

ANDRÉS FERNANDO SOLANO ALEGRÍA



**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN
COLABORATIVA DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE
TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Maestría en Computación**

**Popayán
2012**

ANDRÉS FERNANDO SOLANO ALEGRÍA

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN
COLABORATIVA DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE
TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA**

**Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones de la
Universidad del Cauca para la obtención del
Título de**

Magíster en Computación

**Director:
Dr. César Alberto Collazos
Universidad del Cauca**

**Co-director:
Dr. José Luis Arciniegas
Universidad del Cauca**

**Popayán
2012**

Agradecimientos

Durante este largo tiempo, tengo muchas cosas por agradecer a tantas personas que, en su momento, me han dado su apoyo incondicional, han creído en mi y en los momentos difíciles me han dado su mano, su apoyo, una voz de aliento. Traigo a la mente estas personas que listo ahora, seguro y son muchas más a quienes debo darle mis sinceros agradecimientos.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional, porque gracias a ellos he logrado conquistar un peldaño más en mi carrera. En especial agradezco a mis padres Liliana y Elvio, por darme la oportunidad de ser su hijo, por su ejemplo, por su amor, por su tiempo, por su empuje y fortaleza, por ser mi mayor inspiración y estímulo.

Agradezco a mi tutor César Collazos, quien ha sido el gestor primario de todo este proceso, el que me ha apoyado y ha confiado en mis capacidades más que ninguna otra persona, como sólo lo hacen los verdaderos amigos, gracias a él una gran meta se ha cumplido. Por sus enseñanzas académicas y personales y por sus miles de oportunidades le estaré enormemente agradecido. Ing, le agradezco por enseñarme que en la vida se puede ser un gran profesional, pero sobre todo, una gran persona.

También quiero agradecer de forma especial a mi co-tutor José Luis Arciniegas, quien me ha colaborado desinteresadamente en la realización de mi trabajo. Gracias por todos sus consejos, oportunidades y por su confianza.

Agradezco a mis compañeros, colegas y amigos que han estado al tanto de estos dos años, quienes me han dado sus consejos, sus voces de aliento en el momento que lo necesité: Yenny Méndez, Libardo Pantoja, Gabriel Chanchí, Juan Pablo Amaya, Pablo Ruíz, Carmen Sánchez, Helder Castrillón, Norma Rivera, Lorena Durán, Mabel Carvajal, Magaly Cerón, Eduardo García, Johan Tique, Diana Hurtado, Rocío Narváez, mil gracias a todos ellos por haber estado fielmente conmigo en las buenas y en las malas.

Al profesor Cristian Rusu de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y al profesor Alejandro Fernández de la Universidad Nacional de La Plata, les quedo infinitamente agradecido porque me ayudaron en el momento preciso.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que me han ayudado y que han vivido la realización de este trabajo de grado, desde lo más profundo del corazón les agradezco por haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad, mil gracias y Dios los bendiga.

Finalmente gracias a Dios, por haberme permitido trabajar en este proyecto con amor y pasión. “El que hace lo que ama será feliz, el que hace lo que ama está felizmente condenado al éxito, que llegará cuando debe llegar, porque lo que debe ser, será, y llegará naturalmente”.

Resumen

La usabilidad es considerada como uno de los atributos básicos de cualquier sistema interactivo. Corresponde a un concepto que engloba una serie de métricas y métodos con el objetivo de obtener sistemas fáciles de usar y de aprender. Los métodos de evaluación de usabilidad, que permiten medir la aplicación de este atributo, son bastante diversos. Su realización depende de variables tales como los costos, la disponibilidad de tiempo, recursos humanos, etc. Un gran número de métodos de evaluación de usabilidad se puede utilizar para evaluar aplicaciones de Televisión Digital Interactiva - TDi, pero la incógnita está en el nivel de la información que brinda cada uno de ellos y/o la combinación de unos con otros. Esta investigación se enfoca en el estudio de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi, planteando una propuesta metodológica de evaluación, con el fin de obtener la mayor cantidad de información relevante respecto a la usabilidad de este tipo de aplicaciones. Adicionalmente, los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica son diseñados de forma colaborativa, esto con el fin de generar resultados más adecuados respecto a las ventajas del trabajo colaborativo.

Palabras clave: Usabilidad, métodos de evaluación de usabilidad, aplicaciones de Televisión Digital Interactiva, propuesta metodológica de evaluación.

Abstract

Usability is considered one of the basic attributes of any interactive system. It is a concept that includes a set of metrics and methods with the objective to obtain systems easy to use and easy to learn. The usability evaluation methods, that allow the measurement of the usability attributes, are diverse. Its realization depends of variables like costs, time availability, human resources, etc. A large number of usability evaluation methods can be used to evaluate Interactive Digital Television – iDT applications, but the unknown is the level of information that gives each of them and/or combination with each other. This investigation is focused on the analysis of the usability evaluation methods in iDT applications, providing a usability evaluation methodological proposal, in order to obtain the major amount of relevant information when evaluating this type of applications. Additionally, the evaluation methods that make the methodological proposal are designed in a collaborative way, in order to generate adequate results regarding the benefits of collaborative work.

Key words: Usability, usability evaluation methods, digital interactive television applications, evaluation methodology proposal.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.3 HIPÓTESIS DE SOLUCIÓN	4
1.4 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	4
CAPÍTULO 2. BASE CONCEPTUAL	7
2.1 COMPONENTE USABILIDAD	7
2.1.1 <i>Usabilidad</i>	7
2.1.2 <i>Evaluación de usabilidad</i>	8
2.1.3 <i>Métodos de evaluación de usabilidad</i>	8
2.1.3.1 Métodos de inspección.....	9
2.1.3.2 Métodos de prueba.....	9
2.1.3.3 Comparación de los métodos de evaluación de la usabilidad.....	11
2.2 TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA	11
2.2.1 <i>Características de las aplicaciones de TDi</i>	12
2.3 USABILIDAD EN APLICACIONES DE TDI	12
2.3.1 <i>Problemas de usabilidad comunes en aplicaciones de TDi</i>	13
2.3.2 <i>Beneficios de la usabilidad en aplicaciones de TDi</i>	14
2.4 COMPONENTE COLABORATIVO	14
2.4.1 <i>Trabajo colaborativo</i>	14
2.4.2 <i>Sistemas colaborativos</i>	15
2.4.2.1 Ventajas y desventajas.....	16
2.4.3 <i>Ingeniería de Colaboración</i>	17
2.4.3.1 Elementos esenciales.....	17
2.4.3.1.1 Patrones de colaboración	17
2.4.3.1.2 Thinklets	19
2.4.4 <i>Metodología para diseñar métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos</i>	19
CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN APLICACIONES DE TDI	23
3.1 APLICACIONES OBJETO DE ESTUDIO	23
3.2 EVALUACIONES REALIZADAS	26
3.2.1 <i>Evaluación Heurística</i>	26
3.2.2 <i>Pruebas/prototipos de papel</i>	27

3.2.3 <i>Pensamiento en voz alta</i>	27
3.2.4 <i>Interacción Constructiva</i>	28
3.2.5 <i>Experimentos formales</i>	29
3.2.6 <i>Métodos de interrogación</i>	29
3.2.7 <i>Grabación del uso</i>	30
3.2.8 <i>Medida de prestaciones</i>	30
3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
3.3.1 <i>Tiempos involucrados</i>	31
3.3.2 <i>Problemas identificados</i>	34
3.4 PARTICULARIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD SOBRE APLICACIONES DE TDI	37
CAPÍTULO 4. HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA APLICACIONES DE TDI.....	41
4.1 DEFINIENDO HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA APLICACIONES DE TDI.....	41
4.2 HEURÍSTICAS DE USABILIDAD	42
4.2.1 <i>Experimentación con las heurísticas para aplicaciones de TDi</i>	46
4.2.1.1 Perfil de los evaluadores	46
4.2.1.2 Conclusiones de la evaluación	46
4.2.1.3 Resumen de resultados de las evaluaciones.....	47
CAPITULO 5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE TDI	49
5.1 PROPUESTA METODOLÓGICA DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD	49
5.1.1 <i>Evaluación global</i>	51
5.1.2 <i>Evaluación específica</i>	51
5.1.3 <i>Evaluación sin restricciones de tiempo</i>	52
5.2 DISEÑO COLABORATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN QUE CONFORMAN LA PROPUESTA METODOLÓGICA	53
5.2.1 <i>Evaluación Heurística</i>	54
5.2.1.1 Fase 1: Diagnóstico del método de evaluación de usabilidad.....	54
5.2.1.2 Fase 2: Evaluación de la actividad	55
5.2.1.3 Fase 3: Descomposición de la actividad.....	56
5.2.1.3.1 Asociación de patrones de colaboración a las subactividades colaborativas	56
5.2.1.4 Fase 4: Relación de Thinklets	57
5.2.1.4.1 Aspectos para seleccionar los Thinklets	57
5.2.1.4.2 Relación de Thinklets.....	58
5.2.1.5 Fase 5: Documentación de diseño	59
5.2.1.5.1 Documentación del diseño de las actividades que conforman la etapa de planeación.....	59
5.2.1.5.2 Documentación del diseño de las actividades que conforman la etapa de ejecución	63
5.2.1.5.3 Tiempo estimado para ejecutar el método	69
5.2.1.6 Fase 6: Validación del diseño	69
5.2.1.6.1 Simulación	69
5.2.1.6.2 Prueba piloto.....	70
5.2.2 <i>Selección de herramientas software de soporte para ejecutar las actividades colaborativas que conforman los métodos de evaluación</i>	70
5.2.2.1 Wiki semántica	72

CAPÍTULO 6. EXPERIMENTACIÓN	75
6.1 SESIÓN DE FOCUS GROUP.....	75
6.1.1 <i>Participantes de la discusión</i>	75
6.1.2 <i>Resultados de la discusión</i>	75
6.2 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA.....	77
6.2.1 <i>Aplicaciones objeto de estudio</i>	77
6.2.2 <i>Evaluación de la propuesta metodológica ejecutando los métodos tradicionales</i> ..	77
6.2.2.1 Evaluación heurística	78
6.2.2.2 Interacción Constructiva	78
6.2.2.3 Experimentos formales.....	79
6.2.2.4 Métodos de interrogación	79
6.2.3 <i>Evaluación de la propuesta metodológica ejecutando los métodos diseñados de forma colaborativa</i>	79
6.2.3.1 Evaluación Heurística.....	80
6.2.3.1.1 Participantes de la Prueba Piloto	80
6.2.3.1.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación	81
6.2.3.1.3 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución ..	81
6.2.3.2 Interacción Constructiva	81
6.2.3.2.1 Participantes de la Prueba Piloto	81
6.2.3.2.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación	82
6.2.3.2.3 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución ..	82
6.2.3.3 Entrevistas	82
6.2.3.3.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación	82
6.2.3.3.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución ..	82
6.2.3.4 Experimentos Formales.....	82
6.2.3.4.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación	82
6.2.3.4.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución ..	82
6.2.3.5 Cuestionarios	83
6.2.3.5.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación	83
6.2.3.5.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución ..	83
6.2.4 <i>Herramientas software utilizadas para la ejecución de las actividades colaborativas que conforman los métodos de evaluación</i>	83
6.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
6.3.1 <i>Tiempos involucrados</i>	84
6.3.1.1 Tiempos demorados ejecutando los métodos de evaluación tradicionales.....	84
6.3.1.2 Tiempos demorados ejecutando los métodos de evaluación colaborativos	85
6.3.1.3 Análisis de los tiempos demorados	87
6.3.2 <i>Problemas de usabilidad identificados</i>	88
6.3.3 <i>Conclusiones de la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi</i>	89
CAPÍTULO 7. EXPERIENCIAS Y RECOMENDACIONES	91
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	95
8.1 CONCLUSIONES	95
8.2 TRABAJO FUTURO	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

Lista de tablas

TABLA 1. PATRONES DE COLABORACIÓN.....	18
TABLA 2. TIEMPOS INVOLUCRADOS EN LAS ETAPAS DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	32
TABLA 3. TIEMPOS INVOLUCRADOS EN LAS ETAPAS DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN POR ESCALA DE TIEMPO.	33
TABLA 4. PROBLEMAS EVALUACIÓN HEURÍSTICA CONFIRMADOS POR MÉTODOS DE PRUEBA.....	35
TABLA 5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN APLICACIONES DE TDI.....	37
TABLA 6. TIEMPOS DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN APLICACIONES DE TDI..	39
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD.	39
TABLA 8. HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA APLICACIONES DE TDI.....	42
TABLA 9. MAPEO ENTRE HEURÍSTICAS PARA APLICACIONES DE TDI Y HEURÍSTICAS DE NIELSEN. .	47
TABLA 10. PROBLEMAS DE USABILIDAD IDENTIFICADOS EN LAS APLICACIONES.....	47
TABLA 11. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO: EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	54
TABLA 12. ACTIVIDADES GENERALES DE LA ETAPA DE PLANEACIÓN.....	55
TABLA 13. ACTIVIDADES GENERALES DE LA ETAPA DE EJECUCIÓN.	55
TABLA 14. DESCOMPOSICIÓN DE LA ACTIVIDAD Nº 6.....	56
TABLA 15. ASOCIACIÓN DE PATRONES A LA SUBACTIVIDAD Nº 6.1: CREACIÓN DE UNA LISTA INTEGRADA DE PROBLEMAS.....	57
TABLA 16. RELACIÓN DE THINKLETS DE LA SUBACTIVIDAD Nº 6.1: CREACIÓN DE UNA LISTA INTEGRADA DE PROBLEMAS.....	59
TABLA 17. AGENDA DETALLADA CON LAS ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA ETAPA DE PLANEACIÓN.....	61
TABLA 18. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA ACTIVIDAD Nº 6: CREACIÓN DE LA LISTA INTEGRADA DE PROBLEMAS DE USABILIDAD.....	63
TABLA 19. AGENDA DETALLADA CON LAS ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA ETAPA DE EJECUCIÓN.	65
TABLA 20. TIEMPO ESTIMADO PARA REALIZAR EL MÉTODO: EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	69
TABLA 21. HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES COLABORATIVAS..	72
TABLA 22. TIEMPOS DEMORADOS POR LOS MÉTODOS TRADICIONALES.....	85
TABLA 23. TIEMPOS DEMORADOS EN REALIZAR LOS CAMINOS DE EVALUACIÓN – MÉTODOS TRADICIONALES.....	85
TABLA 24. TIEMPOS DEMORADOS POR LOS MÉTODOS COLABORATIVOS.....	86
TABLA 25. TIEMPOS DEMORADOS EN REALIZAR LOS CAMINOS DE EVALUACIÓN – MÉTODOS COLABORATIVOS.....	87
TABLA 26. PROBLEMAS DE USABILIDAD IDENTIFICADOS POR LOS MÉTODOS QUE CONFORMAN LA PROPUESTA METODOLÓGICA.....	88

Lista de figuras

FIGURA 1. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD COLABORATIVOS.	20
FIGURA 2. ELEMENTOS DE UN MFP.	21
FIGURA 3. MENÚ PRINCIPAL DE LA EPG.	24
FIGURA 4. OPCIÓN "SEMANA" DE LA EPG.	24
FIGURA 5. MENSAJES PUBLICADOS EN EL TABLÓN.	25
FIGURA 6. MENSAJES ENVIADOS A TRAVÉS DEL CHAT.	25
FIGURA 7. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE TDI – EVALUACIÓN GLOBAL.	51
FIGURA 8. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE TDI – EVALUACIÓN ESPECÍFICA.	52
FIGURA 9. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES DE TDI – SIN RESTRICCIONES DE TIEMPO.	53
FIGURA 10. FRAGMENTO DEL MAPA DE SELECCIÓN.	58
FIGURA 11. MFP DE LA ETAPA DE PLANEACIÓN DEL MÉTODO: <i>EVALUACIÓN HEURÍSTICA</i>	60
FIGURA 12. MFP DE LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL MÉTODO: <i>EVALUACIÓN HEURÍSTICA</i>	64

Capítulo 1. Introducción

La Televisión Digital Interactiva (TDi) está creciendo en popularidad, y actualmente con las innovaciones en la tecnología, ya ocupa un lugar de importancia en la sociedad [1]. La TDi está llamada a garantizar un grado de cubrimiento mayor sobre la población que Internet, lo anterior teniendo en cuenta el apagón analógico que se dará en Latinoamérica en los próximos años y la amplia penetración de la televisión convencional en Colombia. Esto convierte a la TDi en un medio con gran potencial para que los usuarios accedan a aplicaciones interactivas y puedan entretenerse, informarse, comunicarse o usar estas tecnologías para diferentes contextos de aplicación. Lo anterior implica un constante desafío, como es mejorar la calidad de las aplicaciones de TDi.

Uno de los factores más importantes al evaluar la calidad de un sistema interactivo corresponde al éxito o fracaso del usuario en las tareas que realiza. La satisfacción del usuario durante la realización de estas tareas, y el entendimiento real de la estructura del sistema con el cual interactúa también son factores a considerar [2].

En el entorno actual, en el que las aplicaciones interactivas están dirigidas a un público cada vez más amplio, a usuarios cada vez menos expertos en el manejo de las mismas, la usabilidad es un atributo fundamental para el éxito de dichas aplicaciones. La usabilidad es un concepto que engloba una serie de métricas y métodos con el objetivo de obtener sistemas fáciles de usar y de aprender. Es la característica de calidad más visible, puesto que determina la satisfacción del usuario con el sistema, lo que a su vez determina la postura de éste al volver a utilizar el mismo [2]. En muchos casos, la realización de pequeñas mejoras en la usabilidad de un sistema contribuye a un significativo aumento de la calidad de la experiencia del usuario con el mismo [2].

Por otro lado, cada día se requiere de un grupo de personas para la solución de problemas complejos. El desarrollo de aplicaciones de TDi y en particular sus métodos de evaluación no son ajenos a esta realidad. Para realizar la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi convendría disponer de varias personas con diferentes perspectivas en el momento de ejecutar la misma. En las organizaciones, el proceso de desarrollo de aplicaciones interactivas incluye personas de diversas áreas de experticia, su evaluación debería realizarse de manera similar e incluir un grupo de evaluadores interdisciplinarios, por ejemplo: de los profesionales en Interacción Humano Computador (HCI, por sus siglas en inglés Human Computer Interaction), quienes se encargan de alcanzar las especificaciones, necesidades y gustos de los usuarios. También se necesita de la experiencia de diseñadores de interacción, expertos en usabilidad, arquitectos de información, diseñadores gráficos, expertos en diseño centrado en usuarios, psicólogos, etc. Realizar la evaluación de usabilidad resulta muy difícil sin la colaboración de otras personas, debido a que constantemente se presentan actividades más complejas que requieren la experiencia de diversas personas.

La usabilidad reduce los errores ocasionados por los usuarios y lleva a que estos realicen las tareas de manera más eficiente y efectiva, aumentando así su satisfacción y mejorando su experiencia global con la aplicación o sistema con el cual interactúan. Una variedad de investigadores como [3][4][5][6][7][8], han ejecutado varios métodos que intentan evaluar el grado de satisfacción de la usabilidad de una aplicación de TDi. Sin embargo, en la ejecución de esos métodos no se considera la posibilidad de involucrar a un grupo de personas que

trabajen de forma colaborativa en el proceso de evaluación.

Esta investigación se enfoca en el estudio de los métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones de TDi, contrastando sus características, e identificando un conjunto de métodos que van a constituir la propuesta metodología para evaluar de forma colaborativa la usabilidad de aplicaciones de TDi, con el fin de obtener la mayor cantidad de información relevante respecto a la usabilidad de este tipo de aplicaciones, considerando tiempos involucrados en las evaluaciones, criticidad de los problemas de usabilidad, etc.

1.1 Planteamiento del Problema

Generalmente, los desarrolladores prestan mucha atención en lo que se refiere a la funcionalidad y aspectos técnicos y de implementación de un sistema, sin considerar de forma correcta la parte de interacción del usuario con el propio sistema, situación que toma una gran importancia al hablar de aplicaciones de TDi, cuya principal característica es la interacción con el usuario.

La evaluación de la usabilidad de un sistema software es una de las etapas más importantes dentro del diseño centrado en el usuario, ya que permite obtener las características de la usabilidad del sistema y la medida en que los atributos, paradigmas y principios de usabilidad se están aplicando en éste [9].

Los métodos de evaluación de usabilidad, que permiten medir la aplicación de éste atributo en cierto sistema y bajo ciertos factores, son bastante diversos. Su realización depende de variables tales como los costos, la disponibilidad de tiempo, recursos humanos que interpreten los resultados, etc. Así, la elección de un método de evaluación para medir la usabilidad de una aplicación no resulta sencilla. Teniendo en cuenta lo anterior, hay una necesidad de establecer una propuesta metodológica que podría dar lugar a aplicaciones de TDi con un alto nivel de usabilidad; una propuesta metodológica que incluya métodos precisos para evaluar la usabilidad de este tipo de aplicaciones.

Adicionalmente, para mejorar el proceso de evaluación de usabilidad definido tradicionalmente y poder garantizar aplicaciones de TDi usables, los métodos que conformen la propuesta metodológica serán diseñados de tal forma que integren procesos colaborativos (en los que participan varias personas, como por ejemplo: profesionales que estén directamente implicados en el desarrollo de la aplicación, usuarios finales, expertos en usabilidad, entre otros) y definan los roles de los miembros del grupo, el proceso de comunicación a establecer, etc. De esta manera, en el proceso de evaluación de usabilidad van a participar personas con diferentes habilidades y conocimientos, involucrando usuarios potenciales y actuales, expertos en usabilidad, entre otros [10]. Formar equipos interdisciplinarios que trabajen conjuntamente para el desarrollo de sistemas interactivos resulta muy adecuado, ya que se logra obtener información sobre los aspectos psicológicos del usuario, la ergonomía del equipamiento, los aspectos sociales, temas del diseño del sistema, diseño gráfico, comunicación, etc. [10].

Los diferentes métodos de evaluación de usabilidad tienen fortalezas y debilidades y están enfocados a evaluar aspectos específicos de usabilidad, por lo que expertos en usabilidad afirman que “es recomendable combinarlos en una evaluación para complementarlos entre sí” [11][12]. Varios métodos de evaluación de usabilidad pueden ser realizados sobre aplicaciones de TDi, pero la incógnita está en el nivel de la información que entrega cada

uno de ellos y/o la combinación de unos con otros. El problema surge, entonces, al momento de decidir cuál de los métodos de evaluación de usabilidad existentes, o cuál de sus combinaciones, es la más pertinente sobre aplicaciones de TDi, de manera que pueda obtenerse la mayor cantidad de información relevante, considerando tiempos razonables, obtención de problemas importantes, etc., por tal razón surge la pregunta de investigación: **¿cuáles de los métodos de evaluación de usabilidad existentes son los más pertinentes para ejecutar sobre aplicaciones de TDi? y ¿cómo poder estructurar dichos métodos de forma colaborativa, de tal manera que permitan obtener efectivamente información sobre la usabilidad de este tipo de aplicaciones?** Teniendo en cuenta estas preguntas, la investigación se enfoca en el estudio de los métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones de TDi. Un conjunto de métodos van a constituir la propuesta metodológica para que pueda brindar la información de la usabilidad de forma más completa e íntegra que la realización de los métodos de evaluación de forma indiscriminada e independiente.

La propuesta metodológica incluirá una combinación de métodos de evaluación que permita obtener información adecuada respecto a la usabilidad de aplicaciones de TDi. Adicionalmente, los métodos que conforman la propuesta metodológica serán diseñados de tal forma que integren aspectos de trabajo colaborativo, esto con el fin de generar resultados más adecuados respecto a las ventajas del mismo. Con esto los participantes de la evaluación de usabilidad van a trabajar en equipo fomentando la interacción entre ellos. La evaluación colaborativa de la usabilidad permitirá generar aplicaciones de TDi más fáciles de usar y/o aprender de tal manera que se contribuya en la satisfacción de los usuarios.

Es importante destacar que los usuarios y sus necesidades toman la mayor importancia en este trabajo de investigación y alrededor de ellos gira la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, ya que finalmente son ellos quienes utilizan las aplicaciones para alcanzar un objetivo determinado. Lo buscado es que ellos alcancen dichos objetivos de manera fácil y eficiente, lo que contribuye directamente a su satisfacción.

En la actualidad, se están desarrollando proyectos relacionados con la creación de aplicaciones para TDi dentro de la Universidad del Cauca, razón por la cual, el presente trabajo está enmarcado en el proyecto de investigación: ST-CAV, *Servicios de T-Learning para Soportar una Comunidad Académica Virtual* [13], financiado por Colciencias y el Sena, el cual tiene como objetivo general: Construir y desarrollar servicios/aplicaciones de soporte para la conformación de una Comunidad Académica Virtual (CAV), a través de la integración de la TDi y tecnologías de la web. Un conjunto de aplicaciones generadas en este proyecto servirán para realizar algunas de las actividades que conforman el presente trabajo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Establecer una propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital

- Interactiva.
- Definir la herramienta software existente más adecuada que guíe la ejecución de los métodos planteados en la propuesta metodológica.
- Evaluar la propuesta metodológica, a través de focus groups con expertos y la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva, definidas en el proyecto ST-CAV, utilizando la herramienta software definida.

1.3 Hipótesis de solución

El planteamiento de la hipótesis del proyecto de investigación está en torno a la realización de la propuesta metodológica para la evaluación de usabilidad y su efectividad al momento de obtener información sobre la usabilidad de aplicaciones de TDi. Así, se define la hipótesis de investigación y la hipótesis nula de la siguiente manera:

Hipótesis de Investigación: El desarrollo de una propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, brinda la información de la usabilidad de forma más completa e íntegra, que la realización de los métodos de evaluación de forma indiscriminada e independiente.

Hipótesis Nula: El desarrollo de una propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, no brinda la información de la usabilidad de forma más completa e íntegra, que la realización de los métodos de evaluación de forma indiscriminada e independiente.

De esta forma, se espera que al finalizar el proyecto la hipótesis sea satisfecha, a base de los procedimientos empíricos a lo largo de la presente investigación.

1.4 Organización del documento

La organización del documento de trabajo de grado se divide en 8 capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación:

El **Capítulo 1**, es el capítulo actual referente a la introducción, el cual se ha dividido en el planteamiento del problema, los objetivos del trabajo de grado, la hipótesis de solución y la estructura del documento.

En el **Capítulo 2**, se presentan los referentes teóricos necesarios para comprender la información presentada en el documento. Los referentes teóricos se dividen en los grupos: Componente usabilidad, Televisión Digital Interactiva y Componente colaborativo.

