Conference on Software Engineering*, 2016.

ANEXO - Diagnostico sobre Usabilidad



Diagnostico sobre
usabilidad - Google F

ANEXO - Material de talleres de iniciación



Workshop de
Usabilidad en proyect

ANEXO - Guía para la reflexión sobre usabilidad

Introducción

El propósito de esta guía es plasmar la reflexión realizada respecto al atributo de calidad usabilidad. Se destaca la importancia de la usabilidad en el marco del proyecto desarrollado así como el aprendizaje del equipo respecto del abordaje de este atributo de calidad. Se describen a continuación aspectos que resultan importantes a la hora de orientar un proceso de desarrollo de software hacia la usabilidad.

Requerimientos

Definición de usuarios

Definición de quiénes son los usuarios.

¿Cómo se identificaron, cómo se definieron/modelaron?

¿Qué objetivos tienen los usuarios?

¿Cómo el sistema los ayuda a lograr esto?

Tareas que realizan los usuarios

¿Cuáles son las funcionalidades que soportan las principales tareas de los usuarios dentro del sistema?

¿Cuál es la información requerida por parte de los usuarios?

¿Qué pasos tienen las tareas?

Contexto de uso del sistema

¿En qué contexto se ejecutan estas funcionalidades?

¿Qué tipo de variables del contexto afectan la concreción del objetivo?

Definición de requerimientos de usabilidad

Dada la definición de los usuarios, las tareas y los contextos:

¿Cómo medimos la usabilidad del producto?

Eficacia: ¿Los usuarios logran hacer la tarea, cumplir su objetivo?

Eficiencia: ¿Pueden hacerlo en pocos pasos o con pocos recursos cognitivos?

Satisfacción: ¿Hay placer al interactuar con el sistema?

Diseño de la interacción

Descripción del proceso

¿Cómo se diseñaron las interacciones y la UI?

¿Hubo múltiples diseños o alternativas de UI para una misma interacción?

¿Se utilizaron guías, plantillas o sistemas de diseño existentes?

¿Cómo se aseguró la consistencia de la UI?

¿Utilizaron técnicas y herramientas de prototipos? ¿Cómo fue su uso? Comentar tipos y niveles de prototipado utilizados (ej: alta o baja fidelidad, prototipos desechables o evolutivos, mago de oz, etc)

Evaluación

Pruebas

¿Cómo se ejecutaron las pruebas con usuarios?

¿Cómo se planificaron las sesiones de pruebas?

¿Qué interacciones se evaluaron?

¿Qué aspectos se evaluaron (diseño gráfico, interacción, contexto, etc)?

¿Qué aprendizajes/cambios fueron motivados por las pruebas con los usuarios?

¿Cuántos ciclos de prueba realizaron?

Evaluación

¿Utilizaron otros mecanismos de evaluación (ej heurísticas)?

Reflexión general sobre la metodología aplicada

Reflexiones generales y aprendizaje respecto a la usabilidad y el proceso aplicado:

¿Cómo la usabilidad impactó en el ciclo de vida utilizado?

¿Qué roles participaron de las tareas de usabilidad?

¿Qué mejorarían en la aplicación del método para futuros proyectos?

Cómo fue el relacionamiento con los clientes y usuarios:

- como se dio y cuando se dio
- medios de comunicación
- cantidad de instancias
- grado de participación