En el **Capítulo 3**, se presenta la ejecución de métodos de evaluación de usabilidad sobre un conjunto de aplicaciones de TDi objeto de estudio. Entre la información presentada se encuentra el diseño de los diferentes métodos, conclusiones a partir de los resultados obtenidos en la realización de los métodos de evaluación y análisis de resultados. Adicionalmente, se presenta una particularización de los métodos de evaluación sobre aplicaciones de TDi.

En el **Capítulo 4**, se presenta un conjunto de 14 heurísticas para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi, las cuales se han obtenido a partir del desarrollo de la *Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad* [14].

En el **Capítulo 5**, se presenta la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi. Este capítulo presenta los distintos caminos para ejecutar los métodos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica, dependiendo de los objetivos de la evaluación. Adicionalmente, en este capítulo se presenta la documentación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica, y además, se presenta información acerca de las herramientas software que dan soporte a la realización de las actividades que conforman los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa.

En el **Capítulo 6**, se presenta la evaluación de la propuesta metodológica mediante una sesión de *focus group* con expertos y la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi. Adicionalmente, este capítulo presenta el análisis de los resultados obtenidos a partir de la experimentación con los métodos tradicionales que conforman la propuesta metodológica versus los métodos que se han diseñado de forma colaborativa. También, se presentan algunas conclusiones sobre la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

En el **Capítulo 7**, se presentan las experiencias obtenidas gracias a la investigación y al trabajo con equipos multidisciplinares (en ambientes de trabajo colaborativo) y con usuarios potenciales de aplicaciones de TDi. También, se presentan algunas recomendaciones a tener en cuenta para futuros trabajos que tengan en cuenta estos aspectos.

Finalmente, en el **Capítulo 8** se presentan las conclusiones de los resultados obtenidos y su articulación con los objetivos planteados. Adicionalmente, se presenta el trabajo futuro a realizar para fortalecer el presente trabajo.

Capítulo 2. Base conceptual

A continuación se presentan los referentes teóricos que forman parte de la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

2.1 Componente usabilidad

2.1.1 Usabilidad

El estándar ISO/IEC 9241 define la usabilidad como el “grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico” [15]. La efectividad se refiere a la precisión y completitud con que el usuario alcanza objetivos concretos, la eficiencia se refiere a los recursos usados para completar estos objetivos por parte del usuario y la satisfacción está relacionada con la comodidad y postura del usuario durante la interacción con el producto.

La usabilidad corresponde a uno de los atributos básicos de cualquier sistema, además, según Nielsen la usabilidad es una cualidad demasiado abstracta como para ser medida directamente. Para poder estudiarla se descompone habitualmente en los siguientes cinco atributos básicos [16]:

- *Facilidad de aprendizaje*: el sistema debe ser fácil de aprender para que cualquier usuario pueda rápidamente realizar tareas en el sistema sin mayores problemas. Se mide normalmente por el tiempo necesario para cumplir ciertas tareas, previa distinción entre usuarios expertos e inexpertos.
- *Recuerdo en el tiempo*: el sistema debe ser fácil de recordar, para que un usuario casual del sistema (que no utiliza el sistema regularmente) sea capaz de retornar a éste después de un período de tiempo sin usarlo, sin tener que aprender todo de nuevo. Se mide por el tiempo necesario por usuarios que no han utilizado últimamente el sistema para realizar ciertas tareas del sistema.
- *Eficiencia*: el sistema debe ser eficiente al usarlo, de modo que cuando un usuario ha aprendido a usar el sistema, éste pueda obtener el más alto nivel de productividad posible. Cuanto mayor es la usabilidad del sistema, más rápido es el usuario al utilizarlo, por lo que las tareas del usuario se concretan más rápidamente. Se mide por el tiempo necesario por usuarios expertos para cumplir ciertas tareas típicas del sistema.
- *Tasa de errores*: el sistema debe tener una baja tasa de errores, para que los usuarios cometan la menor cantidad posible de errores durante la interacción con el sistema, y para que cuando los cometan puedan fácilmente recuperarse de estos. Los errores reducen la eficiencia y satisfacción del usuario. Se mide por la cantidad de errores cometidos por los usuarios al realizar tareas típicas.
- *Satisfacción*: el sistema debe ser placentero al usarlo. Cuando los usuarios quedan subjetivamente satisfechos al usar un sistema, el sistema les gusta. Se mide normalmente por medio de cuestionarios.

En las formas de medir los atributos de usabilidad se puede notar la importancia de la diferenciación entre los tipos de usuario de los sistemas, ya que se consideran los tiempos que emplea cada uno de los tipos de usuario en realizar ciertas tareas, como base para

obtener la medida en que los atributos de usabilidad están implementados en un sistema. Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se considerará esta definición como el significado preciso para el término *Usabilidad*, ya que corresponde a la norma ISO y representa completamente el sentido del término en cuestión.

2.1.2 Evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad se ha determinado como la actividad que comprende un conjunto de métodos que analizan la calidad de uso de un sistema interactivo, en diferentes etapas del ciclo de vida del desarrollo [17]. Este proceso puede ser llevado a cabo por personas con diferentes habilidades y conocimientos, involucrando usuarios potenciales y actuales, expertos en usabilidad, diseñadores de sistemas, entre otros. Es necesario realizar la evaluación de usabilidad, para validar que el producto final cumple con los requerimientos y es usable [18]. La evaluación tiene tres objetivos principales [19]:

- Evaluar el alcance y la accesibilidad de la funcionalidad de los sistemas. Evaluar la funcionalidad del sistema, debe estar orientada a identificar que las funcionalidades cumplan con los requerimientos del usuario.
- Evaluar la experiencia del usuario en su interacción con el sistema.
- Identificar problemas específicos del sistema. El objetivo final de la evaluación es identificar problemas específicos en el diseño [19].

2.1.3 Métodos de evaluación de usabilidad

La evaluación de la usabilidad de un sistema software es una de las etapas más importantes dentro del diseño centrado en el usuario, ya que permite obtener las características de la usabilidad de un sistema y la medida en que los atributos, paradigmas y principios de usabilidad se están aplicando en éste [2]. Es por esto que los métodos de evaluación de usabilidad se han convertido en una fuente interesante de estudio por parte de los investigadores de la usabilidad, sus características de aplicación, la variedad de métodos existentes y los resultados que entregan.

Existen diversos métodos de evaluación de usabilidad, cada uno con sus características propias, los cuales se pueden desarrollar sobre diferentes representaciones del sistema, sean prototipos en papel, prototipos funcionales, sistemas terminados, etc. Estos métodos permiten establecer una comunicación entre el usuario y los desarrolladores, ya que estos últimos identifican los objetivos, percepciones, problemas y cuestionamientos de los usuarios [2]. Adicionalmente, los métodos de evaluación de usabilidad permiten validar las decisiones de diseño, descubriendo los problemas y los aciertos asociados al sistema, marcando las diferencias y pensamientos comunes, respectivamente, entre los desarrolladores y los usuarios [2].

Los métodos de evaluación de usabilidad se clasifican en dos grupos [2]:

- *Métodos de Inspección*: consisten en inspecciones del diseño de la interfaz usando métodos empíricos.
- *Métodos de Prueba*: consisten en pruebas empíricas del diseño de la interfaz con usuarios representativos.

Estas clasificaciones y los principales métodos involucrados en cada uno de los grupos se presentan a continuación.

2.1.3.1 Métodos de inspección

Los métodos de inspección corresponden a métodos de evaluación de usabilidad en que se realizan inspecciones del diseño de la interfaz usando métodos heurísticos. Son realizados por expertos en usabilidad, y se basan en el recorrido y análisis del sistema que se está evaluando, identificando errores y problemas de diseño. Se basan en el conocimiento y experiencia de los expertos [16].

Dentro de este grupo de métodos los más relevantes son [2][11]: evaluación heurística, recorrido cognitivo, recorrido pluralista, inspección de estándares, análisis de acciones. La descripción de estos métodos se presenta en el Anexo A.1, destacando sus características más relevantes.

2.1.3.2 Métodos de prueba

Los métodos de prueba corresponden a métodos de evaluación de usabilidad que realizan pruebas empíricas del diseño de la interfaz con usuarios representativos, es decir, son pruebas basadas en la experiencia real de los usuarios. Los usuarios realizan tareas concretas en el sistema, los evaluadores analizan los resultados para determinar si la interfaz brinda a los usuarios el soporte que requieren para la realización de dichas tareas [16].

Dentro de las características más importantes de estos métodos de evaluación de usabilidad está el hecho de que la evaluación es realizada bajo condiciones controladas y de la forma más representativa posible de la realidad (lugar real de trabajo con el sistema o laboratorios de usabilidad), en donde los usuarios realizan ciertas acciones asignadas por los evaluadores con el fin de obtener información de su experiencia con el sistema que se está analizando, de manera de encontrar problemas de usabilidad [16].

Las ventajas de realización de los métodos de prueba son la representatividad del mundo real del entorno de la prueba y la buena capacidad de encontrar problemas importantes y recurrentes de la usabilidad del sistema en evaluación. Ahora bien, la desventaja más importante está en el costo de establecimiento de las instalaciones necesarias para un ambiente lo más representativo posible [2].

Según Nielsen [17] los métodos de prueba pueden ser desarrollados con dos propósitos: 1) **Formativo**: ayudar a mejorar el diseño de la interfaz, permitiendo aprender el por qué de los errores encontrados. Se realiza una recolección de datos, correspondientes a observaciones cualitativas de lo que está pasando y por qué. 2) **Aditivo**: evaluar la calidad en general de la interfaz, realizando comparaciones de alternativas de diseño y definición de requerimientos de eficiencia. Se realiza una recolección de datos cuantitativos como los tiempos envueltos en una tarea, cantidad de errores, etc.

El lugar físico de desarrollo de los métodos de prueba es un aspecto muy importante ya que, al ser pruebas empíricas, los usuarios deben sentirse cómodos en el lugar en que realizan las pruebas y debe ser un ambiente lo más representativo posible de la realidad, sino el mismo lugar de interacción con el sistema. Para este objetivo, se han construido los denominados laboratorios de usabilidad. Los laboratorios de usabilidad son diseñados exclusivamente para la realización de los métodos de prueba de usabilidad. Estos permiten tener un mayor control sobre el usuario y las acciones que realizan, así, las medidas se tornan más precisas [2]. De esta manera, para los evaluadores el laboratorio de usabilidad resulta muy provechoso, por las ventajas y características que ofrece; para los participantes

de las pruebas, sin embargo, el hecho de tener que trasladarse a estos laboratorios puede ser un obstáculo en ciertas ocasiones.

Los métodos de evaluación de usabilidad siguen un mismo proceso, en donde es necesaria la preparación de la prueba a realizar, el entorno de la prueba, definición de los perfiles de usuarios, selección de los usuarios representativos, diseño de la prueba, entre otros aspectos. Para realizar los métodos es necesario seguir algunos pasos, los cuales se presentan a continuación [2]:

- Definición de la prueba: en este paso se definen aspectos básicos para realizar la prueba como: propósito de la prueba, perfiles de usuarios, lista de tareas, entorno de la prueba, datos a recolectar, entre otros. Esto con el fin de obtener una clara visión del plan y los objetivos de la prueba.
- Selección de participantes: los participantes de la prueba deben corresponder a usuarios representativos que se ajusten en alguno de los perfiles de usuario definidos en el paso anterior.
- Preparación de los materiales: preparación de la documentación necesaria para realizar la prueba, como los acuerdos de confidencialidad, posibles documentos de orientación sobre la prueba, apuntes para evaluar el progreso de la prueba, cuestionarios pre y pos prueba y cualquier documento que se deba disponer.
- Ejecución de prueba piloto: antes de realizar la prueba misma es necesario ejecutar una prueba piloto, que asegure una correcta definición de la prueba y de los pasos que la conforman. Sirve para evaluar el correcto desempeño de los implementos, para estimar la duración de las tareas y del proceso. Se debe realizar previamente a la ejecución de las pruebas reales para tomar medidas correctivas si es necesario.
- Realización de la prueba: los participantes realizan la prueba de usabilidad. Debe existir una persona encargada de la comunicación con el participante, mientras los analistas se encargan de observar el proceso para obtener la información necesaria. Es importante recalcar al participante que la prueba pretende evaluar la usabilidad del producto, no el nivel de eficiencia o inteligencia de la persona. El participante realiza las tareas que se le solicitan de forma ininterrumpida, salvo que éste solicite ayuda o se vea con muchas dificultades. Al final de la prueba, es posible realizar cuestionarios o entrevistas. Toda la información es almacenada para su posterior análisis.
- Análisis de la prueba: en este paso se estructuran las interpretaciones y descripciones de la experiencia del usuario. Se analizan los problemas de usabilidad encontrados y se postulan recomendaciones para mejorar esos problemas y la usabilidad íntegra del sistema que se está evaluando. En este paso se deben realizar dos conjuntos de acciones importantes: (i) síntesis de los datos: recolección y síntesis de los datos relevantes para su posterior análisis como los tiempos de las tareas, información estadística (promedios, mínimos, máximos, etc.), porcentajes de completitud de las tareas, etc., (ii) análisis de los datos: se realiza un estudio de los datos recolectados para identificar y formalizar los problemas de usabilidad. Se identifican los errores y sus causas, creando finalmente una lista con todos los problemas junto con las posibles soluciones a esos problemas.
- Finalmente, se desarrolla un informe final de la prueba, el cual contiene toda la información del proceso, desde los datos de definición de la prueba (propósito, perfiles de usuario, etc.), participantes, materiales, prueba piloto, desarrollo de la prueba e información de los problemas de usabilidad identificados en el análisis.

Todo este proceso puede ser aplicado a cualquiera de los métodos de prueba. Al final del proceso ya se han encontrado los problemas de usabilidad del sistema en evaluación y se han propuesto algunas posibles soluciones, por lo que ya es factible y recomendable realizar los cambios en el sistema para mejorar la experiencia del usuario durante la interacción. Así, se reconoce un proceso iterativo, en que los métodos de prueba encuentran los problemas de usabilidad para la posterior modificación del sistema, luego se evalúa nuevamente el sistema mediante las pruebas y se hacen los cambios y así sucesivamente, hasta que sea necesario o se cuente con la factibilidad técnica y económica para realizar el proceso [2].

Dentro de este grupo de métodos los más relevantes son [2][11]: pruebas en papel, pensando en voz alta, interacción constructiva, experimentos formales, métodos de interrogación (cuestionarios y entrevistas), grabación del uso y medida de prestaciones. La descripción de estos métodos se presenta en el Anexo A.2, destacando sus características más relevantes.

2.1.3.3 Comparación de los métodos de evaluación de la usabilidad

Cada método de evaluación de usabilidad tiene sus propias características, ventajas y desventajas que lo diferencian de los otros, lo que permite captar las fortalezas y debilidades que determinarán cuándo y bajo qué condiciones es conveniente realizar uno de los métodos sobre otro, ya sea para los métodos de inspección como para los métodos de prueba. En el Anexo A.3 se presentan las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad mencionados anteriormente, con el fin de obtener una visión más completa de sus características, de tal manera que se pueda realizar un análisis comparativo entre cada uno de los métodos.

2.2 Televisión Digital Interactiva

La Televisión Digital Interactiva (TDi) es considerada como la convergencia de la televisión y las tecnologías de computación, que reúne tres características típicas [20]: interactividad, personalización y digitalización. En televisión un programa se refiere a “cualquier tipo de contenido, puede ser un anuncio, una película, un concurso, página de teletexto, mensajes de correo electrónico o incluso cualquier tipo de sonido” [21]. En la TDi el contenido de un programa, la forma o incluso el orden de presentación, puede ser afectado por el usuario. Además, el usuario tiene acceso a aplicaciones interactivas que pueden ser independientes o estrechamente relacionadas con el tema o el progreso del contenido.

La TDi sobrepasa la televisión analógica en varios aspectos: capacidad, mejor aprovechamiento del espectro, mayor inmunidad al ruido o interferencias, mejor calidad de imagen y sonido, posibilidad de transmisión de datos simultáneamente, ahorro de potencia en la transmisión. Sin embargo, la principal ventaja está en la capacidad de interactuar con el usuario. La interactividad permite al usuario ser parte activa de la programación, brindando la posibilidad de consultar o extender la información presentada, participar en foros, encuestas, chat y además controlar de cierta manera la secuencia de la información presentada [22].

En la actualidad el concepto de televisión ya no se refiere a un dispositivo específico, sino más bien a un tipo específico de contenidos presentes en casi todas partes, desde el televisor tradicional, al computador, pasando por los teléfonos móviles o las pantallas en los taxis y en toda la ciudad, llevando la televisión fuera de casa. Adicionalmente, las tendencias actuales pretenden combinar la TDi con la web, de tal manera que los usuarios puedan navegar por internet desde sus televisores, descargar y utilizar aplicaciones, descargar

contenidos o personalizar la programación de una forma mejorada. Con estas innovaciones, se espera que los usuarios puedan interactuar con la televisión e internet de forma simple desde diversos dispositivos y utilizando diferentes tecnologías (alta definición, 3D, etc.).

2.2.1 Características de las aplicaciones de TDi

Las aplicaciones de TDi están definidas por un conjunto de características básicas, incluyendo aquellas que son comunes a otros sistemas informáticos. Dichas características se deben considerar para evaluar la usabilidad de este tipo de aplicaciones, esas son:

- **Interactividad:** una aplicación interactiva debe invitar al usuario a participar, con el objetivo de que tenga una experiencia más activa mientras observa un programa televisivo. La interactividad se refiere a la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión, permitiendo al usuario ver información asociada al contenido audiovisual, ver la programación de los canales, participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión [23].
- **Personalización:** esta característica hace referencia al uso de la tecnología y a la información vista, para modificar la aplicación interactiva a cada perfil individual. Así, las aplicaciones de TDi deben permitir al usuario modificarlas en cuanto al contenido, apariencia u otros, teniendo en cuenta sus necesidades, características, preferencias personales, etc.
- **Adaptabilidad:** las aplicaciones de TDi deben tener la capacidad de adaptarse a diferentes entornos tecnológicos (televisores, dispositivos móviles, etc.) y tipos de público. Además, deben sugerir programas/contenidos a los usuarios teniendo en cuenta sus preferencias, historial de opciones seleccionadas, entre otros. Esta característica se refiere a las aplicaciones reaccionando de forma proactiva para modificar su oferta de funciones/servicios en relación al usuario, contexto, etc.
- **Características físicas de la interacción:** los usuarios tienen una visión óptima a cierta distancia de la pantalla, por ello, las aplicaciones deben tener en cuenta aspectos de contraste y resolución de la pantalla. Ésta es una característica especialmente diferenciadora, ya que se debe considerar que los usuarios ven televisión en un entorno que está orientado hacia la relajación y comodidad.
- **Consistencia de aplicaciones y contenido:** las aplicaciones de TDi deben estar relacionadas con el contenido; en la TDi se ofrecen diversas aplicaciones que pueden ser fáciles de usar, pero si el usuario no encuentra relación alguna con el contenido, puede que resulten irrelevantes.

2.3 Usabilidad en aplicaciones de TDi

En la TDi se destacan aspectos, como: facilidad de uso, entretenimiento, información, entre otros. De estos, la facilidad de uso es claramente una prioridad al diseñar las aplicaciones interactivas. Gran cantidad de usuarios están acostumbrados a usar un televisor de forma pasiva (prácticamente sólo hacer cambios de canales), al diseñar aplicaciones interactivas claras y lo más intuitivas posibles de usar, se intenta lograr que los usuarios se conviertan en parte activa de la programación. En este sentido, el usuario debe ser informado con toda claridad de lo que puede hacer con la aplicación y cómo esto se puede hacer.

Los usuarios están acostumbrados a que la televisión los entretiene, con las innovaciones de la tecnología en las aplicaciones de TDi se incrementa la posibilidad de mejorar el entretenimiento, ya que los usuarios pueden interactuar con los programas que están

observando. En este sentido, una aplicación interactiva demasiado simple puede ser considerada por los usuarios como aburrida y poco interesante, por esta razón, es importante centrarse en una apariencia agradable de la aplicación y hacer que sea fácil de aprender y entender. Así, otros usuarios pueden ser atraídos a probar las diferentes opciones y características de la aplicación.

Según el estándar ISO/IEC 9241, la usabilidad se define como “el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso” [15]. Teniendo en cuenta esta definición, en el contexto de las aplicaciones de TDi, la usabilidad se podría definir como: *el grado en el que usuarios específicos pueden acceder a una aplicación de interés e interactuar con las opciones que esta ofrece para su entretenimiento, información u otros, con un mínimo de esfuerzo, de manera rápida y agradable, en un contexto determinado de uso.*

La usabilidad va a permitir que los usuarios que utilicen una aplicación de TDi se queden en ella, disfruten de la interacción, y tengan las ganas de volver a utilizarla en el futuro. Para lograr esto, las aplicaciones deben estar diseñadas e implementadas, de tal manera, que cualquier usuario pueda utilizarlas y entenderlas sin problemas.

2.3.1 Problemas de usabilidad comunes en aplicaciones de TDi

Lamentablemente, las aplicaciones de TDi no siempre cumplen con niveles considerables de aplicación del atributo de la usabilidad. Los problemas de usabilidad en las aplicaciones son muy comunes, entre los más destacados se tienen los siguientes:

- Problemas de navegación: desorientan al usuario, generando que éste no sepa en qué lugar de la aplicación se encuentra, cómo ha llegado a ese punto, y qué debe hacer para volver a un punto conocido. Todo esto se agrava cuando existe ambigüedad en la comprensión de los elementos de la interfaz o no se siguen lineamientos de navegación.
- Aplicaciones poco agradables para los usuarios: las aplicaciones que no siguen principios minimalistas y de claridad, distraen al usuario y resultan poco intuitivas. Las aplicaciones con controles de interfaz mal distribuidos en la pantalla, resultan poco comprensibles para los usuarios; el exceso de información u opciones en la aplicación dificulta la realización de actividades y hace incomodo su uso.
- Alta sobrecarga en la memoria del usuario: es muy importante tener en cuenta aspectos acerca de la memoria humana, y así se menciona en los atributos de usabilidad. Si los usuarios tienen que recordar un elevado número de ítems, seguramente se van desorientar, más aún si deben recordar ciertos ítems de una pantalla a otra. La carga cognitiva en los usuarios aumenta cuando la aplicación no es consistente, esto los obliga a aprender acciones por separado en las pantallas que conforman la aplicación.
- Ineficiente realimentación: una aplicación que no provee realimentación clara en tiempos razonables, resulta molesta a los usuarios ya que estos consideran que las acciones realizadas no han tenido éxito.
- Problemas varios: sobrecarga de información, presentación de elementos en un tamaño que no es proporcional al dispositivo de interacción, uso inadecuado de colores restringidos (para usuarios con problemas visuales), opciones y menús confusos, abuso de ventanas emergentes, poca libertad y control para explorar una

aplicación, ausencia de una ayuda que permita a los usuarios consultar los pasos para realizar acciones complejas, etc.

2.3.2 Beneficios de la usabilidad en aplicaciones de TDi

Algunos de los beneficios que se pueden obtener con la aplicación de este atributo en sistemas interactivos ya se han mencionado. Sin embargo, entre los beneficios más sobresalientes para aplicaciones de TDi se encuentran los siguientes:

- Mejor aprendizaje y transmisión de la información: una aplicación que cuenta con una interfaz en la cual se presenta claramente la información, permite que los usuarios novatos comprendan de mejor manera el funcionamiento y objetivo de la aplicación. Una aplicación que presenta información familiar a los usuarios permite transmitirla con mayor rapidez y precisión. El usuario no pierde tiempo tratando de entender información compleja o elementos desconocidos [24].
- Mejor experiencia al usar la aplicación: la experiencia del usuario mejora al permitir una práctica más agradable, no agobiante. El usuario puede localizar fácil y rápido información de interés. El usuario aprende rápidamente a utilizar la aplicación y las opciones que ésta ofrece [24][25].
- Mejor uso del tiempo y reducción de la memoria temporal: una aplicación que ofrece un modo simple de navegación permite que los usuarios encuentren fácil y rápidamente información de interés. Al tener un diseño de navegación óptimo se reduce para los usuarios la necesidad de memorizar rutas para acceder a funcionalidades o elementos de interfaz [26].
- Beneficios varios: aumento de la productividad y eficiencia de uso durante la interacción del usuario con las aplicaciones, reducción del esfuerzo del usuario, apoyo a la solución de errores, sensación de seguridad, aumento de las posibilidades de que el usuario vuelva a utilizar las aplicaciones, etc.

2.4 Componente colaborativo

2.4.1 Trabajo colaborativo

En décadas recientes se han dado diferentes definiciones relacionadas con el trabajo colaborativo, entre ellas se destacan las siguientes: Marx, en 1884, define el término trabajo colaborativo como “múltiples individuos trabajando juntos de una manera planificada en un mismo proceso de producción o en procesos de producción diferentes pero conectados” [27]. De manera similar Bannon dice que el trabajo colaborativo es “la nominación general y neutral de múltiples personas que trabajan juntas para producir un producto o servicio” [28]. Así, el trabajo colaborativo consiste de un conjunto de procesos de trabajo que se relacionan; estos procesos generan tareas para ser desarrolladas por los integrantes del equipo de trabajo, buscando alcanzar objetivos comunes.

El trabajo colaborativo persigue “el desarrollo de conocimiento compartido, la aceleración de los flujos de información, la coordinación de los flujos de recursos para producir economías de costos y tiempos” [29]. El aspecto más importante de trabajar en grupo es el hecho de contar con un objetivo común que canaliza los esfuerzos individuales y ofrece un sentido de pertenencia que fomente la unión [29]. Los miembros del grupo tienen la oportunidad de aprender tomando en consideración otros puntos de vista, maneras distintas de hacer las cosas, interpretaciones diferentes de conceptos, experiencia de otros y la forma como dan solución a problemas similares [30].

2.4.2 Sistemas colaborativos

Un sistema colaborativo se define como una combinación de tecnologías, personas y organizaciones que facilita la comunicación y la coordinación necesarias para que un grupo trabaje de manera efectiva en la consecución de objetivos compartidos [31].

La disciplina llamada CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) estudia y analiza mecanismos de coordinación para una comunicación y colaboración humana efectiva, así como los sistemas que la soportan [32]. El término CSCW se define como “un campo nuevo y multidisciplinar, que utiliza la experiencia y colaboración de muchos especialistas, incluidos profesionales de la computación y de las ciencias sociales. CSCW observa cómo trabajan los grupos y cómo puede ayudarlos la tecnología a realizar mejor el trabajo” [29]. De forma similar, también lo definen como “el estudio de cómo las personas utilizan la tecnología, con relación al hardware y software, para trabajar juntos en un espacio y tiempo compartidos. CSCW comenzó como un esfuerzo por tecnólogos para entender las actividades de grupo y cómo se debería utilizar la tecnología para soportar a las personas en la realización de su trabajo” [33].

Dentro de los sistemas colaborativos aparece el término *groupware*, que hace referencia a un sistema basado en computadores que soporta las tareas comunes (u objetivos) de grupos de personas y que provee una interfaz a un entorno compartido [29]. Peter y Trudy Johnson-Lenz [34] definen el término *groupware* como “software que apoya los procesos de grupo”. Algunas definiciones destacadas del término *groupware* son las siguientes:

- “Sistemas basados en computadoras para grupos de personas que realizan tareas comunes (o metas) y que proporcionan un interfaz para un entorno compartido” [29].
- “Colaboración guiada por computador que incrementa la productividad o funcionalidad de los procesos persona-persona” [35].
- “La tecnología *Groupware* proporciona redes de computadores que soportan la comunicación, coordinación y colaboración a través de facilidades como el intercambio de información, la compartición de repositorios, los foros de discusión y la mensajería” [36].

Comparando los dos términos [37], *groupware* hace referencia a tecnologías comerciales, concretamente al software, mientras que el término CSCW se enmarca en la investigación que hay detrás del área: sistemas experimentales, a la naturaleza de los espacios de trabajo y las organizaciones. CSCW se refiere a la investigación, y el *groupware* a la tecnología, así lo demuestra [32] quien define CSCW como “una disciplina científica que guía el diseño y el desarrollo de *groupware* cuidadosa y apropiadamente”.

Los conceptos de comunicación, colaboración, cooperación, compartición de información y coordinación en cuanto a características propias de los sistemas CSCW se han considerado desde siempre como su fundamento. Para comprender estas características se puede acudir a las siguientes preguntas [37]:

- Colaboración: ¿Se ayuda a que los usuarios puedan colaborar en la consecución de un objetivo? ¿Comparten información? ¿La trabajan? Además, una tarea o actividad de grupo es colaborativa, cuando dos o más actores llevan a cabo tareas de menor nivel de granularidad de forma conjunta pero no concurrente para lograr un objetivo común.

- Cooperación: ¿Se ayuda a que los usuarios puedan colaborar en la consecución de un objetivo? ¿Comparten información? ¿La trabajan? Además, una tarea o actividad de grupo es colaborativa, cuando dos o más actores llevan a cabo tareas de menor nivel de granularidad de forma conjunta y concurrente para lograr un objetivo común.
- Comunicación: ¿Se puede utilizar como medio de comunicación? ¿Se les comunica algo a los usuarios? ¿Se informan por medio de esta herramienta?
- Coordinación: ¿Permite la coordinación de procesos, de personas? Tener en cuenta que la comunicación implica que dos o más actores del sistema armonizan esfuerzos para lograr un objetivo común.
- Compartición de información (information sharing): ¿Los usuarios comparten información? ¿La trabajan?
- Awareness: ¿Se tiene conciencia o percepción de las actividades que hacen los demás?

Se puede decir que *groupware* es una aplicación o conjunto de herramientas, un sistema al fin y al cabo, que cubre ciertas necesidades, como la comunicación, la cooperación y la coordinación, surgidas en el trabajo colaborativo de dos o más personas, estén o no próximos en el espacio o en el tiempo, proporcionando un interfaz común a un entorno compartido [37].

Existe una diferencia entre Trabajo Cooperativo (CW) y Trabajo Cooperativo Asistido por Computador (CSCW). El primero existe desde hace muchos años y ha sido ampliamente estudiado: interacción de grupos y otras teorías sobre comportamientos, etc. Sin embargo, CSCW es eso mismo pero asistido por computador. Y es que la tecnología cambia la forma de pensar de la gente, la forma de actuar, la forma de comunicarse. La participación de seres humanos en un sistema CSCW es fundamental y es lo que los diferencia de otros sistemas [37].

2.4.2.1 Ventajas y desventajas

A continuación se presentan algunas ventajas (respecto al uso y adopción) de las tecnologías CSCW [37].

- Agilidad en el intercambio de información.
- Facilidad para acceder a nueva información. Las tecnologías de la información y la comunicación pueden ser utilizadas de manera eficiente para soportar los procesos de acceso, recolección, procesamiento y almacenamiento de información. Es una gran ventaja de las redes, ya que son una manera de proveer rápido y fácil acceso a la información.
- Muchas personas pueden recibir información al mismo tiempo.
- Incremento en el número de participantes potenciales en discusiones.
- Más contactos: la introducción de herramientas de comunicación y colaboración aumenta los canales de comunicación. Esto conduce a un aumento en la conectividad y la interacción. El incremento en esta interacción disminuye la barrera de las comunicaciones.
- Reducción de costos por viajes: tecnologías como la videoconferencia reducen costos de la movilidad física de encuentros cara a cara.
- Facilidad para buscar personas.
- Una buena cantidad y variedad de personas pueden participar como fuentes de información en la toma de decisiones.

- Muchos expertos pueden ser consultados remotamente.

Se tienen algunas desventajas como [37]:

- Resistencia por parte de los usuarios para aprender un nuevo sistema, particularmente cuando el valor agregado es bajo respecto a los sistemas existentes. “A menos que no haya un balance entre el esfuerzo percibido y requerido por el usuario, y los beneficios recibidos, probablemente una persona no utilizará la funcionalidad de un nuevo sistema” [38]. Desarrollar habilidades utilizando nuevas herramientas requiere no sólo instrucción técnica, sino también entrenamiento, tiempo y experiencia en las nuevas formas de trabajo, comunicación y enseñanza.
- El bajo nivel de formación en *groupware*, pues muchas personas no están acostumbradas a programas que suministran espacios de trabajo compartidos. Sus habilidades y experiencias han sido con programas de uso individual.
- A nivel de comunicación interpersonal, las personas hablan y contribuyen menos en un escenario mediado por computador que en un escenario cara a cara.
- La dinámica de los grupos es cambiante por ejemplo, los grupos no siempre poseen las mismas personas, los roles de las personas cambian. Esto hace que puedan surgir problemas al momento de trabajar.
- Puede resultar complicado controlar y diferenciar quién trabaja en grupo y quién se beneficia del trabajo en grupo. No siempre las personas están acostumbradas a trabajar en grupo.

Estas desventajas, se deben tener en cuenta al momento implementar o seleccionar sistemas *groupware* para promover el trabajo en grupo. Además, se debe considerar la aceptación del usuario y el contexto social en el cual será utilizado el sistema *groupware* [39]. De todos modos, la necesidad de utilizar sistemas colaborativos es cada vez mayor en la sociedad, por las propias necesidades e inquietudes de la gente.

2.4.3 Ingeniería de Colaboración

En primera instancia se podría definir el término colaboración, como la “unión de esfuerzos intelectuales por los miembros de un grupo de trabajo que buscan alcanzar una meta común” [40]. De aquí parte la Ingeniería de Colaboración la cual es un acercamiento al diseño de procesos colaborativos reutilizables. Los procesos colaborativos necesitan ser explícitamente diseñados, estructurados y manejados. Este es el eje central de la Ingeniería de Colaboración, en la cual “se diseñan procesos repetitivos colaborativos, los cuales se pueden transferir a grupos, usando técnicas y tecnología de colaboración” [41].

2.4.3.1 Elementos esenciales

2.4.3.1.1 Patrones de colaboración

En las investigaciones realizadas alrededor de la Ingeniería de Colaboración, se han establecido una serie de patrones, relacionados con la forma en la cual un grupo trabaja colaborativamente hacia sus metas. Estos patrones, denominados “patrones de colaboración” se definen en términos del “movimiento del grupo desde su estado inicial hasta su estado final” [41]. Cada patrón tiene subpatrones que se pueden relacionar con las actividades, en la descripción del proceso genérico. En la Tabla 1, se presenta la información de los diferentes patrones de colaboración, con sus respectivos subpatrones [42][43]:

Tabla 1. Patrones de Colaboración.

PATRONES DE COLABORACIÓN	
Patrón: Generación	Es un patrón a partir del cual el grupo crea contenido. Consiste en pasar de tener pocos a muchos conceptos que son compartidos por el grupo.
Subpatrones asociados:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reunir:</i> Coleccionar y compartir conceptos entre los miembros del grupo. • <i>Crear:</i> Producir y compartir nuevas ideas que no fueron previamente conocidas por los miembros del grupo. • <i>Elaborar:</i> Adicionar detalles a los conceptos que ya fueron compartidos por los miembros del grupo. 	
Patrón: Reducción	El objetivo de este patrón es mantener sólo la información que cumple con un determinado criterio o criterios. Consiste en pasar de tener muchos conceptos a unos pocos que el grupo considere que requieren mayor atención.
Subpatrones asociados:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Seleccionar:</i> Escoger un subconjunto de conceptos existentes. • <i>Abstraer:</i> Derivar conceptos más generales desde instancias específicas, en el conjunto existente. • <i>Resumir:</i> Capturar la esencia de los conceptos, sin eliminar conceptos únicos. 	
Patrón: Clarificación	El objetivo de este patrón es lograr el entendimiento común de conceptos manejados por el grupo. Consiste en pasar de tener un menor a un mayor conocimiento compartido de los conceptos, las palabras y frases usadas para expresarlos.
Subpatrón asociado:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Describir:</i> proponer explicaciones y descripciones alternativas de un concepto. 	
Patrón: Organización	Consiste en pasar de tener un menor a un mayor conocimiento de las relaciones entre los conceptos que el grupo este considerando.
Subpatrones asociados:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Clasificar:</i> ordenar conceptos en categorías. • <i>Estructurar:</i> crear arreglos espaciales entre conceptos para representar sus relaciones conceptuales. 	
Patrón: Evaluación	Consiste en pasar de un menor a un mayor conocimiento del valor relativo de los conceptos bajo consideración. Este patrón tiene como efectos apoyar a la toma de decisiones y a la comunicación del grupo.
Subpatrones asociados:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Votar:</i> evaluar la opinión del grupo, respecto a los conceptos. • <i>Categorizar:</i> identificar un orden de preferencia entre los conceptos. • <i>Valorar:</i> Especificar y detallar en el valor de los conceptos. 	
Patrón: Construcción de Consenso	Consiste en moverse de tener pocos a muchos miembros del grupo quienes estarán dispuestos a comprometerse para un objetivo.
Subpatrones asociados:	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Medir:</i> Evaluar el grado en que los participantes están dispuestos a comprometerse con una propuesta. • <i>Diagnosticar:</i> Buscar la comprensión de las causas de desacuerdos. • <i>Apoyar:</i> Tratar de convencer a otros a aceptar y adoptar una posición. • <i>Resolver:</i> Buscar la forma de superar las causas de desacuerdos. 	

2.4.3.1.2 Thinklets

Las descripciones relacionadas con la manera cómo se llevan a cabo actividades, cuando las personas trabajan de manera colaborativa, los investigadores en Ingeniería de Colaboración, las han establecido como: Thinklets, son “técnicas de facilitación repetibles, transferibles y predecibles para asistir a un grupo en alcanzar su objetivo acordado” [44]. Un Thinklet “constituye la unidad más pequeña del capital intelectual necesario para crear un patrón de la colaboración repetible y predecible entre las personas que trabajan hacia un objetivo” [45].

Los Thinklets se detallan completamente y son modificables. Pueden usarse para construir nuevos grupos de procesos; son recetas creadas para ser utilizadas por novatos, ya que son fácilmente aprendidos, recordados y pueden adaptarse fácilmente a un diseño de proceso [41]. Se presentan a continuación algunos propósitos de los Thinklets [40]:

- Soportar el diseño de procesos colaborativos.
- Servir como un lenguaje común entre los usuarios.
- Servir como un punto de partida para ejecución de la técnica.
- Servir como instrumento de investigación para comparar diferentes técnicas de facilitación.

Una de las grandes ventajas de los Thinklets es que los diseñadores de procesos colaborativos pueden emplearlos para escoger soluciones conocidas y no invertir esfuerzos en inventar y probar nuevas. Esto puede reducir tanto el esfuerzo como el riesgo durante el desarrollo de procesos grupales [46].

La documentación que provee un Thinklet, cuenta con la siguiente información [47]:

- Un nombre metafórico o representativo relacionado con los patrones que crea el Thinklet.
- Criterios para decidir cuándo escoger o no el Thinklet.
- Información general del Thinklet, como entradas y salidas. Las entradas son variables que deben ser instanciadas al tiempo que el Thinklet es usado y las salidas son los entregables que se deben generar.
- Cómo usar el Thinklet (en esta sección se incluye información relacionada con los pasos que conforman el Thinklet).
- Una historia exitosa que ayuda a clarificar las circunstancias bajo las cuales el Thinklet es útil.
- Una explicación del nombre, esto hace más fácil recordar el nombre del Thinklet.

En el Anexo B, se listan y describen detalladamente los Thinklets utilizados para el desarrollo del presente proyecto, los cuales han sido propuestos por investigadores en Ingeniería de Colaboración.

2.4.4 Metodología para diseñar métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos

Para diseñar colaborativo de los métodos que conforman la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi, se va a utilizar la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos* [48], la cual se compone de las siguientes fases: Diagnóstico de los métodos de evaluación, Evaluación de la

actividad, Descomposición de la actividad, Relación de Thinklets, Documentación del diseño y Validación del diseño. En la Figura 1 se presenta una visión general de la metodología. Las cajas en gris de la parte superior, son las entradas que se requieren en cada una de las fases y las cajas en azul de la parte inferior, describen la salida de cada fase. A continuación se presenta de forma general el procedimiento a seguir para integrar procesos colaborativos a métodos de evaluación de usabilidad.

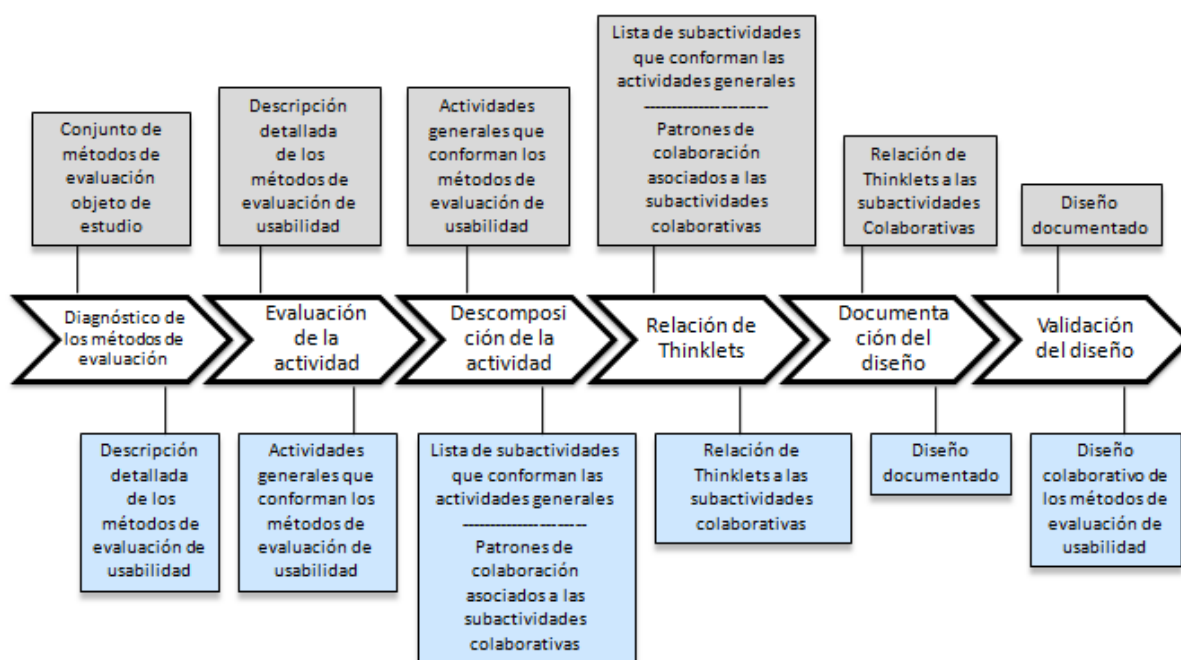


Figura 1. Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos.

Fase 1: Diagnóstico de los métodos de evaluación

En esta fase se realiza una descripción detallada de los métodos de evaluación de la usabilidad objeto de estudio. Esta descripción incluye información como los entregables, requerimientos, participantes y demás características relevantes de los métodos. Previo a esta fase, se obtiene el listado de métodos de evaluación que serán objeto de estudio.

Fase 2: Evaluación de la actividad

Para los métodos de evaluación de usabilidad objeto de estudio, se identifican las actividades generales que los componen y la secuencia entre ellas.

Fase 3: Descomposición de la actividad

En esta fase se especifican las subactividades que componen cada una de las actividades generales identificadas en la fase anterior (Fase 2). Luego de obtener las subactividades, se definen cuales se realizarían de forma colaborativa, y "a cada subactividad definida como colaborativa se le asocia uno ó más patrones de colaboración" [49].

Fase 4: Relación de Thinklets

En esta fase se relacionan los Thinklets a las subactividades colaborativas que componen los métodos de evaluación objeto de estudio. Los Thinklets identificados deben adecuarse a los recursos, al grupo y hasta las propias habilidades de las personas involucradas en la

ejecución de los procesos colaborativos [40].

Fase 5: Documentación del diseño

A partir de la información obtenida en las fases anteriores, se generan los elementos que se han definido en Ingeniería de Colaboración [49]: Descripción del Proceso, Modelo de Facilitación del Proceso y Agenda Detallada. Esta información se genera para cada método de evaluación de usabilidad objeto de estudio.

1. *Descripción del Proceso*: Es un documento que presenta información general relacionada con el proceso colaborativo diseñado.

2. *Agenda Detallada*: Es un documento que presenta de manera clara y detallada la información relacionada con cada una de las actividades que forman parte del proceso diseñado. El formato de la agenda detallada tiene la siguiente información:

- N° número relacionado con la secuencia de la actividad.
- Actividad: breve descripción de la actividad.
- Pregunta/Asignación: en esta columna se establece la pregunta o asignación que se le presenta al grupo para dar inicio a la actividad.
- Entregable: descripción de los entregables que se obtienen una vez realizada la actividad.
- Thinklet y Patrón: se indica el Thinklet y patrón de colaboración que se está utilizando.
- Proceso Colaborativo: descripción detallada de los pasos que se requieren para ejecutar la actividad.
- Herramientas soporte: en esta columna se especifican las herramientas software mínimas necesarias para realizar las actividades.
- Tiempo Estimado: tiempo estimado que se requiere para cada actividad,
- Participantes: personas que participan en la realización de la actividad.

3. *Modelo de Facilitación del Proceso (MFP)*: Es utilizado para mostrar el flujo del proceso y los elementos tales como Thinklet, número de secuencia, patrón de colaboración, tiempo estimado y nombre, relacionados con cada una de las actividades que conforman el proceso [49]. En el MFP se representa cada actividad como un rectángulo que se divide en cinco campos (ver Figura 2). En la parte superior izquierda se indica el número de secuencia, correspondiente con la agenda detallada. El campo más grande contiene un nombre descriptivo de la actividad. El campo de la izquierda tiene el nombre del patrón de colaboración asociado a la actividad. El nombre del Thinklet se ubica en el campo superior y en la esquina superior derecha se ubica el tiempo (en minutos) estimado para realizar la actividad [49]. En un MFP que consta de varias actividades, las flechas indican la dirección del desarrollo del proceso.

6.1	OnePage	160
G E N E R A C I O N	Creación de una lista integrada de problemas	

Figura 2. Elementos de un MFP.

Fase 6: Validación del diseño

La metodología ofrece cuatro formas para validar el diseño: *Prueba Piloto*, *Recorrido*, *Simulación* y *Revisión* [49]:

- **Prueba piloto:** Se ejecutan los métodos de evaluación de usabilidad colaborativos diseñados; como resultado de esta ejecución se debe evaluar la efectividad del proceso. El objetivo es verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos definidos.
- **Recorrido:** Con algunos de los participantes en la ejecución de los métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos, se realiza la evaluación de los mismos, para identificar falencias y dificultades durante la ejecución.
- **Simulación:** El equipo de trabajo que diseñó los métodos de evaluación de usabilidad colaborativos da respuesta a una serie de preguntas, como por ejemplo: ¿Estos pasos son suficientes?, ¿Está toda la información disponible?, entre otras. Esta validación prueba la lógica del diseño y si a cada paso se le creará verdaderamente el entregable requerido. Las respuestas generadas en esta forma de validación servirán de referente para realizar las mejoras respectivas.
- **Revisión:** Se genera discusión entre el equipo de trabajo y los potenciales usuarios que ejecutarán los métodos de evaluación de la usabilidad sobre los diseños realizados. Discutir el diseño con los colegas revelará diferentes perspectivas y métodos para el diseño. Esta forma de validación puede ayudar a identificar diseños o partes del diseño ineficientes.

Capítulo 3. Métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi

En este capítulo se presenta la información relacionada a la realización de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi. Inicialmente, se presentan las aplicaciones de TDi objeto de estudio, para dar comienzo al desarrollo de los diferentes métodos, luego se analizan los resultados obtenidos en la ejecución de cada uno de ellos, y posteriormente, se presentan las conclusiones más relevantes teniendo en cuenta la realización de los métodos de evaluación y análisis de resultados. Finalmente, se realiza una particularización de los métodos de evaluación sobre aplicaciones de TDi.

Los métodos de evaluación de usabilidad seleccionados para ejecutar sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio involucran, por el lado de los métodos de inspección, sólo a la evaluación heurística, mientras que se considerarán todos los métodos de prueba mencionados en el capítulo anterior. Así, la evaluación heurística, considerada la evaluación de inspección más eficiente y la más utilizada, podrá ser la base de comparación para el análisis de los métodos de prueba.

3.1 Aplicaciones objeto de estudio

Teniendo en cuenta que en la TDi los usuarios pueden acceder a una amplia gama de aplicaciones, las cuales pueden ser implementadas para diferentes entornos como la Televisión Digital Terrestre (TDT), IPTV¹, Televisión Móvil², entre otras [22], en el presente proyecto de investigación las aplicaciones objeto de estudio serán las que se transmiten mediante el estándar tecnológico DVB (Digital Video Broadcasting) [50], el cual fue adoptado en Colombia por la Comisión Nacional de Televisión [51] en el año 2008, y que además, sigue la especificación MHP (Multimedia Home Platform) [52]. Este estándar de transmisión tiene varios modos de distribución: DVB-T, si la distribución se hace por el aire, DVB-C, si la distribución se hace por Cable, sin embargo, el contenido y las aplicaciones no se ven afectadas en el lado del cliente por estos modos de distribución.

Las aplicaciones presentan una serie de características que permiten al usuario controlar e intercambiar información de manera activa, a través de un canal de comunicación bidireccional o canal de retorno, que permite interactuar con el objeto de la transmisión, ya sea vídeo, imágenes, audio o datos [53]. A través del receptor de TDi (Set Top Box - STB), dispositivo que permite adaptar la señal digital, se realiza la integración y ejecución de las aplicaciones sobre el contenido televisivo, pero también se brinda la conexión por canal de retorno, a un conjunto de aplicaciones y servicios remotos que pueden ser accedidos, en base a la información que se desee en un momento dado, o a la dinámica del sistema de interacción [54].

Las aplicaciones de TDi objeto de estudio para esta investigación, se han desarrollado en el Laboratorio de Televisión Digital de la Universidad del Cauca (en el Anexo C se presenta la descripción de la infraestructura del laboratorio), y corresponden al proyecto de investigación

¹ IPTV (Internet Protocol Television): Sistema donde un servicio de televisión digital es entregado a sus clientes usando el protocolo IP sobre una infraestructura de red.

² TELEVISION MOVIL: Sistema donde un servicio de televisión digital es entregado a sus clientes a través de un dispositivo móvil.

ST-CAV. Para el desarrollo de la investigación, se seleccionaron tres aplicaciones de TDi de dicho proyecto. La elección de las aplicaciones objeto de estudio se considera bastante importante, ya que serán la base para lograr el cumplimiento de los objetivos; en otras palabras, las aplicaciones a escoger se transformarán en las fuentes representativas de las aplicaciones de TDi, por lo que la selección de las aplicaciones será, de cierta forma, un aspecto clave para establecer la propuesta metodológica que permita obtener la medida de la usabilidad de una forma adecuada en el contexto de la TDi. Las aplicaciones seleccionadas como objeto de estudio son las siguientes:

- Guía de Programación Electrónica (o EPG por sus siglas en inglés Electronic Program Guide): ofrece información sobre los programas que se están emitiendo en un canal, los programas que se van a emitir en el día, los programas que se van a emitir en los días de la semana, la descripción de los programas, hora de inicio y fin, la duración, entre otros. En la EPG se pueden consultar los programas favoritos y los que han obtenido mayores votaciones en encuestas. Los usuarios pueden agregar o quitar programas de la lista de favoritos. La EPG puede ser consultada por un usuario pulsando el botón de interactividad azul del control remoto. Las Figuras 3 y 4, a continuación, corresponden a imágenes del menú principal de la EPG y de la opción "Semana", respectivamente.

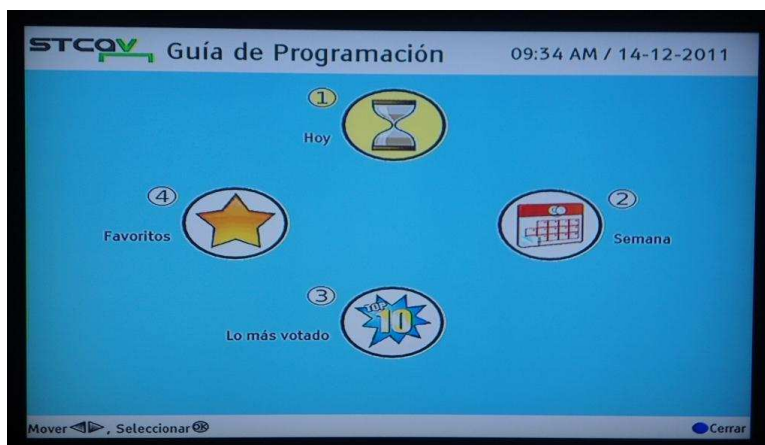


Figura 3. Menú principal de la EPG.



Figura 4. Opción "Semana" de la EPG.

- Tablón o mini blog: permite a los usuarios publicar mensajes o noticias para que sean consultadas o comentadas por miembros de una comunidad. La Figura 5 corresponde a un conjunto de mensajes que se han publicado en el Tablón.



Figura 5. Mensajes publicados en el Tablón.

- Chat: permite la comunicación entre usuarios de una comunidad. Esta aplicación se ha diseñado para utilizarla en paralelo a un programa de televisión que actúa como foco de la conversación. La Figura 6 corresponde a un conjunto de mensajes que se han enviado a través del Chat.

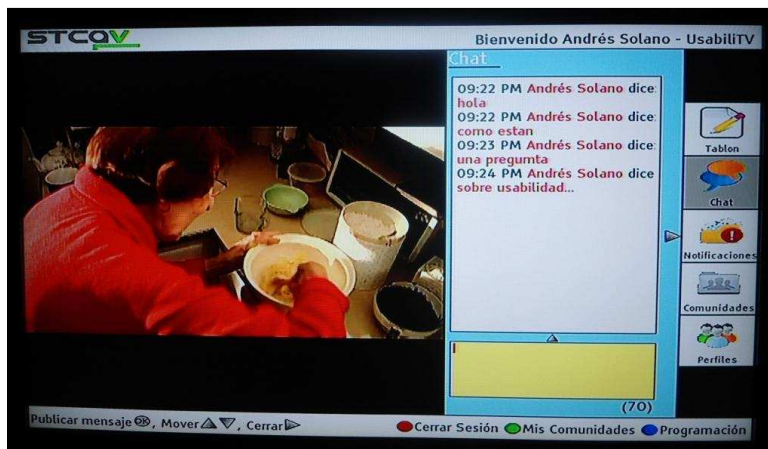


Figura 6. Mensajes enviados a través del Chat.

Las imágenes anteriores evidencian que las aplicaciones de TDi son prototipos que no han sido terminados completamente, lo cual, para esta investigación, se torna como una ventaja, ya que servirá como base comparativa para estudiar las características de los métodos de evaluación de usabilidad en etapas distintas del proceso de desarrollo de las aplicaciones.

Se han escogido estas aplicaciones porque disponen de varias funcionalidades y un mayor nivel de navegabilidad que otras aplicaciones disponibles, así es posible realizar más tareas representativas. Las aplicaciones de TDi objeto de estudio han sido desarrolladas considerando lineamientos básicos para TV como [1][8][55][56][57][58][59][60][61].

3.2 Evaluaciones realizadas

A continuación se presenta cada uno de los métodos de evaluación realizados sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio. Para los diferentes métodos se tiene información de la preparación de las evaluaciones, perfiles de usuarios, análisis de los resultados obtenidos y conclusiones relacionadas a la ejecución de los métodos de evaluación. En esta sección se presenta la información más relevante sobre la realización de los métodos de evaluación, en el Anexo C se presenta información detallada del proceso de evaluación.

Es importante destacar que en la realización de los métodos de evaluación se incluye información sobre la preparación, desarrollo y análisis de los resultados obtenidos en el proceso, incluyendo los problemas de usabilidad identificados con cada uno, por lo que la investigación no pretende ir más allá de esto, es decir, no se presentan recomendaciones para solucionar los problemas de usabilidad identificados en las aplicaciones objeto de estudio, ya que esto sobrepasa los límites de los objetivos de la investigación. La investigación se enfoca en los resultados obtenidos con cada método respecto a los problemas de usabilidad, y las características asociadas a cada uno, que lo harán más adecuado que otro para ciertos casos.

Los resultados que se obtendrán, luego de realizar los métodos de evaluación de usabilidad sobre las aplicaciones de TDi, permitirán obtener algunas conclusiones acordes a la evaluación de las aplicaciones, esperando que estos resultados sean una generalización de lo que pasa con cualquier aplicación de TDi. Por tal razón, la propuesta metodológica deberá ser evaluada más adelante, exponiéndola a una posible confirmación o un posible rechazo.

Otro aspecto que es importante mencionar se refiere a la realización de los métodos de prueba de usabilidad; para dicho proceso se consideraron dos perfiles de usuario y la selección de los participantes se realizó teniendo en cuenta los usuarios a quienes están dirigidas las aplicaciones del proyecto ST-CAV, los cuales corresponden a estudiantes universitarios, que tienen una edad entre 20 y 28 años.

3.2.1 Evaluación Heurística

La evaluación heurística, único de los métodos de inspección de usabilidad ejecutados, fue realizada por un conjunto de cinco evaluadores que realizaron una inspección del diseño de la interfaz de las aplicaciones en base a una serie de principios básicos reconocidos, lo cual, bajo un análisis sistemático, ayudó a tener una idea sobre el nivel de usabilidad de las aplicaciones evaluadas.

Cabe mencionar que no sólo se rescataron los aspectos negativos de las aplicaciones sino que también fueron identificados aspectos positivos de estas, los cuales deben ser destacados, para poder reconocer las virtudes de dichas aplicaciones realizadas por desarrolladores del laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca. De esta manera, ellos podrán conservar o mejorar estas buenas prácticas o usarlas, si es posible, para mejorar algunos de los problemas encontrados.

La información relacionada a los perfiles de los evaluadores, las heurísticas utilizadas, descripción del proceso, resultados de la evaluación, problemas encontrados, rankings de criticidad y frecuencia, conclusiones y documentación entregada a los evaluadores expertos para que realizaran la evaluación se presenta en el Anexo D.1.

La evaluación heurística ha puesto al descubierto una serie de problemas en las aplicaciones de TDi evaluadas. Si bien, no se trata de problemas que pongan en riesgo el funcionamiento de las aplicaciones, sí atentan contra la facilidad de uso, y por lo tanto con el buen aprovechamiento que pudiesen tener estas aplicaciones. En general, el nivel de criticidad de los problemas no es muy alto, la mayoría de los problemas (14 de 24) fueron calificados, en promedio, con notas inferiores a 6 (en una escala de 0 a 8). De los 24 problemas 10 fueron calificados con notas mayores a 6, correspondientes a los problemas con mayor criticidad.

Debido a que la *evaluación heurística* es el único método considerado entre los métodos de inspección, es necesario generar un conjunto de heurísticas de usabilidad específicas para aplicaciones de TDi, ya que con el uso de las heurísticas tradicionales definidas por Nielsen [62], podrían ignorarse problemas específicos del dominio de las aplicaciones. Un conjunto de 14 heurísticas de usabilidad fueron propuestas para aplicaciones de TDi, las cuales se obtuvieron mediante el desarrollo de la "*Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad*" [14]. La información relacionada al desarrollo de dicha metodología se presenta en el Capítulo 4: Heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi.

3.2.2 Pruebas/prototipos de papel

Este método de prueba de la usabilidad fue realizado en distintas ubicaciones de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca (Colombia), una de ellas es el laboratorio de TDi. Por la naturaleza de la evaluación, algunas fueron realizadas en lugares un poco más informales, como salones de clases. Luego de la firma del acuerdo de confidencialidad (Anexo D.2), un total de ocho usuarios representativos, que se adecuan a los perfiles de usuario definidos, realizaron las pruebas en papel.

La información relacionada a los perfiles de usuarios, al diseño de la prueba, los problemas identificados y conclusiones se presenta en el Anexo D.3.

El desarrollo de este método de prueba permitió identificar 11 problemas de usabilidad y confirmar 2 de los problemas críticos que se habían identificado en la evaluación heurística (ver sección 3.2.1). Este método de prueba permitió obtener información sobre la usabilidad en cuanto al diseño de las interfaces de las aplicaciones de TDi objeto de estudio. Mediante la presentación de los prototipos en papel a los usuarios representativos y el intercambio de preguntas/respuestas con el evaluador se obtuvieron variadas conclusiones que principalmente son positivas. Luego de instruir a los usuarios sobre las aplicaciones a evaluar y sobre la prueba en sí, se prosiguió con las preguntas, que se desarrollaron de una manera informal, pero rescatando la información necesaria.

3.2.3 Pensamiento en voz alta

La evaluación fue realizada en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, con la participación de ocho usuarios representativos. Luego de la firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), se procedió a realizar las evaluaciones, en donde cada uno de los usuarios debía expresar sus impresiones en voz alta a medida que exploraba las aplicaciones. Se realizó la grabación del audio asociado a la ejecución de las pruebas, con la respectiva autorización de los participantes. El pensamiento en voz alta, al ser una prueba que no necesita de un listado de tareas específico, no necesita un diseño formal de tareas, por lo que no se incluye esa información.

La información relacionada a los perfiles de usuario, problemas identificados y conclusiones se presenta en el Anexo D.4.

La realización de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio ha permitido identificar 21 problemas de usabilidad y confirmar 8 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección 3.2.1). Sin embargo, respecto a este método de prueba, en el que el usuario debe expresar en voz alta sus impresiones mientras realiza la interacción, se evidenció claramente que esto influye en su capacidad para realizar las tareas. El usuario trabaja de forma más lenta y un poco menos concentrada en la tarea que realiza, por lo que un análisis estadístico de los tiempos involucrados en la realización de las tareas no sería representativo. Además, fue posible confirmar la dificultad de los usuarios para expresar sus impresiones, principalmente por timidez, inseguridad o temor a equivocarse, por lo que la realización de este método de evaluación no resulta confiable sobre aplicaciones de TDi, coincidiendo con el investigador Maguire en su investigación [63].

En general, se identificó un buen número de problemas de usabilidad con la realización de este método de prueba. Sin embargo, la efectividad depende en alto grado de la personalidad de los usuarios, ya que, generalmente, se sienten con temor al momento de expresar sus impresiones, por lo que podrían identificarse muchos más problemas si los usuarios realmente pensarán en voz alta. Es importante resaltar la baja eficiencia de las expresiones a viva voz en cuanto al reconocimiento de problemas de usabilidad, ya que varios de los usuarios se vieron incómodos, afectando su realización de las tareas.

3.2.4 Interacción Constructiva

Este método de prueba de usabilidad fue realizado en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, gracias a la participación de ocho usuarios representativos que se adecuan a los perfiles de usuario definidos, por lo que, debido a la naturaleza de la prueba, se realizaron cuatro interacciones constructivas. Previa firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), se grabó el audio y las acciones realizadas por los usuarios durante el desarrollo de la prueba, con el fin de analizar posteriormente las conversaciones de los usuarios a la vez que interactuaban con las aplicaciones.

Este método de evaluación no restringe a los usuarios a realizar una serie de tareas, sino que da la libertad de que estos descubran las aplicaciones en conjunto, por lo que no necesita de un diseño de tareas, lo que lo hace más simple en este sentido.

La información relacionada a los perfiles de usuario, problemas identificados y conclusiones se presenta en el Anexo D.5.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 45 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron los 10 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección 3.2.1).

Las cuatro interacciones constructivas permitieron obtener información tanto común (problemas que en las cuatro se pudieron identificar), como problemas que cada una permitió identificar por sí sola. Las dos primeras interacciones duraron aproximadamente 35 minutos, mientras que las otras dos tuvieron una duración de 55 minutos aproximadamente. Esto se debe a que las dos primeras interacciones fueron realizadas por usuarios con mayor experiencia en el manejo de aplicaciones de TDi, por lo que les resultaba más fácil manejar y aprender a usar las aplicaciones; mientras que las otras dos interacciones fueron realizadas

por usuarios novatos en el manejo de este tipo de aplicaciones.

Los resultados obtenidos mediante la realización de este método de prueba son bastante buenos, de cierta forma, se solucionan los problemas que surgen en el pensamiento en voz alta, ya que los usuarios no tienen la dificultad para expresar sus impresiones, a causa de timidez, inseguridad o temor a equivocarse. Por otro lado, se considera que los problemas identificados con este método de prueba pueden abarcar algunos más específicos de la lista de problemas de la evaluación heurística.

3.2.5 Experimentos formales

Este método de prueba de la usabilidad fue desarrollado en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, con la participación de diez usuarios representativos que se adecuan a los perfiles de usuario definidos. Previa firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), se grabaron los sucesos ocurridos durante el experimento, y se archivó la documentación entregada a los usuarios para que estos respondieran a las solicitudes.

La información relacionada a los perfiles de usuario, el diseño de la prueba, problemas identificados, conclusiones y documentación utilizada en los experimentos se presenta en el Anexo D.6.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 28 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 8 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección 3.2.1).

Los usuarios pudieron realizar las tareas satisfactoriamente, a pesar de los problemas que se presentaron durante la interacción, por lo que esta prueba empírica ha confirmado gran parte de los problemas críticos identificados en la evaluación heurística. Estos problemas poseen un alto grado de realismo, ya que se encontraron con un método de inspección y luego se confirmaron con este método de prueba.

Una conclusión, teniendo en cuenta el pensamiento en voz alta realizado anteriormente (ver sección 3.2.3), es que la expresión en voz alta de las impresiones de los usuarios mientras interactúan con el sistema efectivamente afecta la realización normal de las tareas. Con este método de prueba los usuarios realizaron las tareas sin preocuparse de otra cosa que no sea el desarrollo efectivo de ellas. Por lo mismo, el análisis de los tiempos que los usuarios demoraron en llevar a cabo con éxito las tareas es claramente representativo.

La realización de cuestionarios al finalizar los experimentos formales resulta de gran ayuda para recolectar información sobre la percepción general de los usuarios en cuanto a la experiencia del uso de las aplicaciones evaluadas. Así, se considera muy apropiada la combinación de estos dos métodos de prueba.

3.2.6 Métodos de interrogación

Los métodos de prueba de la usabilidad: entrevistas y cuestionarios, fueron ejecutados en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, luego de que los usuarios realizaron algunos de los otros métodos de prueba ejecutados anteriormente. Así, los usuarios que realizaron el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva, los experimentos formales y la medida de prestaciones, luego de haber interactuado con las aplicaciones, fueron sometidos a una entrevista, con el fin de obtener información acerca de la percepción de distintos aspectos de

las aplicaciones de TDi evaluadas. Adicionalmente, los usuarios que realizaron los experimentos formales fueron sometidos a un breve cuestionario antes (pre-test) y después de la prueba (post-test). Sumando la cantidad de usuarios de las evaluaciones anteriores, se realizaron 32 entrevistas y 10 cuestionarios, una cifra aceptable para poder obtener conclusiones sobre la percepción subjetiva de los usuarios.

La información relacionada a los perfiles de usuario, diseño de las pruebas (cuestionarios y entrevistas), problemas identificados y conclusiones, se presenta en el Anexo D.7.

A partir de los resultados de las entrevistas y cuestionarios, se puede decir que los usuarios consideraron deficiente la interacción con las aplicaciones de TDi. La no suficiente información disponible en las aplicaciones y la deficiente navegación, fueron problemas identificados en la evaluación heurística, y que estas pruebas permitieron confirmar.

3.2.7 Grabación del uso

Este método de prueba no fue ejecutado debido a que se necesita un software que registre de manera automática todas las actividades que realiza el usuario al momento de interactuar con las aplicaciones de TDi. En el momento, el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca no cuenta con un software de este tipo, y la adquisición del mismo resulta bastante costosa, por lo que la realización de este método de prueba se considerará como un trabajo futuro a realizar.

Es importante mencionar que la Universidad del Cauca actualmente posee el software MORAE [64]. Este software ayuda a identificar de una manera más fácil los problemas de evaluación de usabilidad en aplicaciones software, prototipos o aplicaciones web terminadas. El software captura toda la información generada en el desarrollo de una prueba, es posible grabar las imágenes del usuario, escuchar la voz para identificar lo que expresan, grabar notas informativas sobre lo que se está observando durante el proceso de evaluación, entre otras funcionalidades. Así, en un principio se pensó en utilizar el software MORAE para realizar la evaluación de usabilidad de las aplicaciones de TDi objeto de estudio. Sin embargo, este software está enfocado a la evaluación de usabilidad de software y aplicaciones web, por lo que registra todas las reacciones y acciones del usuario al interactuar con un computador, como es el ingreso de información desde diferentes periféricos (como el teclado, mouse, entre otros). Características como la anterior, hacen que el uso del software resulte inadecuado en el contexto de aplicaciones de TDi, ya que acciones como el ingreso de información en las aplicaciones objeto de estudio, se hace (por defecto) a través de un control remoto. Lo anterior implicaría hacer modificaciones al software MORAE con el fin de capturar la información ingresada desde el control remoto, lo cual es una actividad que no se va a realizar por su alta complejidad y porque demanda bastante tiempo hacer las modificaciones pertinentes.

3.2.8 Medida de prestaciones

Este método de prueba fue desarrollado en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, con la participación de diez usuarios representativos que se adecuan a los perfiles de usuario definidos. Previa firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), se procedió a tomar medidas de rendimiento sobre las tareas asignadas a los usuarios.

La información relacionada a los perfiles de usuario, diseño de la prueba, problemas de usabilidad identificados y conclusiones se presenta en el Anexo D.8.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 7 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 3 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección 3.2.1).

3.3 Análisis de resultados

Esta sección tiene como objetivo hacer algunas comparaciones de los métodos de evaluación de usabilidad sobre aplicaciones de TDi, en base a las evaluaciones realizadas sobre las aplicaciones objeto de estudio, cuyos resultados se analizaron anteriormente para cada uno de los métodos realizados. Los análisis anteriores se realizaron enfocándose solamente en los resultados generados por el método en ejecución, por lo que ahora esos análisis se tomarán para compararlos con los resultados de los otros métodos. Inicialmente, se realizará un análisis comparativo de los tiempos involucrados en cada método y luego de los problemas encontrados. Este análisis de resultados será la base para establecer la propuesta metodológica de evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

3.3.1 Tiempos involucrados

Los tiempos involucrados en cada método pueden ser determinantes para escoger uno de estos sobre otro, principalmente cuando el tiempo es escaso, lo cual se da en la mayoría de los casos. Los tiempos involucrados en el desarrollo de los métodos de evaluación de usabilidad se han dividido en tres partes: preparación, proceso y análisis. Se realizará un análisis comparativo de cada una de estas tres partes.

En primer término, se analizarán los tiempos involucrados en la primera etapa, de preparación. Para el caso de la evaluación heurística, esta no necesitó de una preparación previa para que los evaluadores inspeccionaran las aplicaciones, sólo fue necesario un pequeño acercamiento a las aplicaciones de TDi y sus principales características, y los principios de usabilidad aplicados al caso.

Analizando la misma etapa, pero ahora enfocándose en los métodos de prueba de la usabilidad, en primer lugar, la realización de la interacción constructiva no necesitó una larga preparación para poder llevarse a cabo, es más, al ser un método de prueba que no necesita de un diseño de tareas, su simplicidad respecto a la preparación es considerable, al igual que el pensamiento en voz alta. Estos dos métodos presentaron un tiempo bajo de preparación, principalmente dedicado a contactar los usuarios representativos. Por otro lado, para la realización de los experimentos formales y la medida de prestaciones sí fue necesario un diseño de tareas, por lo que la preparación de estos métodos amerita un poco más de tiempo que los demás. Asimismo, los métodos de interrogación (entrevistas y cuestionarios) deben tener como base un conjunto de preguntas, las cuales debieron ser diseñadas con anterioridad. Finalmente, para llevar a cabo las pruebas en papel fue necesario un análisis de las aplicaciones para identificar los prototipos a “dibujar”, lo cual consume un tiempo medianamente elevado.

Para el caso de los experimentos formales el tiempo demorado en la etapa de preparación de la prueba fue un poco mayor, ya que se debió crear un escenario para que los participantes realizaran de forma adecuada las tareas que les eran encomendadas. Además, se agrega el detalle de cada una de las tareas, que incluye criterios de éxito y fracaso, tiempos máximos, entre otros.

Ahora bien, respecto al proceso mismo de desarrollo del método de evaluación, los tiempos

involucrados generaron más diferencias que el proceso anterior (de preparación de la evaluación). La evaluación heurística, a pesar de ser un método calificado como simple para desarrollar, necesita de un período de tiempo considerable para que los evaluadores puedan inspeccionar las aplicaciones tranquilamente y conocerlas. Por su característica de que cada evaluador puede inspeccionar las aplicaciones de forma independiente, se tornó un poco complicado integrar todos los problemas, por la disponibilidad de tiempo de cada uno, por lo que el tiempo desde que se presentaron las aplicaciones a los evaluadores hasta que se obtuvieron las calificaciones de todos los problemas integrados no fue menor. Claramente que esto depende de muchos factores, pero para el caso realizado se dio de la forma mencionada. Si se compara este tiempo con los otros métodos, la evaluación heurística fue el método más demorado. Todos los métodos de prueba de la usabilidad demoraron el tiempo en que los usuarios realizaron la prueba. El pensamiento en voz alta y la interacción constructiva se realizaron en un período aproximado de 25-30 y 40-45 minutos, respectivamente, mientras que los métodos de interrogación sólo tomaron algunos pocos minutos. Igualmente, los experimentos formales y la medida de prestaciones mantuvieron a los usuarios interactuando con las aplicaciones poco tiempo (alrededor de 20-25 minutos) realizando las tareas asignadas. Las pruebas en papel, por su parte, se realizaron en un periodo de 30 minutos cada una, aproximadamente.

Los tiempos involucrados en analizar los resultados obtenidos también pasaron a ser un factor de comparación debido a las variaciones entre los métodos. La evaluación heurística, por su lado, identifica y asigna valores a los problemas durante el proceso, por lo que en la parte de análisis ya se disponían de los problemas, necesitando solamente ordenarlos, profundizar en ellos para explicarlos y posiblemente fundamentar sus causas, lo que no fue un proceso ciertamente largo ni complicado. Los experimentos formales, la medida de prestaciones, el pensamiento en voz alta y la interacción constructiva necesitan para su análisis el tiempo para visualizar la interacción de los usuarios con las aplicaciones mediante los videos, por lo que el tiempo está asociado directamente al tiempo de desarrollo de todas las pruebas. Claramente hay que agregar otro lapso de tiempo a esto para integrar, documentar y explicar los problemas encontrados. Los cuestionarios disponen de la información inmediatamente, por lo que deben hacerse los análisis estadísticos necesarios con las respuestas de los usuarios y sacar conclusiones. Algo similar ocurrió con las pruebas en papel, donde se debió principalmente analizar y documentar las impresiones que expresaron los usuarios.

A continuación, en la Tabla 2 se resume los tiempos asociados a cada etapa de los métodos de evaluación de usabilidad ejecutados.

Tabla 2. Tiempos involucrados en las etapas de los métodos de evaluación.

Método de Evaluación	Preparación (hrs.)	Proceso (hrs.)	Análisis (hrs.)	TOTAL
Evaluación heurística	01:00	13:00	03:00	17:00
Pruebas en papel	03:30	03:50	02:30	09:50
Pensamiento en voz alta	00:30	03:30	03:20	07:20
Interacción constructiva	00:50	03:00	05:00	08:50
Experimentos formales	03:40	03:20	05:40	12:40
Métodos de interrogación	02:00	01:20	02:20	05:40
Medida de prestaciones	02:20	02:30	02:50	07:40

En resumen, la tabla anterior indica que para el proceso de preparación, el pensamiento en

voz alta, la interacción constructiva y la evaluación heurística son los que consumen menor cantidad de tiempo. En cuanto al proceso de ejecución, los métodos de interrogación (entrevistas y cuestionarios) son los que consumen menos tiempo, al igual que la medida de prestaciones. Finalmente, para la parte de análisis, los métodos de interrogación, las pruebas en papel, la medida de prestaciones y la evaluación heurística toman la ventaja.

Ahora bien, respecto a los tiempos totales que se presentan en la tabla, hay una diferencia marcada en cuanto al método de evaluación que tomó más tiempo respecto a todos los demás, el cual corresponde a la evaluación heurística. Al ser un método de inspección de usabilidad en el que están involucrados varios evaluadores expertos, el tiempo aumenta significativamente. Pese a ello, la evaluación heurística se considera esencial, ya que marca una pauta para las demás evaluaciones (de prueba). A continuación, se presenta el “ranking” de métodos de evaluación teniendo en cuenta los tiempos totales que se necesitan para su realización (de menos a más):

1. Métodos de interrogación.
2. Pensando en voz alta.
3. Medida de prestaciones.
4. Interacción Constructiva.
5. Pruebas en Papel.
6. Experimentos Formales.
7. Evaluación Heurística.

Los cinco primeros métodos de evaluación corresponden a pruebas con un nivel considerable de subjetividad, y que entregan resultados generales en cuanto a la usabilidad de las aplicaciones de TDi. Algo interesante de este “ranking” es la posición del pensamiento en voz alta, ya que se ubica en una mejor posición que otros métodos “clásicos” en el tema de evaluación de usabilidad.

Con el objetivo de definir una base más palpable para la comparación y futura definición de la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi, la Tabla 3 presenta un cuadro comparativo de los tiempos involucrados en cada etapa del desarrollo de cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad, teniendo en cuenta la siguiente escala de tiempos:

- Muy Bajo: 0:00 a 0:59 hrs.
- Bajo: 1:00 a 1:59 hrs.
- Medio: 2:00 a 3:59 hrs.
- Alto: 4:00 a 6:00 hrs.
- Muy Alto: Más de 6:00 hrs.

Tabla 3. Tiempos involucrados en las etapas de los métodos de evaluación por escala de tiempo.

Método de Evaluación	Preparación	Proceso	Análisis
Evaluación heurística	Bajo	Muy Alto	Medio
Pruebas en papel	Medio	Medio	Medio
Pensamiento en voz alta	Muy Bajo	Medio	Medio
Interacción constructiva	Muy Bajo	Medio	Alto
Experimentos formales	Medio	Medio	Alto

Método de Evaluación	Preparación	Proceso	Análisis
Métodos de interrogación	Medio	Bajo	Medio
Medida de prestaciones	Medio	Medio	Medio

3.3.2 Problemas identificados

Los problemas identificados por los distintos métodos de evaluación de usabilidad se tornan como uno de los factores importantes a considerar para realizar las comparaciones necesarias, con el fin de establecer una propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Según los resultados mostrados en las secciones anteriores, la evaluación heurística identificó un total de 24 problemas de usabilidad en las aplicaciones de TDi objeto de estudio. Al ser éste el único de los métodos de inspección de usabilidad realizado, no será comparado con los demás métodos de esa categoría. La evaluación heurística se tomará como base para hacer comparaciones entre los métodos de prueba de la usabilidad que se han ejecutado. Así, se considerarán los problemas identificados en la evaluación heurística y se evaluará si fueron confirmados en las pruebas con usuarios, para cada método realizado.

Así entonces, con la evaluación heurística se identificaron 24 problemas de usabilidad, 10 de ellos considerados como los más críticos respecto a los demás. Con esta evaluación se identificaron varios problemas pertenecientes a los principios de estética y diseño minimalista, relación entre el sistema y el mundo real, control y libertad del usuario y visibilidad del estado del sistema. Por la característica de ser prototipos las aplicaciones de TDi evaluadas, se identificaron varios problemas relacionados a la navegación y realimentación del usuario.

Hay que destacar que todos los métodos de prueba permitieron, de cierta forma, confirmar algunos de los problemas de usabilidad identificados en la evaluación heurística. Es más, todos identificaron problemas que hacen parte de la lista de problemas críticos. Para el análisis es necesario realizar una diferenciación dentro de los métodos de prueba: evaluaciones sin interacción con la aplicación (pruebas en papel y métodos de interrogación) y evaluaciones de relación directa con las aplicaciones de TDi (pensamiento en voz alta, interacción constructiva, experimentos formales y medida de prestaciones).

Para el primer caso, las evaluaciones no entregan problemas de usabilidad en gran cantidad y detalle. Su realización permite obtener resultados más bien generales. Respecto a las aplicaciones evaluadas, las pruebas en papel permitieron obtener resultados de la usabilidad en torno a la arquitectura de la información. Los métodos de interrogación permitieron obtener más problemas que las pruebas en papel. Esto depende, claramente del buen diseño de la prueba, que debe saber obtener la información que se quiere y cómo se quiere. El cuestionario (post-test) diseñado para ser aplicado como parte de los experimentos formales permitió confirmar, de manera subjetiva, problemas críticos de la evaluación heurística.

Respecto a los métodos de prueba que realizan directamente una interacción del usuario con la aplicación, se tiene que el desarrollo de los experimentos formales está asociado a una lista de tareas que los usuarios representativos deben realizar. Así, se busca comprobar empíricamente la usabilidad de las aplicaciones, generalmente creando la lista de tareas basándose en la identificación de problemas de usabilidad con uno de los métodos de

inspección (evaluación heurística, en este caso). En este sentido, la lista de tareas para este método de prueba se enfocó en los problemas de navegabilidad y visibilidad del estado de las aplicaciones, como ya se mencionó en su debido momento. Esta característica hace que la interacción del usuario se acote al listado de tareas, por lo que no se realiza un análisis completo del sistema. Con la ejecución de este método se confirmaron empíricamente 8 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística, por lo que presenta una eficiencia considerable. Es más, se identificaron problemas que no se descubrieron con la evaluación heurística.

Por otro lado, se pudo notar que el pensamiento en voz alta no es una evaluación satisfactoria para los usuarios, ya que al interactuar con las aplicaciones, ellos se notaron incómodos, en varias ocasiones se bloqueaban mientras expresaban a viva voz sus impresiones o se complicaban al dar sus argumentos. Esto claramente influyó en los tiempos que demoraron realizando las acciones, por lo que no es posible realizar un análisis estadístico de los tiempos necesarios para realizar una tarea de manera efectiva. Sin embargo, su realización también permitió confirmar 8 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística realizada anteriormente.

La interacción constructiva permitió obtener resultados bastante sorprendentes. Su realización permitió obtener un número de problemas de usabilidad más elevado que la evaluación heurística, además, permitió confirmar los 10 problemas más críticos identificados en dicha evaluación. La gran diferencia de este método con los experimentos formales, radica en que éste encuentra problemas en cualquier parte de las aplicaciones en evaluación, mientras que con los experimentos formales se encuentran problemas en un escenario específico, determinado por el listado de tareas. La diferencia que presenta la interacción constructiva respecto al pensamiento en voz alta, está en el número de usuarios que interactúan con las aplicaciones: la interacción constructiva (dos usuarios) permite una fluidez en los comentarios a viva voz, mientras que el pensamiento en voz alta (un usuario) obstaculiza, de cierta forma, el actuar normal de los usuarios.

En la Tabla 4 se presenta el número de problemas identificados en la evaluación heurística y en algunos de los métodos de prueba realizados, que permitieron confirmar algunos de esos problemas. No se presentan las pruebas en papel ni los métodos de interrogación en esta tabla por la naturaleza de cada uno de ellos, que obtienen información más global y subjetiva sobre la experiencia del usuario, por lo que no podrían compararse con los otros métodos, que permiten obtener problemas específicos. Tampoco se presentan los experimentos formales ni la medida de prestaciones que, a pesar de realizar una interacción directa del usuario con la aplicación, no permiten una comparación específica (problema a problema). Además, al enfocarse en escenarios específicos determinados por la lista de tareas, se distancian de la interacción constructiva y el pensamiento en voz alta, que realizan una evaluación más global de las aplicaciones.

Tabla 4. Problemas evaluación heurística confirmados por métodos de prueba.

Métodos	Evaluación heurística	Pensando en voz alta	Interacción constructiva
Problemas identificados	24	21	45
Problemas críticos confirmados	10	8	10
Problemas totales confirmados	24	17	24
Otros problemas		4	21

Claramente, la interacción constructiva toma ventaja respecto del pensamiento en voz alta. De los 10 problemas más críticos identificados por la evaluación heurística, la interacción constructiva identificó todos 10 (un 100%). Además, permitió identificar otros 21 problemas de usabilidad que no habían sido identificados por la evaluación heurística.

El pensamiento en voz alta permitió confirmar 17 problemas encontrados en la evaluación heurística y 8 (un 80%) de los más críticos. Así, el número de problemas críticos confirmados por este método no es igual al de la interacción constructiva. Este último permitió confirmar los 24 problemas encontrados en la evaluación heurística e identificar 21 nuevos problemas, mientras que el pensamiento en voz alta solo permitió identificar 4 nuevos problemas. La desventaja del pensamiento en voz alta, como ya se ha dicho anteriormente, es la interferencia de la expresión a viva voz de las impresiones de los usuarios en la interacción normal con las aplicaciones.

Ahora, si se realiza un análisis comparativo de los cuatro métodos de prueba de la usabilidad que realizan una interacción directa del usuario con las aplicaciones de TDi (pensamiento en voz alta, interacción constructiva, experimentos formales y medida de prestaciones), se concluye que estos métodos de prueba confirmaron los problemas más importantes que se identificaron en la evaluación heurística, algunos con más especificación que otros, y con algunas diferencias. Los experimentos formales y la medida de prestaciones son los únicos métodos que poseen una lista de tareas para que los usuarios interactúen limitadamente sobre las aplicaciones, lo cual, podría tomarse como una ventaja que los diferencia de los otros métodos, por la objetividad que no poseen los demás. La ventaja determinante de estos métodos de prueba es su alto nivel de objetividad, permitiendo realizar análisis estadísticos de los tiempos involucrados en las tareas, cuando sea necesario.

La interacción constructiva y el pensamiento en voz alta se preocupan por las aplicaciones de una forma más global y, aunque no permiten análisis cuantitativos, permiten identificar muchos problemas que con algunos de los otros métodos de prueba no sería posible identificar. Claro está, como se presenta en la Tabla 4, que la interacción constructiva se destaca en este sentido.

Pasando al análisis de los otros dos métodos de prueba de la usabilidad que no se incluyeron en la tabla anterior, las pruebas en papel permitieron identificar algunos problemas de usabilidad, entre ellos 2 de los más críticos de la evaluación heurística. Se identificaron algunos pequeños problemas de diseño, aunque de manera muy subjetiva, ya que los usuarios no realizan ninguna interacción con las aplicaciones, sólo analizan los prototipos en papel. Es destacable el período en que se realizó este método de prueba; en la bibliografía se especifica que debe ser realizado en etapas tempranas del desarrollo de software, pero para este caso se realizó en etapas intermedias de desarrollo e igualmente se obtuvieron algunos resultados.

Finalmente, los métodos de interrogación confirmaron subjetivamente, pero habiendo experimentado una interacción con las aplicaciones, que estas poseen problemas de navegación, diseño y realimentación al usuario, lo que hará que los usuarios no se sientan cómodos al utilizar dichas aplicaciones. Esto es muy importante, ya que las entrevistas y cuestionarios funcionan como un complemento para que los usuarios califiquen si los problemas que se identificaron anteriormente son tan reales como se propone. Es importante mencionar que las entrevistas permitieron confirmar una buena cantidad de problemas de usabilidad, puesto que fueron realizadas una vez se ejecutaron los métodos de pensamiento

en voz alta, interacción constructiva y experimentos formales, con el fin de obtener información adicional y complementaria a la recolectada. Por otro lado, los cuestionarios se ejecutaron junto a los experimentos formales, con el fin de obtener información antes y después del experimento. Cabe mencionar, que estos dos métodos de prueba se complementan de buena forma.

3.4 Particularización de los métodos de evaluación de usabilidad sobre aplicaciones de TDi

En esta sección se realizará un análisis de las características específicas de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi. Así, se desarrollará un marco característico enfocado sólo en este tipo de aplicaciones, basándose en la experiencia que se ha obtenido mediante el desarrollo de los métodos de evaluación en las aplicaciones de TDi objeto de estudio, presentados en las secciones anteriores.

En la Tabla 5 se presentan las ventajas y desventajas de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi. Ésta toma como referencia la Tabla 3 del Anexo A.3, la cual presenta las ventajas y desventajas de los métodos de evaluación en forma general. De esta forma, algunas afirmaciones se mantienen, otras se eliminaron y algunas otras se agregaron.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi.

Método de evaluación	Ventajas	Desventajas
Evaluación heurística	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de conducir. • Económica. • Permite la identificación de muchos problemas (mayores y menores). • No se consume tiempo de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden pasar por alto problemas específicos del dominio de la aplicación.
Pruebas en papel	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente Rápido. • Económico. 	<ul style="list-style-type: none"> • No representa de forma completa y real el diseño y la interacción con el sistema, no permitiendo evaluar aspectos de navegación ni visibilidad del estado de las aplicaciones. • Altamente subjetivo.
Pensando en voz alta	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran las razones por las que ocurren los problemas. • Necesidad de pocos usuarios. • Bajo tiempo en relación a otros métodos de interacción directa con las aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • El pensamiento en voz alta interfiere la conducta normal del usuario. • No se obtiene información cuantitativa.
Interacción constructiva	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran muchos problemas de usabilidad. • Se encuentran las razones por las que ocurren los problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La interacción de los usuarios no representa el uso de las aplicaciones en condiciones normales.

Método de evaluación	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de pocos usuarios. Bajo tiempo en relación a otros métodos de interacción directa con las aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> No se obtiene información cuantitativa.
Experimentos formales	<ul style="list-style-type: none"> Único método realmente objetivo. Recolección de información cuantitativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Alta inversión de tiempo en relación a otros métodos de interacción directa con las aplicaciones. No entrega información sobre las razones de los problemas.
Métodos de interrogación	<ul style="list-style-type: none"> Entregan información cuantitativa y cualitativa. Simples. Económicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fiabilidad de la información subjetiva.
Medida de prestaciones	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de medidas objetivas cuantitativas. Produce datos que pueden ser estadísticamente analizados. 	<ul style="list-style-type: none"> No asegura que las medidas estén relacionadas con la meta de usabilidad que se investiga. No entrega información sobre las razones de los problemas.

La evaluación heurística se destaca por su gran capacidad para encontrar problemas, mientras que su desventaja está en la influencia del dominio de la aplicación. Los evaluadores pueden tener mucha experiencia en este tipo de evaluaciones, pero si no conocen las reglas del negocio, probablemente varios problemas de usabilidad no podrán ser identificados. Otra ventaja importante de la evaluación heurística es su facilidad de llevar a cabo, en comparación con los otros métodos de inspección de usabilidad. En la presente investigación no se consideraron estas otras evaluaciones, pero la literatura eleva las capacidades de la evaluación heurística por sobre las otras, además de ser el método de inspección más utilizado para la identificación de problemas.

Respecto a los métodos de prueba, las pruebas en papel y los métodos de interrogación se destacan por su bajo costo para llevarse a cabo. Esto se debe a que los recursos necesarios para realizarlos no van más allá de papeles y lápices. En cuanto a sus desventajas, al no realizar interacciones directas con las aplicaciones de TDi, la información se torna ciertamente subjetiva. De esto se pueden librar los métodos de interrogación si son realizados luego de que los usuarios hayan interactuado con las aplicaciones mediante el desarrollo de otro de los métodos de prueba, como ocurrió en la presente investigación.

Ahora bien, resta comentar las características de los métodos de prueba que realizan una interacción directa del usuario con las aplicaciones: pensamiento en voz alta, interacción constructiva, experimentos formales y medida de prestaciones. Es posible realizar algunas comparaciones cruzadas entre dichos métodos, ya que comparten algunas características.

En primer término, el pensamiento en voz alta y la interacción constructiva poseen dentro de sus ventajas la posibilidad de obtener resultados con la participación de pocos usuarios representativos. Esto tiene su fundamento por la expresión de la impresiones de los usuarios mientras realizan la interacción. En las pruebas realizadas, sin embargo, la interacción

constructiva saca más provecho de este aspecto, ya que los usuarios trabajan en parejas, por lo que la fluidez de los comentarios es mayor; en consecuencia, mayor cantidad de problemas de usabilidad. La experiencia, además, permite concluir que el pensamiento en voz alta incomoda relativamente a los usuarios, aunque igualmente se obtienen resultados. Un factor importante también está en el tiempo: el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva y la medida de prestaciones ameritan menor cantidad de tiempo que los experimentos formales.

Siguiendo con las características comunes del pensamiento en voz alta y la interacción constructiva, ambos permiten identificar las razones de los problemas, lo cual es muy importante. Esta ventaja es la que permite que, en las tablas comparativas de los métodos desarrolladas en secciones anteriores, se confirmen varios problemas de usabilidad respecto a las evaluaciones heurísticas.

Los experimentos formales y la medida de prestaciones, por su parte, se basan en una lista de tareas que los usuarios deben desarrollar durante la interacción con las aplicaciones de TDi. Por ello, estos métodos permiten un análisis objetivo y cuantitativo. Este análisis cuantitativo es el que hace que los experimentos formales consuman un poco más de tiempo que los demás métodos de prueba. Con el objetivo de integrar los resultados obtenidos durante la experimentación y generalizar las características de los métodos de evaluación sobre las aplicaciones de TDi, en la Tabla 6 se presentan los tiempos involucrados en las distintas etapas de realización de los métodos.

Tabla 6. Tiempos de los métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones de TDi.

Método de Evaluación	Preparación	Proceso	Análisis
Evaluación heurística	Bajo	Muy Alto	Medio
Pruebas en papel	Medio	Medio	Medio
Pensamiento en voz alta	Muy Bajo	Medio	Medio
Interacción constructiva	Muy Bajo	Medio	Alto
Experimentos formales	Medio	Medio	Alto
Métodos de interrogación	Medio	Bajo	Medio
Medida de prestaciones	Medio	Medio	Medio

Los valores de la tabla responden a la misma escala de tiempo utilizada anteriormente:

- Muy Bajo: 0:00 a 0:59 hrs.
- Bajo: 1:00 a 1:59 hrs.
- Medio: 2:00 a 3:59 hrs.
- Alto: 4:00 a 6:00 hrs.
- Muy Alto: Más de 6:00 hrs.

Finalmente, en la Tabla 7 se presentan las características sobresalientes de cada uno de los métodos, con el fin de generar un pequeño acercamiento a los factores más influyentes que van a permitir definir los métodos de evaluación que conformarán la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Tabla 7. Características sobresalientes de los métodos de evaluación de usabilidad.

Método de evaluación	Características
Evaluación heurística	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de muchos problemas.

Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva

Método de evaluación	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Único método de inspección analizado.
Pruebas en papel	<ul style="list-style-type: none"> • No permite evaluar aspectos de navegación ni aspectos de visibilidad del estado de las aplicaciones.
Pensando en voz alta	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia del pensamiento en voz alta en la conducta normal del usuario.
Interacción constructiva	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran muchos problemas en toda la aplicación. • Bajo tiempo en relación a otros métodos de interacción directa con las aplicaciones.
Experimentos formales	<ul style="list-style-type: none"> • Objetividad. • Permite recolectar información cuantitativa. • Alta inversión de tiempo. • Evaluación enfocada a escenarios.
Métodos de interrogación	<ul style="list-style-type: none"> • Simples y económicos. • Información cuantitativa y cualitativa. • Buen complemento para la obtención de información subjetiva.
Medida de prestaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Permite recolectar información cuantitativa. • Evaluación enfocada a escenarios. • No asegura que las medidas estén relacionadas con la meta de usabilidad que se investiga.

Capítulo 4. Heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi

La evaluación heurística es un método que se destaca por su gran capacidad para encontrar muchos problemas de usabilidad, es económico y fácil de realizar [16]. Sin embargo, se pueden pasar problemas específicos del dominio, es por esto que el uso de heurísticas apropiadas es muy importante [65]. Los evaluadores pueden tener mucha experiencia en este tipo de evaluaciones, pero si no conocen las reglas del negocio, probablemente varios problemas de usabilidad no podrán ser identificados.

De acuerdo a casos de estudio relacionados, que proponen un conjunto de heurísticas en otras áreas, tales como: aplicaciones grid computing [65], entornos virtuales [14], televisión social [21], entre otros, y teniendo en cuenta las heurísticas tradicionales definidas por Jakob Nielsen [62], resulta conveniente generar un conjunto de heurísticas para aplicaciones de TDi. Dado que una parte del presente trabajo se enfoca en la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi por medio de evaluaciones heurísticas, un conjunto de 14 heurísticas de usabilidad específicas han sido propuestas.

4.1 Definiendo heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi

Con el objetivo de desarrollar heurísticas de usabilidad específicas para aplicaciones de TDi, se aplicó la *Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad* [14]. Esta metodología se conforma de las siguientes 6 etapas:

- Una etapa *exploratoria*, para recolectar bibliografía relacionada con los principales temas de la investigación: aplicaciones específicas, sus características, heurísticas de usabilidad generales y/o relacionadas (si hay algunas).
- Una etapa *descriptiva*, para resaltar las características más importantes de la información recolectada anteriormente, con el objetivo de formalizar los principales conceptos asociados con la investigación.
- Una etapa *correlacional*, para identificar las características que deben tener las heurísticas de usabilidad para aplicaciones específicas, basándose en las heurísticas tradicionales y análisis de casos de estudio.
- Una etapa *explicativa*, para especificar formalmente el conjunto de heurísticas propuestas, usando una plantilla estándar.
- Una etapa de *validación* (experimental), para verificar las nuevas heurísticas contra las heurísticas tradicionales por medio de experimentos, a través de evaluaciones heurísticas realizadas sobre casos de estudio seleccionados, complementados por pruebas de usuario.
- Una etapa de *refinamiento*, basada en la realimentación de la etapa de validación.

Un conjunto de 14 heurísticas de usabilidad se desarrollaron para evaluaciones heurísticas de aplicaciones de TDi. Las heurísticas fueron agrupadas en tres categorías: (1) diseño y estética, (2) flexibilidad y navegación y (3) errores y ayuda.

4.2 Heurísticas de usabilidad

En la Tabla 8 se presentan las 14 heurísticas de usabilidad propuestas para la evaluación de aplicaciones de TDi. La información que se presenta en la tabla es el producto de la realización de las 3 primeras etapas (exploratoria, descriptiva y correlacional) que conforman la *Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad*.

Tabla 8. Heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi.

Heurística	Resumen	Justificación
Heurísticas de diseño y estética		
Relación entre el sistema y el mundo real	Una aplicación de TDi debe usar palabras, frases y conceptos familiares al usuario, así este comprende fácilmente las acciones posibles.	Esta heurística se refiere a que la aplicación de TDi debe utilizar una terminología familiar a la de los usuarios; basarse en metáforas del mundo real para construir interfaces familiares e intuitivas, que faciliten la interacción con la aplicación. La información presentada en orden natural y lógico permite a los usuarios identificar fácilmente las acciones disponibles.
Simplicidad	Una aplicación de TDi debe ser simple y proveer la información necesaria para completar una tarea de forma concisa.	Esta heurística permite que el usuario realice las tareas comunes de manera simple, proporcionándole acciones fáciles de entender y de llevar a cabo. Una aplicación de TDi debe ser lo más simple posible; la información irrelevante, innecesaria y distractora, perturban al usuario dificultado el uso de la aplicación. Los controles de interfaz de la aplicación (iconos, botones, menús, ventanas emergentes, etc.) deben ser intuitivos.
Consistencia y estándares	Una aplicación de TDi debe usar un diseño coherente y consistente en todas las interfaces que la conforman; se deben seguir las normas o convenciones propuestas para el diseño en televisión, en general, como también nuevos elementos específicos de TDi.	Esta heurística se refiere a reutilizar componentes y comportamientos, internos y externos, manteniendo la consistencia de la aplicación. De este modo se reduce la necesidad de los usuarios de memorizar y se pueden crear aplicaciones más consistentes y económicas.
Realimentación	Una aplicación de TDi debe informar al usuario sobre su estado, con una realimentación apropiada y en un tiempo razonable.	Esta heurística permite brindar al usuario realimentación inmediatamente después de las acciones que realiza (por lo menos después de que realiza acciones claves), de manera clara y en un tiempo razonable, para que el usuario sepa qué está ocurriendo, identifique claramente su ubicación y las opciones disponibles. La aplicación debe

Heurística	Resumen	Justificación
		informar sobre: acciones, cambios de estado, errores, excepciones y cómo las entradas han sido interpretadas por la aplicación. En [66], el autor señala que por cada acción del usuario debería existir algún tipo de realimentación. Para acciones frecuentes y menores la respuesta puede ser sencilla, mientras que para acciones infrecuentes y mayores la respuesta debería ser más sustancial.
Restricciones físicas	En una aplicación de TDi los elementos (controles de interfaz, instrucciones relacionadas al uso, etc.) en pantalla deben ser visibles en el rango de distancias para ver televisión y en varios tipos de iluminación.	Los usuarios tienen una visión óptima a cierta distancia de la pantalla, por ello, una aplicación de TDi debe tener en cuenta aspectos relacionados al tamaño, color, resolución y distancias entre elementos mostrados en la pantalla, iluminación y demás características del entorno; el tamaño de los elementos debe ser proporcional a la distancia entre ellos. Tradicionalmente los usuarios ven televisión en un entorno que está orientado hacia la relajación y comodidad. Sin embargo, en la actualidad puede accederse a este medio en diversos entornos, desde múltiples dispositivos (televisores, móviles, etc.) y utilizando diferentes tecnologías (alta definición, 3D, etc.).
Usuarios extraordinarios	Una aplicación de TDi debe usar apropiadamente colores restringidos y proveer mecanismos alternativos para usuarios con problemas auditivos.	Dado que la televisión es un medio muy popular, es vista por una gran cantidad de usuarios, por ello, en el diseño de una aplicación de TDi es muy importante tener en cuenta las necesidades especiales de los usuarios para interactuar con esta; es conveniente usar apropiadamente colores restringidos para usuarios con problemas de visión y proveer mecanismos alternativos para usuarios con problemas auditivos.
Heurísticas de flexibilidad y navegación		
Estructura de la información	La información que se muestra en una aplicación de TDi debe estar organizada de forma jerárquica, de lo general a lo específico, para facilitar al usuario encontrar información de interés.	En una aplicación de TDi la información relacionada debe estar en un mismo grupo; una aplicación que presenta la información organizada, sea de forma jerárquica, por temáticas, etc., favorece al usuario para que encuentre fácil y rápido información de interés.
Navegación	Una aplicación de TDi	En una aplicación de TDi, es muy importante

Heurística	Resumen	Justificación
	debe permitir una navegación simple para que el usuario pueda moverse fácilmente y localizar la información de interés.	proveer al usuario realimentación en la navegación (por ejemplo: mostrar su estado actual, las opciones seleccionadas, dónde debe llegar, etc.) y las instrucciones de navegación. La realimentación en la navegación, independientemente del dispositivo de interacción, es un aspecto clave para mantener informado al usuario acerca de sus movimientos en la aplicación.
Reconocer más que recordar	En una aplicación de TDi los elementos y opciones principales deben ser visibles; el usuario de la aplicación no debería tener que recordar la información de una pantalla a otra; la relación entre opciones y acciones debe ser obvia.	Una aplicación de TDi debe procurar que los datos a recordar por el usuario estén presentes en la pantalla o sean de fácil acceso. Se debe considerar que los seres humanos poseen limitaciones de memoria en el corto plazo, por lo que su capacidad de procesar y retener mucha información implica un mayor esfuerzo para éstos [66].
Flexibilidad y eficiencia de uso	Una aplicación de TDi debe permitir un amplio rango de experiencia de uso; permitir a los usuarios personalizar la aplicación de acuerdo a sus características; debe adaptarse a diferentes entornos tecnológicos y tipos de público.	La aplicación de TDi debe ofrecer una ayuda apropiada para usuarios novatos y mecanismos para que los usuarios con más experiencia puedan interactuar de manera más fácil y rápida. Es importante que el usuario pueda personalizar la aplicación de acuerdo a sus necesidades, características, preferencias personales, etc. En las aplicaciones, la capacidad de adaptarse a diferentes entornos tecnológicos es muy importante, ya que se deben ver correctamente en televisores, dispositivos móviles, entre otros.
Libertad y control del usuario	El usuario debe sentir que controla las acciones realizadas en la aplicación de TDi y puede explorarla libremente.	La aplicación de TDi debe ofrecer a los usuarios la posibilidad de “deshacer” o “rehacer” una acción elegida, así como también la posibilidad de salir en cualquier momento de una acción indeseada. Ofrecer facilidades para regresar a un punto inmediatamente anterior o para regresar a la pantalla principal desde cualquier parte de la aplicación, hace que los usuarios sientan que tienen el control sobre esta. Los usuarios deberían poder explorar libremente la aplicación sin castigo.
Heurísticas de errores y ayuda		
Prevención de errores	Una aplicación de TDi debe proveer	Una aplicación de TDi debe evitar que los usuarios cometan errores y debe proveer los

Heurística	Resumen	Justificación
	<p>mecanismos apropiados para reconocer, diagnosticar y solucionar errores.</p>	<p>mecanismos apropiados para que no caigan en ellos. La aplicación debe estar diseñada de tal forma que el usuario no pueda causar un error grave; en el caso que ocurra un error, la aplicación debe poder detectarlo, y ofrecer mecanismos para poder recuperarse o manejar el error. La aplicación debe avisar al usuario antes de que este lleve a cabo una acción potencialmente “peligrosa” (por ejemplo: borrar algo). Se debe evitar la ocurrencia de errores catastróficos, que puedan llegar a causar una pérdida total de las tareas realizadas por los usuarios. Conviene guiar al usuario en sus tareas comunes, de manera que los pasos estén establecidos y el usuario sólo deba ir ingresando sus datos.</p>
<p>Recobrase de errores</p>	<p>Una aplicación de TDi debe ser capaz de detectar errores cometidos por los usuarios y, a partir de esto, mostrar mensajes de error en un lenguaje claro, indicando exactamente el problema y ofreciendo mecanismos simples y comprensibles para recuperarse del error.</p>	<p>Esta heurística se enfoca en cómo ayudar al usuario a recuperarse de un problema. Una aplicación de TDi debe manejar adecuadamente los mensajes de error, estos deben describir el error suficientemente, sugerir mecanismos de recuperación, estar escritos en forma constructiva de tal manera que no atribuyan la culpa ni ofendan a los usuarios.</p>
<p>Ayuda y documentación</p>	<p>Una aplicación TDi debe ofrecer a los usuarios una ayuda clara y simple, expresada en el lenguaje del usuario.</p>	<p>Aunque sería mejor si la aplicación se puede usar sin ayuda, puede ser necesario disponer de ayuda y documentación para usuarios inexpertos. La aplicación debe ofrecer una ayuda clara y simple, expresada en el lenguaje del usuario, libre de jergas y modismos, además, conviene que esté siempre disponible o sea fácil de encontrar, fácil de entender y aplicar, centrada en las acciones del usuario y que no sea muy extensa.</p>

Las heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi se especificaron utilizando una plantilla que contiene la siguiente información [14]:

- ID, Nombre y Definición: un identificador de la heurística, nombre y definición.

- Explicación: explicación detallada de la heurística, incluyendo referencias a principios de usabilidad, problemas de usabilidad típicos y heurísticas de usabilidad relacionadas, propuestas por otros autores.
- Ejemplos: ejemplos de cumplimiento y violación de la heurística.
- Beneficios: beneficios de usabilidad esperados cuando la heurística se cumple.
- Problemas: problemas anticipados por no cumplir con la heurística, cuando se esté realizando una evaluación heurística.

La especificación formal del conjunto de heurísticas propuestas, usando la anterior plantilla se presenta en el Anexo E.1. Dicha información corresponde a la realización de la cuarta etapa (explicativa) que conforma la *Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad*.

4.2.1 Experimentación con las heurísticas para aplicaciones de TDi

En esta sección se presenta la información relacionada a la realización de la quinta etapa (validación) de la *Metodología para Establecer Heurísticas de Usabilidad*, con lo que se intenta verificar las heurísticas propuestas contra las heurísticas tradicionales por medio de evaluaciones a las mismas aplicaciones de TDi utilizadas en el capítulo anterior.

Las evaluaciones heurísticas fueron realizadas por un conjunto de cinco evaluadores que realizaron una inspección del diseño de la interfaz de las aplicaciones en base al conjunto de principios heurísticos propuestos para aplicaciones de TDi. Una vez realizada la validación, se procedió a refinar (última etapa de la metodología) las heurísticas, a partir del análisis de los resultados de las evaluaciones.

4.2.1.1 Perfil de los evaluadores

La evaluación heurística fue realizada gracias a la colaboración de cinco evaluadores. El coordinador de la prueba no participó en la evaluación heurística ya que conocía las aplicaciones, lo que podría haber influenciado en su inspección. Los evaluadores que participaron en la prueba cumplen con el siguiente perfil: experiencia media en evaluaciones heurísticas, experiencia media/alta en el manejo de aplicaciones de TDi e investigadores de distintos temas relacionados con aplicaciones de TDi.

La información relacionada a las heurísticas utilizadas, descripción del proceso, resultados de la evaluación, problemas encontrados, rankings de criticidad y frecuencia, y documentación entregada a los evaluadores expertos para que realizaran la evaluación se presenta en el Anexo E.2.

4.2.1.2 Conclusiones de la evaluación

La evaluación heurística ha puesto al descubierto una serie de problemas en las aplicaciones de TDi evaluadas. Si bien, no se trata de problemas que pongan en riesgo el funcionamiento de las aplicaciones, sí atentan contra la facilidad de uso, y por lo tanto con el buen aprovechamiento que pudiesen tener estas aplicaciones. En general, el nivel de criticidad de los problemas es un poco alto, un gran número de problemas (19 de 36) fueron calificados, en promedio, con notas mayores a 6 (en una escala de 0 a 8), y 17 de los 36 problemas detectados fueron calificados con notas inferiores a 6.

Por otro lado, considerando que las aplicaciones en evaluación son prototipos, es posible obtener otras conclusiones. Podría decirse que algunos problemas del ranking según criticidad, se asocian al nivel de construcción de las aplicaciones, es decir, a ser

precisamente prototipos. Claramente se destaca el reconocimiento de estos problemas gracias a la prueba, lo cual no está en juicio, pero si consideramos una nueva iteración en el desarrollo de las aplicaciones no sería sorprendente que estos problemas estén solucionados. Sin embargo, algunos problemas del ranking de criticidad incumplen el principio “Usuarios Extraordinarios”, los cuales están relacionados con las características de las aplicaciones de TDi, por lo que probablemente no serían solucionados en una nueva iteración si no hubiesen sido detectados con las heurísticas para aplicaciones de TDi.

4.2.1.3 Resumen de resultados de las evaluaciones

La Tabla 9 presenta el mapeo entre las 14 heurísticas para aplicaciones de TDi y las 10 heurísticas de Nielsen.

Tabla 9. Mapeo entre heurísticas para aplicaciones de TDi y heurísticas de Nielsen.

Heurísticas de Nielsen		Heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi	
ID	Nombre	ID	Nombre
H1	Visibilidad del estado del sistema	TDIH4	Realimentación
H2	Relación entre el sistema y el mundo real	TDIH1	Relación entre el sistema y el mundo real
H3	Control y libertad del usuario	TDIH11	Control y libertad del usuario
		TDIH8	Navegación
H4	Consistencia y estándares	TDIH3	Consistencia y estándares
H5	Prevención de errores	TDIH12	Prevención de errores
H6	Reconocer más que recordar	TDIH9	Reconocer más que recordar
H7	Flexibilidad y eficiencia de uso	TDIH10	Flexibilidad y eficiencia de uso
		TDIH7	Estructura de información
H8	Estética y diseño minimalista	TDIH2	Simplicidad
		TDIH5	Restricciones físicas
		TDIH6	Usuarios extraordinarios
H9	Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	TDIH13	Recobrase de errores
H10	Ayuda y documentación	TDIH14	Ayuda y documentación

Las aplicaciones de TDi objeto de estudio: Guía de Programación, Tablón y Chat, fueron examinadas por dos grupos de 5 evaluadores cada uno. Los 10 evaluadores tenían experiencia similar (media) en temas de usabilidad (evaluaciones heurísticas) y una experiencia media/alta en el manejo de aplicaciones de TDi. El primer grupo realizó una evaluación heurística de las aplicaciones utilizando únicamente las heurísticas de Nielsen, mientras que el segundo grupo realizó una evaluación heurística similar, pero utilizando únicamente las heurísticas para aplicaciones de TDi. En la Tabla 10 se presenta el número de problemas de usabilidad identificados por cada grupo de evaluadores en las evaluaciones heurísticas.

Tabla 10. Problemas de usabilidad identificados en las aplicaciones.

Grupo 1: Usando las Heurísticas de Nielsen		Grupo 2: Usando las Heurísticas para aplicaciones de TDi	
ID	Número de problemas	ID	Número de problemas
H1	3	TDIH4	3
H2	4	TDIH1	4

Grupo 1: Usando las Heurísticas de Nielsen		Grupo 2: Usando las Heurísticas para aplicaciones de TDi	
H3	7	TDIH8	8
		TDIH11	4
H4	1	TDIH3	2
H5	1	TDIH12	2
H6	1	TDIH9	1
H7	0	TDIH7	2
		TDIH10	2
H8	6	TDIH2	3
		TDIH5	2
		TDIH6	2
H9	0	TDIH13	0
H10	1	TDIH14	1
Total	24	Total	36

Un total de 60 problemas fueron identificados por 10 evaluadores. Gran parte de los problemas se identificaron usando las heurísticas para aplicaciones de TDi, que usando las heurísticas de Nielsen:

- (P1) 21 problemas fueron identificados por ambos grupos de evaluadores.
- (P2) 15 problemas fueron identificados sólo por el grupo de evaluadores que utilizaron las heurísticas para aplicaciones de TDi.
- (P3) 3 problemas fueron identificados sólo por el grupo de evaluadores que utilizaron las heurísticas de Nielsen.

Los 3 problemas de usabilidad identificados sólo con las heurísticas de Nielsen (P3) están asociados a las heurísticas H2 (1 problema), H3 (1 problema), y H8 (1 problema). El conjunto de heurísticas para aplicaciones de TDi provee las herramientas que pueden potencialmente identificar todos esos problemas: TDIH1, TDIH8-TDIH11, y TDIH2-TDIH5-TDIH6, respectivamente. Sin embargo, todos los problemas de usabilidad (P3) fueron calificados con notas de severidad relativamente bajas (el valor de severidad más alto es de 2,6 en una escala de 0 a 4, los otros 2 problemas tienen notas de 2 y 2,4), y no están en el ranking de criticidad. De acuerdo a lo anterior, los evaluadores que usaron las heurísticas para aplicaciones de TDi ignoraron 3 problemas (menores) de usabilidad identificados sólo con las heurísticas de Nielsen.

Una prueba de usabilidad fue diseñada y realizada a 5 usuarios representativos de las aplicaciones. La prueba se enfocó en los 3 problemas de usabilidad identificados sólo con las heurísticas de Nielsen. Todos estos problemas se probaron para determinar si son percibidos por los usuarios, y en efecto, para los usuarios son problemas menores.

Analizando los 15 problemas identificados sólo con las heurísticas para aplicaciones de TDi (P2), la mayoría de ellos fueron calificados como críticos: 9 de 15 problemas tienen una criticidad de 6 o superior, en una escala de 0 a 8. Además, 11 de los 15 problemas tuvieron una nota de severidad superior a 2,5.

Los resultados presentados anteriormente sugieren que las heurísticas para aplicaciones de TDi permiten obtener mejores resultados que las heurísticas de Nielsen.

Capítulo 5. Propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi

Este capítulo se divide en dos secciones. En la primera sección, se presenta la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi, sin contemplar aspectos de trabajo colaborativo. En la segunda sección, los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica (presentada en la primera sección), se diseñan de forma colaborativa mediante el uso de la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos* [48], para luego, en el capítulo siguiente, evaluar las propuestas metodológicas (la que incluye métodos de evaluación tradicionales vs. la que incluye métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa), con el fin de desarrollar los análisis que permitan concluir si la propuesta metodológica colaborativa es realmente eficiente y adecuada para las aplicaciones en el contexto de TDi.

5.1 Propuesta metodológica de evaluación de usabilidad

En esta sección se presenta la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi. El análisis de los resultados de cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad desarrollados sobre las aplicaciones objeto de estudio (EPG, Tablón y Chat) y los análisis comparativos entre ellos, han permitido establecer la propuesta metodológica que se presenta más adelante.

La propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi claramente deberá incluir, por lo menos, uno de los métodos de inspección y uno de los métodos de prueba de usabilidad. Así, la evaluación heurística, al ser el único de los métodos de inspección de usabilidad estudiado en esta investigación, debe ser parte de la propuesta metodológica, ya que permite identificar una gran cantidad de problemas de usabilidad mediante inspecciones a las aplicaciones de TDi; su capacidad para encontrar problemas de distintos niveles (mayores y menores) y que incumplen distintos principios de usabilidad apoya esta inclusión, gracias al análisis de las evaluaciones realizadas anteriormente.

En cuanto a los métodos de prueba, es claro que debe existir, por lo menos, una de las evaluaciones que realizan una interacción directa del usuario con la aplicación de TDi, es decir, el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva, los experimentos formales o la medida de prestaciones. Esto se discutirá más adelante.

Respecto a los métodos de prueba que no consideran una interacción directa con la aplicación de TDi, entre los cuales se encuentran las pruebas en papel y los métodos de interrogación, hay uno de ellos que se destaca respecto al otro. Las pruebas en papel permitieron obtener poca información sobre la usabilidad, mientras que los métodos de interrogación permitieron identificar tanto problemas de diseño como de navegación, además de obtener información relacionada a la satisfacción subjetiva del usuario luego de interactuar con las aplicaciones de TDi. Esta característica es clave al momento de decidirse por los métodos de interrogación, ya que funcionan como complemento a los métodos de prueba que realizan la interacción directa con las aplicaciones de TDi. Así, los métodos de interrogación, específicamente los cuestionarios, resulta conveniente aplicarlos antes y/o

después de que los usuarios realicen los experimentos formales (por ser métodos de carácter objetivo), y las entrevistas, conviene ejecutarlas después de haber realizado el pensamiento en voz alta y la interacción constructiva (por ser métodos de carácter subjetivo).

La discusión se enfocará, entonces, sobre la definición de él o los métodos intermedios que deben realizarse para obtener, en buena medida, la usabilidad de las aplicaciones de TDi. Esto debido a que se ha establecido como método inicial la evaluación heurística, y como métodos finales se tiene los de interrogación (entrevistas o cuestionarios).

Tanto el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva, como los experimentos formales y la medida de prestaciones han permitido confirmar, de forma general, problemas críticos identificados en la evaluación heurística, además de encontrar algunos otros problemas. Sin embargo, se han marcado algunas diferencias. Las pruebas realizadas sobre las aplicaciones manifestaron que la interacción constructiva encontró más problemas de usabilidad que los demás métodos, además, se confirmaron empíricamente los problemas más críticos identificados por la evaluación heurística y se encontraron varios otros problemas que no habían sido previamente identificados. El pensamiento en voz alta también logró lo mismo, pero a menor escala. Los experimentos formales, por sus características, permitieron identificar más problemas que el pensamiento en voz alta, ya que este método se basa en escenarios asociados al listado de tareas diseñado para la evaluación. La medida de prestaciones fue el método que menos problemas críticos de usabilidad permitió confirmar de la evaluación heurística.

Ahora bien, si se consideran los tiempos involucrados en la realización de estos cuatro métodos de prueba, la experimentación concluyó que el pensamiento en voz alta, la medida de prestaciones y la interacción constructiva consumen menos tiempo, en total, que los experimentos formales. La diferencia se evidencia en la etapa final de las pruebas, específicamente en la etapa de análisis. El pensamiento en voz alta y la interacción constructiva no necesitan de un diseño de tareas para su realización, mientras que los experimentos formales y la medida de prestaciones sí lo necesitan. Además, estos últimos demandan una cantidad de tiempo mayor en la etapa de preparación y de análisis de las evaluaciones, principalmente por los estudios estadísticos que se deben realizar.

Considerando la cantidad de problemas identificados por el pensamiento en voz alta y la interacción constructiva, este último es el método que resulta más adecuado.

Otro factor importante para establecer la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi está relacionado con lo que abarca cada evaluación, es decir, las áreas de las aplicaciones que evalúan. El pensamiento en voz alta y la interacción constructiva, al ser métodos de prueba que no limitan a los usuarios representativos a enfocarse en áreas específicas de las aplicaciones de TDi, permiten realizar un análisis completo de éstas, por lo que encuentran muchos más problemas de usabilidad que los experimentos formales. Claramente, no ocurre lo mismo con los experimentos formales y la medida de prestaciones. El listado de tareas asociado a estos métodos hace que se limite la interacción a las partes que el diseño de tareas sugiere, lo cual no es una desventaja, pero evidentemente no permite una evaluación completa de las aplicaciones, sino más bien de áreas o funcionalidades específicas de las aplicaciones.

En base a los argumentos presentados anteriormente, a continuación se presenta la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi. Se

proponen tres caminos distintos, dependiendo de los objetivos de la evaluación y de algunos otros factores.

5.1.1 Evaluación global

Si el objetivo del desarrollo de los métodos de evaluación es analizar una aplicación de TDi de manera completa, y considerando que el factor tiempo es comúnmente crítico, la propuesta metodológica para la evaluación global de la usabilidad de una aplicación de TDi incluye los siguientes métodos: evaluación heurística, interacción constructiva y métodos de interrogación. En la Figura 7 se presenta la secuencia.



Figura 7. Propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi – Evaluación Global.

Bajo los factores mencionados esta propuesta metodológica sería la más eficiente, ya que, en un principio, la evaluación heurística permite identificar gran parte de los problemas con la participación de evaluadores expertos. Luego, la interacción constructiva permite confirmar varios de esos problemas con la participación de usuarios representativos, que interactúan a través de toda la aplicación de TDi, por lo que, al igual que la evaluación heurística, se evalúa la aplicación completamente. No se considera el pensamiento en voz alta por su desventaja comprobada en la dificultad que tienen los usuarios para expresar a viva voz sus impresiones y por la baja cantidad de problemas encontrados en comparación con la interacción constructiva. Finalmente, los métodos de interrogación, específicamente las entrevistas, permiten rescatar subjetivamente información sobre la experiencia de los usuarios, además permitiendo confirmar los problemas más generales identificados por la evaluación heurística, funcionando como un eficiente complemento.

5.1.2 Evaluación específica

Ahora bien, si el objetivo es evaluar solamente ciertos escenarios o funcionalidades de una aplicación de TDi o algunos aspectos específicos, los experimentos formales serían los más adecuados, ya que se asegurará la evaluación empírica sobre lo deseado mediante una lista de tareas diseñada especialmente para ello. Además, si la aplicación tiene un gran número o variedad de funcionalidades, la interacción constructiva y el pensamiento en voz alta probablemente no alcancen a cubrir toda la aplicación y podría pasarse por alto lo que realmente se quiere evaluar. Así, se podrá evaluar los escenarios, áreas o funcionalidades de la aplicación de TDi de manera objetiva, obteniendo problemas de usabilidad y además permitiendo realizar análisis estadísticos en cuanto a la interacción de los usuarios representativos. Para esta propuesta, adicionalmente, conviene realizar cuestionarios antes (pre-test) y después (post-test) de ejecutar los experimentos, con el fin de obtener información general sobre los participantes de las pruebas y la percepción general sobre la experiencia en el uso de las aplicaciones, para finalmente realizar las entrevistas correspondientes. La propuesta metodológica para realizar una evaluación específica de la usabilidad de una aplicación de TDi se presenta en la Figura 8.



Figura 8. Propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi – Evaluación Específica.

Esta propuesta metodológica permite confirmar, para aplicaciones desarrolladas en entornos de TDi, los resultados obtenidos en un estudio comparativo entre los métodos de inspección y los métodos de prueba. Dicho estudio concluyó que la forma más efectiva para evaluar la usabilidad de un sistema es realizar una evaluación heurística y experimentos formales en espacios temporales distintos dentro del proceso de diseño [67]. Según el estudio las evaluaciones heurísticas deberían ser aplicadas primero y/o tempranamente en el proceso de diseño, con el fin de identificar los problemas basados en el entrenamiento de los expertos o principios existentes. Luego de resolver esos problemas, los experimentos formales pueden ser desarrollados enfocándose en el conocimiento y modelo mental de los usuarios [67].

Esta propuesta metodológica se planteó teniendo en cuenta que las evaluaciones heurísticas identifican problemas relacionados principalmente con el entendimiento de la percepción humana y el pensamiento cognitivo, ya que evalúan la aplicación desde el punto de vista de un usuario [2]. Así, la evaluación heurística identifica fácilmente problemas de diseño o detalles de presentación que pueden impedir el progreso de los usuarios al desarrollar una tarea. Por otro lado, los experimentos formales identifican más fácilmente las diferencias existentes entre el modelo conceptual de la aplicación y el modelo mental de los usuarios, en el contexto de cómo la aplicación está siendo usada. El motivo es que los usuarios de la prueba desarrollan las tareas solicitadas siguiendo su modelo mental, lo que, en muchas ocasiones, genera estas diferencias por el incorrecto modelamiento de la aplicación, que impide o dificulta la realización de las tareas de los usuarios [2].

5.1.3 Evaluación sin restricciones de tiempo

Finalmente, se presenta una propuesta metodológica que permitiría obtener de forma más completa que las anteriores la información sobre la usabilidad de una aplicación de TDi. Aunque está determinada por un factor importante, que es la disponibilidad de tiempo. La propuesta metodológica que se presenta a continuación considera que no hay restricciones de tiempo fuertes para realizar las evaluaciones, es decir, se dispone del tiempo necesario para realizar evaluaciones con el fin de mejorar en buena medida la usabilidad de la aplicación. En el caso de que haya una cantidad de tiempo considerable para realizar las evaluaciones (pero no infinita, claramente), la experiencia considera que se deben realizar los siguientes métodos de evaluación:

- Evaluación heurística.
- Interacción constructiva.
- Experimentos formales.
- Métodos de interrogación.

Mediante el desarrollo de dichos métodos de evaluación se obtendrá la medida de la usabilidad de forma más precisa, ya que se realizarán inspecciones por parte de evaluadores expertos, luego se realizarán inspecciones de usuarios por la aplicación, se podrá realizar análisis estadísticos de las interacciones mediante los experimentos formales, y finalmente

se obtendrá información sobre las percepciones subjetivas (cualitativas y cuantitativas) de los usuarios representativos. La propuesta metodológica para una evaluación completa, sin restricciones de tiempo, de la usabilidad de aplicaciones de TDi se presenta en la Figura 9.



Figura 9. Propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi – Sin restricciones de tiempo.

Esta propuesta metodológica permitiría cubrir los puntos más críticos para obtener la medida de la usabilidad con un nivel de precisión aceptable. Primero, existe, por lo menos, un método de inspección y un método de prueba. En segundo lugar, incluye evaluaciones que realizan análisis cuantitativos y cualitativos, objetivos y subjetivos, y de evaluación global y evaluación específica de la aplicación. Por esto, es posible decir que se están cubriendo todos los factores necesarios para evaluar, en buena medida, la usabilidad de las aplicaciones de TDi.

5.2 Diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica

Dado que la presente investigación intenta establecer una propuesta metodológica para evaluar de forma colaborativa la usabilidad de aplicaciones de TDi, los métodos de evaluación que la conforman serán diseñados de forma colaborativa, mediante la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos* [48]. Así, durante el proceso de evaluación de usabilidad van a trabajar y compartir conocimiento y recursos varias personas dispersas o no geográficamente. El diseño colaborativo de los métodos de evaluación se hace con el fin de obtener aplicaciones más usables, aprovechando las ventajas del trabajo colaborativo. Dado que la colaboración tiene especial importancia en esta investigación, con ella se busca coordinar toda una serie de actividades que propendan por “la comunicación, la coordinación y la cooperación con el fin de aumentar la productividad” [29], de esta manera, el trabajo colaborativo tiende a “maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo y de información” [37].

Vincular en la ejecución de procesos a personas con diferentes conocimientos y experiencia resulta ser de gran utilidad [28][29]. En este sentido, en el proceso de evaluación de usabilidad de aplicaciones de TDi, el trabajo colaborativo presenta ventajas como: promueve el logro de objetivos más ricos en contenido, dado que reúne propuestas y soluciones de varias personas del grupo, valora el conocimiento y opiniones de los demás miembros del grupo, fortalece el sentimiento de solidaridad y respeto mutuo, aumenta la motivación por el trabajo individual y grupal, aumenta las habilidades sociales, de interacción y comunicación, disminuye el temor a la realimentación, entre otras.

Ahora bien, en esta sección se presenta el procedimiento y resultados obtenidos en las fases que componen la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos*. Además, se realizó una particularización de los métodos para evaluar la usabilidad de aplicaciones en entornos de TDi. A continuación, se presentan los resultados de las diferentes fases que componen la metodología, para cada método de evaluación que conforma la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Nota: el proceso y resultados obtenidos en las fases que componen la metodología se van a presentar sólo para la evaluación heurística. La documentación del diseño colaborativo de los demás métodos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica, se presenta en los Anexos F a J.

5.2.1 Evaluación Heurística

5.2.1.1 Fase 1: Diagnóstico del método de evaluación de usabilidad

En esta fase se describe el método de evaluación, incluyendo información como: entregables, participantes y demás características relevantes del método. En la Tabla 11 se presenta la descripción de la evaluación heurística.

Tabla 11. Descripción del método: Evaluación heurística.

Método: Evaluación Heurística
<p>Descripción general</p> <p>La evaluación heurística es un método de evaluación de usabilidad en el cual un grupo de evaluadores (de 3 a 5 generalmente), expertos en usabilidad, inspeccionan sistemáticamente el diseño de la interfaz del sistema interactivo en cuestión, basándose en un conjunto de principios de usabilidad [16]. Para evaluar sistemas interactivos, en este caso aplicaciones de TDi específicamente, se utilizan los llamados principios heurísticos o simplemente heurísticas para aplicaciones de TDi [68].</p> <p>Este método de evaluación de usabilidad es el más popular de los métodos de inspección, básicamente por su facilidad y rapidez de realización. Aunque el método es simple, los problemas no necesariamente son fáciles de encontrar, siempre dependiendo de la cantidad y experiencia de los evaluadores [9]. Es bastante eficiente, pero no es un método tan exhaustivo como para encontrar todos y cada uno de los problemas de usabilidad en la aplicación de TDi que se esté evaluando. En muchos casos, con la evaluación heurística se encuentran problemas de usabilidad no percibidos con la realización de algunos de los métodos de prueba, y viceversa, claramente por la característica empírica que presentan estos últimos.</p> <p>Los evaluadores que participan en este método deben ser personas que conocen en cierto grado las características que debe poseer un sistema usable, y que tengan cierta experiencia en lo que son las evaluaciones heurísticas, es decir, deben ser expertos en usabilidad, algunos más que otros, pero lo óptimo es que todos lo sean en niveles aceptables. Dado que diferentes evaluadores encuentran distintos problemas de usabilidad, la participación de varios evaluadores en una evaluación heurística permite que se encuentren mayor cantidad de problemas de usabilidad, mejorando la eficiencia de este método [9].</p>
<p>Entregables</p> <ul style="list-style-type: none">• Lista de problemas de usabilidad identificados en el prototipo o aplicación de TDi terminada, con las respectivas recomendaciones de solución.
<p>Requerimientos</p> <ul style="list-style-type: none">• Prototipo funcional o aplicación de TDi final.
<p>Etapas del proceso de desarrollo</p> <p>Puede ser realizado en distintas etapas del desarrollo de una aplicación, incluso muy tempranamente, por lo que no es necesaria la disponibilidad de una versión final de la</p>

<p>Método: Evaluación Heurística</p> <p>aplicación interactiva. Sin embargo, se recomienda que la aplicación a evaluar tenga cierto grado de avance o funcionalidad, para que los expertos puedan evaluarla de una mejor manera y se puedan obtener resultados más completos. Esto porque la evaluación de una versión muy temprana de la aplicación (como podrían ser prototipos en papel), no permitiría obtener resultados satisfactorios.</p> <p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Evaluador líder:</i> persona encargada de dirigir la evaluación de usabilidad; asume el papel de moderador en las sesiones grupales de la evaluación. • <i>Evaluadores expertos:</i> son los participantes más importantes de la evaluación, ya que influyen directamente en los resultados que presenta la realización de este método de evaluación. • <i>Representante de la organización:</i> persona de la organización que tiene conocimiento acerca de la aplicación de TDi a evaluar. <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es un método de evaluación económico. • No se consume tiempo de los usuarios. • Permite encontrar gran cantidad de problemas de usabilidad. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un número elevado de expertos aumentan el tiempo de la evaluación.
--

5.2.1.2 Fase 2: Evaluación de la actividad

En esta fase se identifican las actividades generales que conforman la evaluación heurística. Las actividades generales que componen el método de evaluación se han clasificado en dos etapas: planeación y ejecución. La *etapa de planeación* incluye las actividades que se realizan antes de ejecutar el método. La *etapa de ejecución* se compone de las actividades que realizan los evaluadores expertos durante la evaluación heurística. En las Tablas 12 y 13 se listan las actividades que componen cada etapa.

Tabla 12. Actividades generales de la *etapa de planeación*.

Etapa de planeación	
Nº	Actividades/Descripción
1	Determinar cuál es la aplicación de TDi a evaluar.
2	Seleccionar a los evaluadores que participarán en la evaluación.
3	Preparar materiales necesarios para los evaluadores.
4	Entregar instrucciones a los evaluadores.
Participantes: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Representante de la organización.</i> • <i>Evaluador líder.</i> • <i>Evaluadores expertos.</i> 	

Tabla 13. Actividades generales de la *etapa de ejecución*.

Etapa de ejecución	
Nº	Actividades/Descripción
5	Inspección individual de la aplicación.
6	Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad.

Etapa de ejecución	
Nº	Actividades/Descripción
7	Calificación individual de los problemas de usabilidad identificados.
8	Análisis grupal de los problemas de usabilidad.
Participantes: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Evaluador líder.</i> • <i>Evaluadores expertos.</i> 	

5.2.1.3 Fase 3: Descomposición de la actividad

En esta fase se especifican las subactividades que componen cada una de las actividades generales (identificadas en la fase anterior) y se definen cuáles de estas se realizarían de forma colaborativa [49]. La evaluación heurística es un método, que por naturaleza, presenta características que lo distinguen como un método colaborativo, ya que en su ejecución participan varios evaluadores. Teniendo en cuenta lo anterior, al momento de aplicar la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos*, el trabajo realizado consistió en refinar y formalizar el proceso que conforma dicho método de evaluación. Para realizar ese trabajo se contó con la asesoría del experto en usabilidad Cristian Rusu de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile).

Nota: en las siguientes fases de la metodología, se presentan los resultados obtenidos únicamente para la actividad N°6: *Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad*, la cual hace parte de la *etapa de ejecución*. Los resultados de todas las actividades que conforman el método de evaluación se presenta en los Anexo F.1 a F.3.

En la Tabla 14 se listan las subactividades que componen la actividad general N° 6: *Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad*. En el Anexo F.1 se presentan las subactividades que componen las actividades generales de la evaluación heurística.

Tabla 14. Descomposición de la actividad N° 6.

Actividad: Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad.		
Nº	Subactividades/Descripción	Colaborativa
6.1	Creación de una lista integrada de problemas: los <i>evaluadores expertos</i> en compañía del <i>evaluador líder</i> presentan los problemas detectados en la aplicación y los principios heurísticos que incumple cada uno, con el fin de elaborar una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por cada evaluador.	SI
Participantes: <i>Evaluador líder</i> y <i>evaluadores expertos</i> . Tiempo de duración estimado: 2 horas y 40 minutos. Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • En la lista integrada no se deben repetir problemas. • La lista integrada de problemas debe presentarse en una plantilla con la siguiente información: identificador y definición del problema, ejemplos de ocurrencia y principio (s) que incumple el problema. 		

5.2.1.3.1 Asociación de patrones de colaboración a las subactividades colaborativas

Una vez se especifican las subactividades y se define cuáles de estas se realizan de forma colaborativa, a cada subactividad definida como colaborativa se le asocia uno o más patrones de colaboración [49]. Adicionalmente, para cada una de las subactividades

colaborativas se identifica la siguiente información para su ejecución:

- Entradas: recursos necesarios para ejecutar la actividad.
- Resultados esperados: lo que se pretende obtener una vez finalizada la actividad.
- Participantes: grupo de personas que va a realizar la actividad.
- Listado de patrones de colaboración: cada subactividad colaborativa se relaciona con uno o más patrones de colaboración. Para cada selección es necesario incluir la respectiva justificación.

En la Tabla 15 se presenta los resultados de asociar los patrones de colaboración a la subactividad colaborativa que conforma la actividad general N° 6: *Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad*. En el Anexo F.2 se presentan los resultados de asociar los patrones de colaboración a las actividades colaborativas que conforman la evaluación heurística.

Tabla 15. Asociación de patrones a la subactividad N° 6.1: *Creación de una lista integrada de problemas*.

Subactividad: Creación de una lista integrada de problemas.	
Subactividades relacionadas: 5.1 (Evaluación individual de la aplicación).	
Descripción: los <i>evaluadores expertos</i> en compañía del <i>evaluador líder</i> presentan los problemas detectados en la aplicación y los principios heurísticos que incumple cada uno, con el fin de elaborar una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por cada evaluador. En la lista no se deben repetir problemas iguales o muy parecidos.	
Entradas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de usabilidad identificados por cada evaluador. 	
Resultados esperados:	
<ul style="list-style-type: none"> • Lista integrada con los problemas identificados por los evaluadores. 	
Participantes: <i>Evaluador líder</i> y <i>evaluadores expertos</i> .	
Patrones	Justificación
Generación	Este patrón permite a los <i>evaluadores expertos</i> y al <i>evaluador líder</i> realizar contribuciones para generar una lista integrada de los problemas de usabilidad identificados.

5.2.1.4 Fase 4: Relación de Thinklets

5.2.1.4.1 Aspectos para seleccionar los Thinklets

Para la selección de los Thinklets se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- *Criterios para decidir cuándo usar o no el Thinklet*, los cuales se encuentran en la documentación que provee cada Thinklet. En la documentación estos criterios se encuentran en las secciones de: *Escoger este Thinklet... (Choose this Thinklet...)* y *No escoger este Thinklet... (Do not choose this Thinklet...)*, cada una de estas secciones ofrece un conjunto de recomendaciones que permiten determinar cuándo es útil o no escogerlo.
- *Pasos (Steps or Script) que conforman el Thinklet*, estos se encuentran en la

documentación del Thinklet en la sección de *Cómo usarlo (How to use...)*. Este aspecto es útil ya que permite determinar si los pasos que ofrece el Thinklet se ajustan de manera adecuada al proceso que conforma la actividad.

- *Mapa de selección* [43]: el mapa se representa en una malla, en la primera fila y primera columna se ubican los diferentes Thinklets. En cada una de las celdas (intersección de una fila y columna) se indica el tipo de relación considerado entre los Thinklets ubicados en la fila y columna respectivamente. La relación se establece en términos de qué tan aconsejable es ejecutar el Thinklet ubicado en la columna, luego de haber ejecutado el Thinklet ubicado en la fila. Los tipos de relación se representan mediante colores: el verde que indica si la relación es excelente; naranja si la relación es posible pero difícil y rojo si la relación es imposible (ver Figura 10). Con las relaciones que se presentan en el mapa, se puede identificar que las salidas de los Thinklets ubicados en las filas, son usadas como entradas para los Thinklets ubicados en las columnas. Este aspecto es útil ya que permite identificar los Thinklets que tienen una excelente relación, lo cual da mayor certeza en que se obtendrán los resultados adecuados con su ejecución, además sirve para descartar las relaciones que se han establecido como imposibles. En la Figura 10 se presenta un fragmento del mapa de selección.

La relación de estos thinklets es: Excelente Posible pero difícil Imposible	FreeBrainstorm	OnePage	Comparative Brainstorm	LeafHopper	DealersChoice	PlusMinusInteresting	TopFive	BranchBuilder	TheLobbyist	FastFocus	OneUp	BucketBriefing	DimSum	PinTheTailOnTheDonkey	BroomWagon	GoldMiner
Punto de partida?	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
FreeBrainstorm	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
OnePage	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Comparative Brainstorm	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
LeafHopper	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
DealersChoice	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PlusMinusInteresting	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
TopFive	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
BranchBuilder	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
TheLobbyist	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
FastFocus	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
OneUp	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
BucketBriefing	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
DimSum	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PinTheTailOnTheDonkey	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
BroomWagon	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
GoldMiner	Imposible	Imposible	Imposible	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Figura 10. Fragmento del mapa de Selección.

5.2.1.4.2 Relación de Thinklets

Luego de asignar los patrones de colaboración a las subactividades colaborativas, se requiere asociar a cada patrón seleccionado un *Thinklet* que se adecúe a los procesos que conforman dicha subactividad. Los *Thinklets* identificados deben adecuarse a los recursos, al grupo y hasta las propias habilidades de las personas involucradas en la ejecución de los procesos colaborativos [40].

En las tablas de relación de *Thinklets* se muestra el nombre de la subactividad colaborativa, descripción de la subactividad, patrones de colaboración asignados y *Thinklets* relacionados a cada patrón con su respectiva justificación, teniendo en cuenta los *aspectos para seleccionar los Thinklets* (ver sección 5.2.1.4.1).

En la Tabla 16 se presenta los resultados obtenidos de la relación de *Thinklets* a la subactividad colaborativa que conforman la actividad general N° 6: *Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad*. En el Anexo F.3 se presentan los resultados obtenidos de la relación de *Thinklets* a las actividades colaborativas que conforman la evaluación heurística. En el Anexo B se presenta la descripción de los *Thinklets* utilizados en el presente proyecto, los cuales se han generado a partir de las investigaciones en Ingeniería de Colaboración.

Tabla 16. Relación de *Thinklets* de la subactividad N° 6.1: *Creación de una lista integrada de problemas*.

Subactividad: Creación de una lista integrada de problemas.		
Descripción: los <i>evaluadores expertos</i> en compañía del <i>evaluador líder</i> presentan los problemas detectados en la aplicación y los principios heurísticos que incumple cada uno, con el fin de elaborar una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por cada evaluador. En la lista no se deben repetir problemas iguales o muy parecidos.		
Patrones	Thinklet	Justificación de selección del Thinklet
Generación	OnePage	<ul style="list-style-type: none"> • Este <i>Thinklet</i> permite a los <i>evaluadores expertos</i> y <i>evaluador líder</i> contribuir fácil y simultáneamente en la elaboración de la lista integrada de problemas de usabilidad. • Los pasos de este <i>Thinklet</i> se ajustan de forma adecuada al proceso que conforma la actividad.

5.2.1.5 Fase 5: Documentación de diseño

A partir de la información obtenida en las fases anteriores, se genera la documentación definitiva del diseño colaborativo, para esto la Ingeniería de Colaboración ha definido los siguientes elementos: *Modelo de Facilitación del Proceso*, *Agenda Detallada* y *Descripción del Proceso* [49]. En estos tres documentos se encuentra toda la información relacionada al proceso que se realiza para ejecutar las actividades que conforman cada método de forma colaborativa.

5.2.1.5.1 Documentación del diseño de las actividades que conforman la etapa de planeación

Nota: debido a que en la *etapa de planeación* no hay actividades generales conformadas por subactividades colaborativas, no se presenta la *descripción del proceso* de dichas actividades.

En la Figura 11 se presenta el *Modelo de Facilitación del Proceso* (MFP) de las actividades que conforman la *etapa de planeación*. Las subactividades que no tienen asociado un patrón de colaboración y un *Thinklet*, es porque que no se realizan de forma colaborativa.

Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva

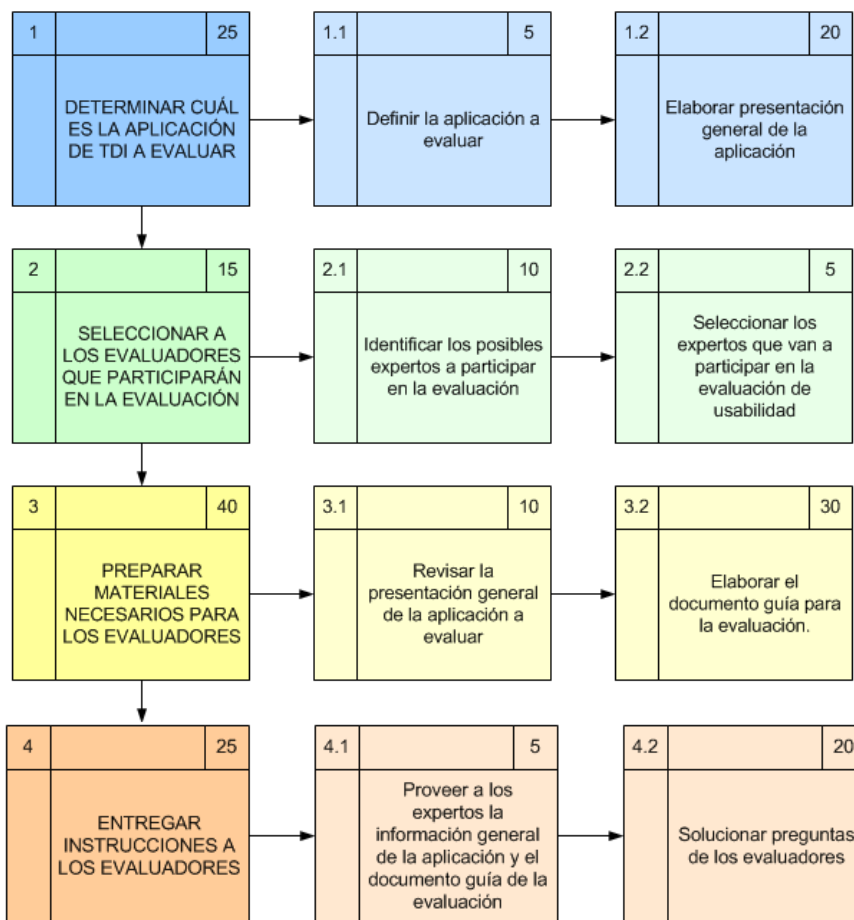


Figura 11. MFP de la etapa de planeación del método: Evaluación Heurística.

En la Tabla 17 se presenta la *agenda detallada* con las actividades que conforman la *etapa de planeación*. En las agendas detalladas, la columna *tiempo estimado* de duración de cada actividad es sólo una aproximación, el tiempo para completar las diferentes actividades puede variar según el número de evaluadores que conformen el grupo. El *tiempo estimado* de las subactividades colaborativas se calculó teniendo en cuenta el número máximo de evaluadores (correspondiente a 5) que participaron en la ejecución de las actividades y el tiempo que cada uno de estos se demoró en la ejecución de los pasos propuestos en el *Thinklet* empleado. En la columna *herramientas soporte* se especifican las herramientas software mínimas necesarias para realizar las actividades.

Algunas actividades descritas en las *agendas detalladas* no tienen información en las columnas: *Thinklet* y *patrón* y *proceso colaborativo*, ya que no requieren de un proceso colaborativo para su ejecución. Es importante mencionar que para la realización del proceso colaborativo que conforma cada subactividad colaborativa, conviene que los integrantes del grupo trabajen de manera síncrona, lo cual se considera, disminuye en gran medida el tiempo de ejecución de la actividad.

Nota: En la columna *participantes* de las *agendas detalladas* se utilizan las siguientes abreviaturas para identificar los participantes de cada subactividad: RO (Representante de la Organización), EL (Evaluador Líder) y EE (Evaluadores Expertos).

Tabla 17. Agenda detallada con las actividades que conforman la etapa de planeación.

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
ACTIVIDAD 1: DETERMINAR CUÁL ES LA APLICACIÓN DE TDI A EVALUAR.								
1.1	Definir la aplicación a evaluar.	Nombre de la aplicación a evaluar.	¿Cuál es la aplicación a evaluar?				5	RO
1.2	Elaborar presentación general de la aplicación.	Presentación general de la aplicación a evaluar.	Realizar una presentación general de la aplicación a evaluar.			- Herramienta ofimática para elaborar la presentación (por ejemplo: Microsoft PowerPoint, entre otros). - Correo electrónico: para que el <i>representante de la organización</i> envíe la presentación al <i>evaluador líder</i> .	20	RO
ACTIVIDAD 2: SELECCIONAR A LOS EVALUADORES QUE PARTICIPARÁN EN LA EVALUACIÓN.								
2.1	Identificar los posibles expertos a participar en la evaluación.	Lista de posibles evaluadores a participar en la evaluación de usabilidad.	¿Quiénes son los posibles evaluadores a participar en la evaluación de usabilidad?			Hoja de Excel, base de datos u otro tipo de registro con información detallada de evaluadores, para que el <i>evaluador líder</i> identifique fácilmente los candidatos a participar en la evaluación.	10	EL
2.2	Seleccionar los expertos que van a participar en la evaluación de usabilidad.	Lista de evaluadores a participar en la evaluación de usabilidad.	Seleccionar los evaluadores a participar en la evaluación de usabilidad.			Correo electrónico: para que el <i>evaluador líder</i> notifique a los <i>evaluadores expertos</i> su participación en la evaluación.	5	EL
ACTIVIDAD 3: PREPARAR MATERIALES NECESARIOS PARA LOS EVALUADORES.								
3.1	Revisar la presentación general de la aplicación a evaluar.		Revisar en detalle la presentación general de la aplicación a evaluar.			Herramienta ofimática para visualizar la presentación.	10	EL
3.2	Elaborar el documento guía para la evaluación.	Documento guía para la evaluación, el cual será entregado a los expertos.	Construir el documento guía para la evaluación			Procesador de texto para elaborar el documento guía de la evaluación (por ejemplo: Microsoft Word, entre otros).	30	EL
ACTIVIDAD 4: ENTREGAR INSTRUCCIONES A LOS EVALUADORES.								
4.1	Proveer a los		Enviar a expertos			Correo electrónico: para que el	5	EL

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
	expertos la información general de la aplicación y el documento guía de la evaluación.		la información general de la aplicación y el documento guía de la evaluación.			<i>evaluador líder</i> envíe a los <i>evaluadores expertos</i> la información general de la aplicación y el documento guía de la evaluación.		
4.2	Solucionar preguntas de los evaluadores.		Solucionar las preguntas que tengan los evaluadores relacionadas a la información suministrada.			Herramienta de comunicación para que los <i>evaluadores expertos</i> contacten al <i>evaluador líder</i> , por ejemplo: Correo electrónico, Skype, Messenger, etc.	20	EL, EE
Duración total estimada de la etapa de planeación							105	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la subactividad 1.1, el <i>representante de la organización</i> define la aplicación o partes de la aplicación a evaluar, esto último ya que la aplicación puede estar conformada de múltiples funcionalidades y solo interesa evaluar algunas de ellas. En la subactividad 1.2, el <i>representante de la organización</i> debe utilizar una plantilla para hacer la presentación de la aplicación, la cual incluya la siguiente información: objetivo de la aplicación, alcance de la evaluación, forma de acceder a la aplicación e información de contacto. Adicionalmente, se recomienda que el representante de la organización provea el manual de usuario de la aplicación junto con la presentación general. En la subactividad 2.1, para facilidad del <i>evaluador líder</i>, conviene disponer de un registro con información de evaluadores expertos (como por ejemplo: base de datos, documento de Excel u otro archivo que contenga información detallada de evaluadores), de tal forma, que al momento de identificar posibles participantes en la evaluación, se pueda encontrar fácilmente evaluadores que tengan experiencia en realizar evaluaciones heurísticas, conozcan las características del dominio de las aplicaciones y estén disponibles. En la subactividad 3.2, el documento guía debe incluir información sobre la aplicación a evaluar, las heurísticas a utilizar y procedimiento de evaluación. Para este caso específico de evaluación de usabilidad de aplicaciones de TDi, se sugiere utilizar las 14 heurísticas de usabilidad propuestas para este tipo de aplicaciones (ver capítulo 4: Heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi). En la subactividad 4.2 el <i>representante de la organización</i> puede participar en la solución de preguntas, con el fin de proporcionar información detallada de la aplicación a los evaluadores que tengan inquietudes. 								

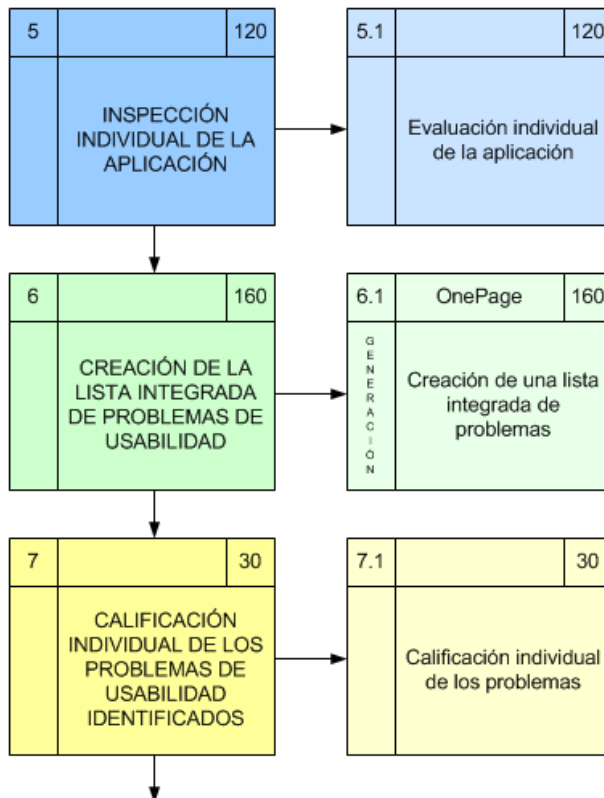
5.2.1.5.2 Documentación del diseño de las actividades que conforman la etapa de ejecución

En la Tabla 18 se presenta la descripción del proceso de la actividad N° 6: Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad, la cual está conformada por subactividades colaborativas.

Tabla 18. Descripción del proceso de la actividad N° 6: Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad.

Descripción del proceso	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por los evaluadores expertos.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por los evaluadores.
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de problemas de usabilidad identificados por cada evaluador.
Visión General	<p>Los responsables de ejecutar esta actividad son los <i>evaluadores expertos</i> y el <i>evaluador líder</i>. El <i>evaluador líder</i> conduce a los <i>evaluadores expertos</i> para que presenten los problemas detectados en la aplicación y los principios heurísticos que incumple cada uno, con el fin de elaborar una lista integrada de problemas identificados.</p>

En la Figura 12 se presenta el Modelo de Facilitación del Proceso (MFP) de las actividades que conforman la etapa de ejecución.



Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva

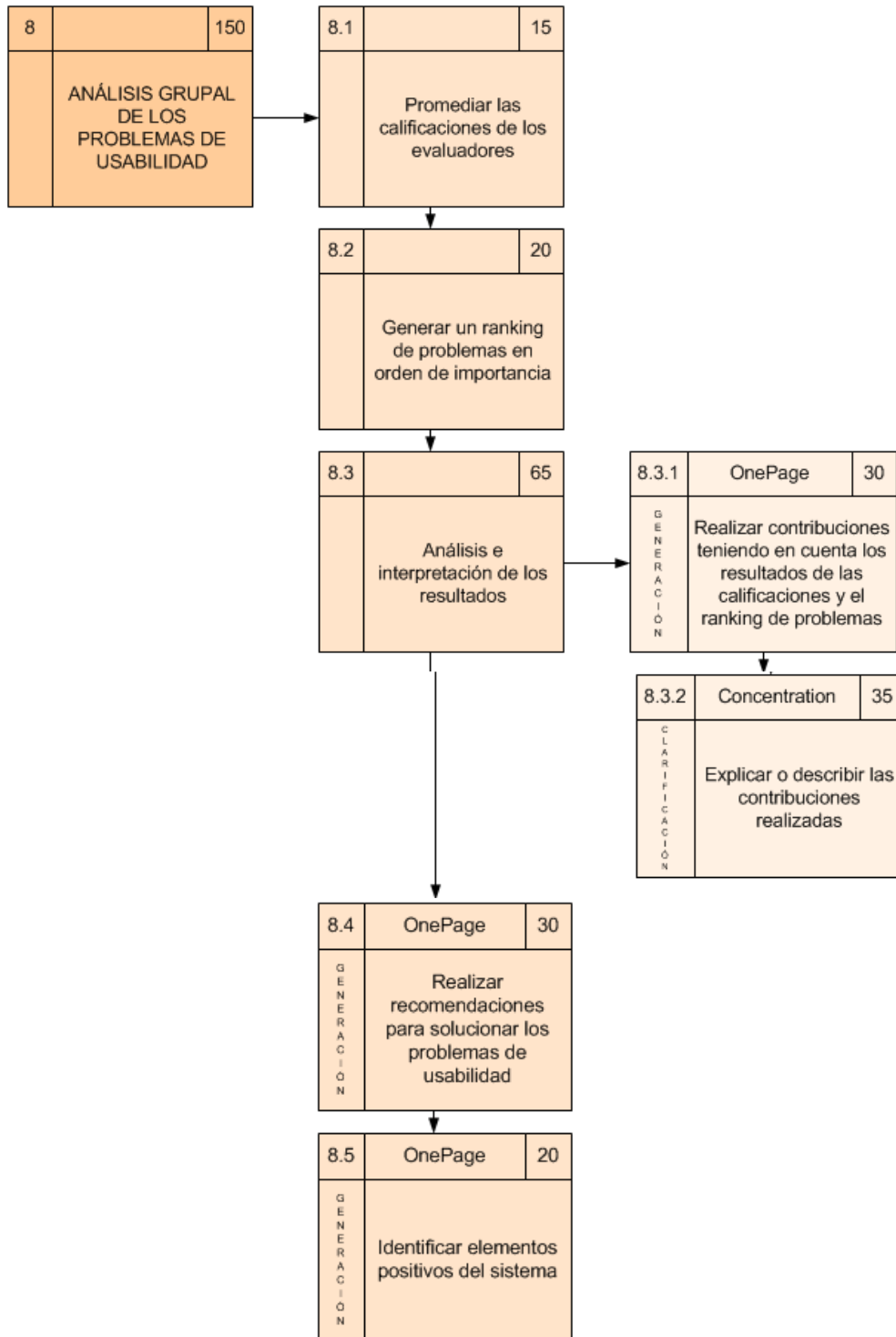


Figura 12. MFP de la etapa de ejecución del método: Evaluación heurística.

En la Tabla 19 se presenta la agenda detallada con las actividades que conforman la etapa de ejecución.

Tabla 19. Agenda detallada con las actividades que conforman la etapa de ejecución.

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
ACTIVIDAD 5: INSPECCIÓN INDIVIDUAL DE LA APLICACIÓN.								
5.1	Evaluación individual de la aplicación.		Cada evaluador experto debe inspeccionar la aplicación.			Para esta actividad los evaluadores pueden utilizar la herramienta ofimática de su preferencia; esta debe permitir anotar los problemas que identifiquen en la aplicación de TDi.	120	EE
ACTIVIDAD 6: CREACIÓN DE LA LISTA INTEGRADA DE PROBLEMAS DE USABILIDAD.								
6.1	Creación de una lista integrada de problemas.	Lista integrada de problemas de usabilidad.	Crear una lista integrada de problemas de usabilidad.	Generación (OnePage)	<ol style="list-style-type: none"> 1. El <i>evaluador líder</i> comunica a los <i>evaluadores expertos</i> que disponen de un artefacto (hoja de papel, documento digital, entre otros) para que anoten los problemas de usabilidad identificados y los agrupen en los principios heurísticos que incumplen. 2. El <i>evaluador líder</i> motiva a los evaluadores para que se cercioren de que otro no ha anotado un mismo problema. Si esto llega a ocurrir el evaluador podría complementar la información relacionada al problema ya anotado. 3. Dejar que los <i>evaluadores expertos</i> sigan haciendo sus contribuciones hasta que ya no se anoten más problemas o hasta que se llegue al límite de tiempo determinado previamente. 	Wiki: permite a los <i>evaluadores expertos</i> anotar problemas de usabilidad simultáneamente en un mismo espacio. La wiki permite editar información agregada por otros evaluadores, llevar un control de cambios y discutir sobre los cambios realizados.	160	EL, EE
ACTIVIDAD 7: CALIFICACIÓN INDIVIDUAL DE LOS PROBLEMAS DE USABILIDAD IDENTIFICADOS.								
7.1	Calificación individual de los problemas.	Calificación individual de los problemas de usabilidad de la lista integrada.	Cada evaluador experto debe asignar calificaciones a los problemas de la lista integrada (obtenida en la subactividad 6.1).			Herramienta ofimática colaborativa (como: formularios de Google Docs, entre otras) o wiki: permite a los evaluadores anotar sus calificaciones sobre los problemas de la lista integrada.	30	EE
ACTIVIDAD 8: ANÁLISIS GRUPAL DE LOS PROBLEMAS DE USABILIDAD.								
8.1	Promediar las calificaciones de los evaluadores.	Promedios de las calificaciones asignadas por	Calcular el promedio de las calificaciones de los			Herramienta ofimática que ofrezca hojas de cálculo (como: Microsoft Excel,	15	EL

Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
		los evaluadores expertos.	evaluadores expertos.			Google Docs, etc.): el <i>evaluador líder</i> puede hacer cálculos (como: promedios, desviaciones estándar, etc.), a partir de datos registrados en formularios u hojas de cálculo.		
8.2	Generar un ranking de problemas en orden de importancia.	Ranking de problemas de usabilidad según su criticidad y severidad.	Generar un ranking de problemas de usabilidad según su criticidad y severidad.			- Herramienta ofimática que ofrezca hojas de cálculo (como: Microsoft Excel, Google Docs): el <i>evaluador líder</i> puede ordenar los datos cuantitativos registrados en formularios de Google Docs u hojas de cálculo. - Wiki: permite al <i>evaluador líder</i> presentar a los <i>evaluadores expertos</i> el ranking de problemas.	20	EL
Subactividad 8.3: Análisis e interpretación de los resultados.								
8.3.1	Realizar contribuciones teniendo en cuenta los resultados de las calificaciones y el ranking de problemas.	Contribuciones a partir del análisis de los resultados de las calificaciones y el ranking de problemas.	Analizar los resultados de las calificaciones y el ranking de problemas y realizar contribuciones.	Generación (OnePage)	1. El <i>evaluador líder</i> comunica a los <i>evaluadores expertos</i> que disponen de un artefacto (hoja de papel, documento digital, entre otros) para que realicen sus contribuciones. 2. El <i>evaluador líder</i> motiva a los evaluadores para que se cercioren de que otro no ha anotado una misma o similar contribución. Si esto llega a ocurrir el evaluador podría complementar la contribución que ya existe. 3. Dejar que los <i>evaluadores expertos</i> sigan haciendo sus contribuciones hasta que ya no se anoten más o hasta que se llegue al límite de tiempo determinado previamente.	- Wiki: permite a los evaluadores anotar sus contribuciones en un mismo espacio. La wiki permite editar información agregada, llevar un control de cambios y realizar una discusión sobre las contribuciones de los evaluadores.	30	EL, EE
8.3.2	Explicar o describir las contribuciones		Cada evaluador experto debe explicar o	Clarificación (Concentration)	1. El <i>evaluador líder</i> presenta a los <i>evaluadores expertos</i> el listado de contribuciones.	- Wiki: permite presentar información y realizar una	25	EL, EE

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
	realizadas.		describir las contribuciones que realice.		<p>2. El <i>evaluador líder</i> informa a los evaluadores que es posible que hayan algunas contribuciones similares o que presenten ambigüedad.</p> <p>3. El <i>evaluador líder</i> invita a los evaluadores a que identifiquen y seleccionen contribuciones similares o que presenten ambigüedad.</p> <p>4. En caso de que algún evaluador haya identificado contribuciones similares, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invitarlo a que exprese la razón por la que considera que esas contribuciones son similares. - Decidir con el grupo si dichas contribuciones deben combinarse o alguna de ellas debe ser eliminada. <p>5. En caso de que algún evaluador haya identificado contribuciones que sean ambiguas, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invitarlo a que exprese qué es lo que no entiende de esa contribución. - Preguntar si alguno de los demás evaluadores puede explicarla. - Invitar a que se proponga una contribución alterna. <p>6. Continuar con este proceso hasta que el grupo de evaluadores no tenga más sugerencias sobre contribuciones que deben unirse, replantearse o eliminarse.</p>	<p>discusión sobre las contribuciones en las cuales no se tenga claridad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas de mensajería instantánea o videoconferencia (como: Skype, Messenger, etc.) para discutir con el grupo las contribuciones que no son claras o presentan ambigüedad. 		
8.4	Realizar recomendaciones para solucionar los problemas de usabilidad.	Conjunto de recomendaciones para solucionar los problemas de usabilidad.	Proponer soluciones o recomendaciones para solucionar los problemas de usabilidad.	Generación (OnePage)	<p>1. El <i>evaluador líder</i> presenta a los <i>evaluadores expertos</i> el listado de problemas de usabilidad identificados.</p> <p>2. El <i>evaluador líder</i> comunica a los <i>evaluadores expertos</i> que disponen de un artefacto (hoja de papel, documento digital, entre otros) para que propongan recomendaciones que den solución a los problemas de usabilidad presentados.</p> <p>3. El <i>evaluador líder</i> motiva a los evaluadores para que se cercioren de que otro no ha anotado una misma solución a un problema. Si esto llega a suceder el evaluador podría complementar la información relacionada a la recomendación de solución que ya se ha anotado.</p> <p>4. Dejar que los evaluadores expertos sigan</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wiki: permite al <i>evaluador líder</i> presentar la lista de problemas de usabilidad, para que los <i>evaluadores expertos</i> anoten las recomendaciones de solución. La wiki permite editar información agregada por otros evaluadores. 	30	EL, EE

Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva

Nº	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Patrón y Thinklet	Proceso Colaborativo	Herramientas Soporte	Tiempo estimado (min.)	Participantes
					haciendo sus contribuciones hasta que ya no se anoten más recomendaciones de solución o hasta que se llegue al límite de tiempo determinado previamente.			
8.5	Identificar elementos positivos de la aplicación.	Elementos positivos de la aplicación.	Listar los elementos positivos de la aplicación, a partir de las anotaciones hechas en la subactividad 5.1.	Generación (OnePage)	<ol style="list-style-type: none"> 1. El <i>evaluador líder</i> comunica a los <i>evaluadores expertos</i> que disponen de un artefacto (espacio en una wiki) para que anoten los elementos positivos identificados en la aplicación evaluada. 2. El <i>evaluador líder</i> motiva a los evaluadores para que se cercioren de que otro no ha anotado un mismo elemento positivo. Si esto llega a ocurrir el evaluador podría complementar la información relacionada al elemento positivo ya anotado. 3. Dejar que los <i>evaluadores expertos</i> sigan haciendo sus contribuciones hasta que ya no se anoten más elementos positivos o hasta que se llegue al límite de tiempo determinado previamente. 	- Wiki: permite a los <i>evaluadores expertos</i> anotar, en un mismo espacio, los aspectos positivos identificados durante la inspección de la aplicación. Además, la wiki permite editar información que hayan agregado otros evaluadores.	20	EL, EE
Duración total estimada de la etapa de ejecución							450	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la subactividad 5.1: <ul style="list-style-type: none"> ○ Se recomienda que cada evaluador realice al menos dos iteraciones inspeccionando la aplicación. ○ El evaluador debe recordar que puede darse el caso que un problema de usabilidad incumple más de un principio heurístico. ○ Los problemas identificados deben registrarse en una plantilla con la siguiente información: identificador y definición del problema, comentarios o explicaciones, ejemplos de ocurrencia, principio (s) incumplidos (s) y pantallas explicativas. • En la subactividad 6.1, la lista integrada de problemas debe presentarse en una plantilla con la siguiente información: identificador y definición del problema, ejemplos de ocurrencia y principio (s) que incumple el problema. • En la subactividad 8.2, los problemas con mayor calificación deben ser ordenados al principio del ranking, desde los que necesitan corrección urgente, hasta los problemas que en realidad no tienen importancia o no corresponden (un problema con calificación cero, no corresponde a un problema de usabilidad). En esta actividad para calcular los promedios, desviación estándar, etc., conviene el uso de herramientas software que agilicen el cálculo de dichos valores. 								

5.2.1.5.3 Tiempo estimado para ejecutar el método

En la Tabla 20, se presenta el tiempo estimado para realizar las actividades que conforman la evaluación heurística.

Tabla 20. Tiempo estimado para realizar el método: *Evaluación Heurística*.

Método: Evaluación Heurística		
Nº	Actividad	Tiempo estimado (hrs.)
Etapa de planeación		
1	Determinar cuál es la aplicación de TDi a evaluar.	00:25
2	Seleccionar a los evaluadores que participarán en la evaluación.	00:15
3	Preparar materiales necesarios para los evaluadores.	00:40
4	Entregar instrucciones a los evaluadores.	00:25
Tiempo estimado para realizar la etapa de planeación		01:45
Etapa de ejecución		
5	Inspección individual de la aplicación.	02:00
6	Creación de la lista integrada de problemas de usabilidad.	02:40
7	Calificación individual de los problemas de usabilidad identificados.	00:30
8	Análisis grupal de los problemas de usabilidad.	02:30
Tiempo empleado en realizar la etapa de ejecución		07:40
TIEMPO TOTAL		09:25

El tiempo total estimado para realizar la evaluación heurística es de 9 horas y 25 minutos, este tiempo corresponde a la suma de los tiempos empleados en realizar cada una de las etapas que conforman el método (etapa de planeación y ejecución).

5.2.1.6 Fase 6: Validación del diseño

En esta fase se realiza la validación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica. Esta sección presenta los resultados obtenidos a partir de la validación del diseño colaborativo de la evaluación heurística, como uno de los métodos que conforman la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi. La validación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación se llevó a cabo mediante dos de las formas de validación propuestas en la *Metodología para el Desarrollo de Procesos Colaborativos*. La primera de ellas es la *Simulación*, la cual permitió al grupo de trabajo realizar una serie de preguntas para probar la lógica del diseño, corroborar que a cada actividad se le crearán los entregables requeridos y de esta manera mejorar el diseño de los métodos. La segunda es la *Prueba Piloto*, la cual permitió al equipo de trabajo ejecutar los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa e identificar problemas en el diseño y verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos y herramientas definidas.

5.2.1.6.1 Simulación

Objetivo y proceso

El objetivo de la *Simulación* es verificar el conjunto de actividades (y subactividades) que

conforman el diseño colaborativo del método de evaluación, así como también verificar el conjunto de entregables que se especifican en cada actividad. Esta validación se realiza con el fin de probar la lógica de diseño y a partir de ella realizar las mejoras pertinentes.

Para llevar a cabo la *Simulación* se revisaron cada una de las actividades generales (y subactividades) que conforman el método de evaluación, además, se realizó una serie de preguntas para cada una de las subactividades colaborativas, las respuestas generadas sirvieron de referente para realizar las mejoras respectivas.

Participantes de la Simulación

Las personas que participaron en el proceso de *Simulación* para validar el diseño colaborativo de la evaluación heurística, y que además hacen parte del equipo de trabajo de la presente investigación, son: Dr. Cesar Alberto Collazos, Dr. Cristian Rusu, Dr. José Luis Arciniegas e Ing. Andrés Fernando Solano.

El documento guía utilizado para la validación del diseño de la evaluación heurística mediante la *Simulación* y los resultados obtenidos, se presentan en los Anexos F.4 y F.5, respectivamente.

Nota: la información relacionada a la validación del diseño colaborativo de los métodos que conforman la propuesta metodológica: interacción constructiva, experimentos formales y métodos de interrogación (entrevistas y cuestionarios), se presenta en los Anexos G.6, H.6, I.6 y J.6, respectivamente.

Tiempo empleado en realizar la Simulación

La validación del diseño colaborativo de la evaluación heurística, mediante la *Simulación*, inició el día 27 de Septiembre de 2011 a las 2:00 pm. y culminó el mismo día a las 5:30 pm.

5.2.1.6.2 Prueba piloto

Objetivo

El objetivo de la *Prueba Piloto* es ejecutar los métodos diseñados de forma colaborativa, con el fin de identificar problemas en el diseño y verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos definidos.

Nota: la información relacionada a la realización de la *Prueba Piloto* de los métodos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica se presenta en la sección 6.2.3 del capítulo 6: Experimentación. En dicha sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la ejecución de los métodos que conforman la propuesta metodológica, los cuales se han diseñado de forma colaborativa.

5.2.2 Selección de herramientas software de soporte para ejecutar las actividades colaborativas que conforman los métodos de evaluación

En la actualidad existe una gran cantidad de herramientas software que integran diferentes funcionalidades para promover el trabajo colaborativo; estas permiten la colaboración y la comunicación de varias personas de forma concurrente, y pueden ser adaptadas a las necesidades de un conjunto de actividades que se van a realizar. Debido a que hay una gran

cantidad de herramientas *groupware* [69] gratuitas existentes, la selección de una de estas para realizar un proceso se vuelve una tarea compleja, lo cual puede dar como resultado una elección inadecuada. Por otro lado, el desarrollo de un sistema colaborativo es una tarea costosa que requiere gran esfuerzo. Debido a lo anterior, se analizaron varias herramientas software con el objetivo de proponer las más adecuadas para la realización de las actividades que conforman los métodos de evaluación de usabilidad planteados en la propuesta metodológica.

Una de las mayores dificultades suele ser convencer a los participantes del proceso de evaluación de que hagan uso de una herramienta específica, por lo que esta debe tener un alto grado de usabilidad, de lo contrario, no se utilizará. Un aspecto a tener en cuenta es que posiblemente si se utiliza una herramienta *groupware* se deban realizar capacitaciones a las personas para aprender a utilizar la herramienta, ya que este tipo de herramientas ofrece una gran variedad de funcionalidades. Teniendo en cuenta lo anterior, para seleccionar las herramientas software que soporten la realización de las actividades que conforman los métodos de evaluación de usabilidad, se tuvo como prioridad que las herramientas debían ser flexibles, sencillas de usar o modificar, y principalmente, que fueran conocidas para los participantes de las evaluaciones.

El análisis de las herramientas software se enfocó en aquellas que son de fuente abierta (gratuitas). Además, para la selección de las herramientas que soportan la ejecución de las actividades colaborativas, se tuvieron en cuenta las siguientes tres variables: (1) calidad del resultado, (2) costo de implementación y (3) esfuerzo de trabajo. Dichas variables fueron consideradas teniendo en cuenta que se presentaban situaciones en las cuales se podía proponer una herramienta lo suficientemente compleja (con gran variedad de funcionalidades orientadas a solucionar problemas de colaboración y comunicación), de un alto costo de implementación con el fin de obtener resultados de buena calidad, pero con un esfuerzo de trabajo (desarrollo) muy alto. Ahora bien, una herramienta muy simple, de bajo costo de implementación y que ofrezca pocas posibilidades de interacción, aumenta en gran medida el esfuerzo de los evaluadores para obtener resultados de buena calidad. Teniendo en cuenta las anteriores situaciones, al momento de definir la o las herramientas software de soporte más adecuadas para realizar las actividades colaborativas, se trató de encontrar un equilibrio entre las tres variables mencionadas, es decir, se intentó definir herramientas software de un costo de implementación moderado, de tal forma, que permitan obtener resultados de buena calidad sin que los evaluadores realicen un gran esfuerzo de trabajo. Así, en las agendas detalladas (presentadas en la documentación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación), específicamente en la columna *herramientas soporte*, se especifican las herramientas software mínimas necesarias para realizar las actividades.

Por otro lado, para definir las herramientas software de soporte se tuvieron en cuenta dos grupos de restricciones, relacionadas a (1) las funcionalidades de las herramientas y (2) el presupuesto para adquirir las herramientas necesarias. Entre las restricciones de funcionalidad más críticas se consideró que la herramienta debe permitir trabajar a varias personas de manera asíncrona, puesto que en la mayoría de los casos, los participantes de la evaluación (evaluadores expertos) van a estar distribuidos geográficamente. Ahora, en cuanto a las restricciones de presupuesto, como se había mencionado anteriormente, las herramientas debían ser libres o tener un costo de adquisición muy bajo.

En la Tabla 21 se presentan las herramientas software seleccionadas para soportar la realización de las actividades que conforman los métodos de evaluación colaborativos

planteados en el propuesta metodológica.

Tabla 21. Herramientas software para la realización de actividades colaborativas.

Herramientas de comunicación
<ul style="list-style-type: none">• Correo electrónico: para el envío de mensajes o notificaciones a los participantes de la evaluación, así como también para la compartición de información entre miembros del grupo.• Mensajería instantánea o videoconferencia: para realizar discusiones entre los miembros del grupo sobre un tema específico, por ejemplo: Windows Messenger, Skype, Google Talk, entre otros.
Herramientas de coordinación
<ul style="list-style-type: none">• Wiki: permite a la persona que lidera el proceso de evaluación gestionar las actividades que conforman el proceso. Además, permite a los miembros del grupo (evaluador líder, evaluadores expertos, representante de la organización) realizar contribuciones simultáneamente en un mismo espacio. También, permite editar información agregada, llevar un control de cambios y realizar discusiones sobre los cambios realizados. Es importante mencionar que para la realización de las actividades se utilizaron <i>wikis semánticas</i>, las cuales son wikis que brindan la posibilidad de integrar a sus páginas elementos que permiten una fácil categorización y sistematización. Estos elementos se llaman anotaciones semánticas y se llevan a cabo especificando propiedades y categorías para cada página. Para decirlo de manera más simple: las wikis semánticas hacen que los contenidos sean "comprensibles" por computadores y no solamente por humanos [70].
Herramientas de cooperación
<ul style="list-style-type: none">• Herramientas ofimáticas colaborativas: entre las cuales está Google Docs, que ofrece un procesador de textos, una hoja de cálculo, programa de presentación básico, formularios, entre otros. Google Docs ofrece la posibilidad a un grupo de personas de colaborar para elaborar documentos, y además, sirve como sistema para compartir archivos.• Wiki: sirve como punto de encuentro entre las herramientas que promueven la cooperación y la coordinación. Una wiki permite gestionar y llevar un control sobre las actividades que conforman el proceso de evaluación, y sirve también para realizar esas actividades.

Como es de notar, las herramientas seleccionadas son familiares para los participantes del proceso de evaluación y no requieren de configuraciones complejas para la realización de las actividades. De esta manera, la persona que lidera el proceso de evaluación, tendría como labor realizar las configuraciones pertinentes para coordinar el proceso de evaluación mediante el uso de las herramientas. Dado que se considera que los participantes del proceso de evaluación no tendrán dificultades con el uso de las herramientas software, excepto con el uso de la *wiki semántica*, herramienta utilizada para la realización de gran parte de las actividades colaborativas, a continuación se menciona de forma más detallada las características de este tipo de wikis.

5.2.2.1 Wiki semántica

La wiki semántica utilizada para la gestión y el desarrollo de las actividades que conforman los métodos de evaluación de usabilidad se denomina: Semantic MediaWiki (SMW) la cual es una de las extensiones más importantes que hay disponibles para Mediawiki [71]. MediaWiki es un software de Wiki que está escrito en PHP y utiliza base de datos MySQL. Se está utilizando para ejecutar Wikipedia y otras enciclopedias y sitios de diccionario.

MediaWiki es una herramienta muy útil para la gestión de contenidos colaborativos, además, tiene la capacidad de gestionar: contenido, metadatos y las relaciones entre los contenidos y metadatos [72].

Con SMW es posible crear páginas dinámicas muy flexibles. SMW añade anotaciones que aportan las ventajas de la web semántica, estas anotaciones convierten la información en algo más que texto [73]. Así, SMW es una muy buena opción para crear páginas colaborativas, eficaces, fáciles de editar y extender, y que permitan búsquedas muy flexibles [74]. El uso de SMW trae varios beneficios, algunos son [71]:

- Visualización de la información: las distintas visualizaciones definidas por extensiones adicionales, permiten mostrar la información de diferentes formas (por ejemplo: líneas temporales, gráficos, mapas, entre otros), aportando un mejor aspecto a la información que contiene una página.
- Estructura de datos mejorada: SMW hace un uso intensivo de las categorías con el fin de estructurar los datos. Además si las etiquetas son guardadas en plantillas (templates), la estructura de la wiki se hace mucho más sólida, y hay extensiones que permiten a los administradores crear formularios para introducir los datos en plantillas semánticas, haciendo que la inserción de datos sea incluso más intuitiva que en una wiki normal.
- Búsqueda de información: los usuarios pueden hacer sus propias consultas para buscar información específica.

En base a lo anterior, el grupo de trabajo utilizó SMW para la gestión de los diferentes métodos de evaluación de usabilidad, ya que resulta fácil de implementar y mantener. Además, la persona que lidera los proyectos de evaluación de usabilidad también pudo usarla para hacer seguimiento del estado de las actividades y de la participación de los miembros del grupo (evaluadores expertos). Así, SMW resultó una buena herramienta para utilizar en la gestión de las actividades que conforman los métodos de evaluación de usabilidad colaborativos planteados en la propuesta metodológica.

Capítulo 6. Experimentación

La propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi anteriormente planteada será evaluada mediante una sesión de *focus group* con expertos y la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi. Se va a realizar una reunión con expertos en usabilidad para discutir sobre los tres caminos de evaluación que conforman la propuesta metodológica. Además, será ejecutado cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad (tradicionales y diseñados de forma colaborativa), que hacen parte de los distintos caminos de la propuesta metodológica, con el fin de determinar si realmente la propuesta permite obtener la medida de la usabilidad de buena forma en las aplicaciones de TDi y si los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa permiten obtener mejores resultados que los métodos tradicionales, teniendo en cuenta las ventajas del trabajo colaborativo. Un análisis de resultados final permitirá confirmar o desechar la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

6.1 Sesión de focus group

La sesión de *focus group* fue realizada en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, gracias a la participación de cinco expertos en temas de usabilidad y TDi. A continuación se presenta la información relacionada a los participantes y resultados obtenidos a partir de la sesión de *focus group*.

6.1.1 Participantes de la discusión

En la sesión de *focus group* participaron cinco expertos, quienes son investigadores en distintos temas relacionados con la usabilidad, sistemas colaborativos y TDi. El grupo de personas que participaron en la discusión estuvo conformado por:

- Dr. Cristian Rusu, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), quien tiene una amplia experiencia en la evaluación de usabilidad de sistemas interactivos.
- Dr. Alejandro Fernández, de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), quien tiene conocimientos y experiencia en el tema de sistemas colaborativos.
- Magíster en Computación Yenny Alexandra Méndez, de la Universidad San Buenaventura (Colombia), quien tiene experiencia y conocimientos en el tema de usabilidad y evaluaciones heurísticas.
- Candidato a Magíster en Telemática Gabriel Elías Chanchí, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el desarrollo y diseño de aplicaciones de TDi.
- Candidato a Magíster en Computación Andrés Fernando Solano, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el tema de usabilidad y diseño de aplicaciones de TDi.

6.1.2 Resultados de la discusión

A partir de la discusión realizada con expertos, sobre los diferentes caminos de evaluación que conforman la propuesta metodológica, se obtuvo realimentación, que en general, favorece la propuesta metodológica.

En cuanto al primer camino de la propuesta metodológica (que incluye la evaluación heurística, interacción constructiva y métodos de interrogación), orientado a realizar una evaluación global de la aplicación de TDi, los expertos coinciden en que este camino sirve

perfectamente cuando se necesita un análisis del tipo global.

El segundo camino planteado en la propuesta metodológica (que incluye la evaluación heurística, experimentos formales y métodos de interrogación), orientado a evaluar áreas o funcionalidades específicas de la aplicación de TDi, resulta ser de gran utilidad según la experiencia de los expertos en el tema de evaluar la usabilidad de sistemas interactivos, ya que los experimentos formales tienen un buen nivel de objetividad y se complementan de forma adecuada con los cuestionarios, que también presentan buena objetividad y permiten obtener información cuantitativa, claro está, si son bien diseñados. Los expertos destacan que los tres métodos de evaluación tienen importantes ventajas, sin embargo, los experimentos formales son los que caracterizan este camino de evaluación y lo diferencian del anterior (camino de evaluación global), porque es el único método de evaluación que entrega información completamente objetiva.

Los expertos consideran que el tercer camino planteado en la propuesta metodológica (que incluye la evaluación heurística, interacción constructiva, experimentos formales y métodos de interrogación), resulta conveniente de aplicar si la disponibilidad de tiempo es alta, ya que en la mayoría de los casos la información sobre la usabilidad de la aplicación a evaluar se necesita rápidamente. Por otro lado, los expertos coinciden en que la realización de este camino de evaluación permite obtener información muy completa sobre la usabilidad de la aplicación evaluada, ya que los métodos de evaluación se complementan adecuadamente.

Teniendo en cuenta el conocimiento y experiencia de los expertos que participaron en la discusión, ellos confirman que la evaluación heurística es muy eficiente para determinar problemas de usabilidad basándose en los principios. La interacción constructiva permite identificar una gran cantidad de problemas de usabilidad en diferentes partes de un sistema. Los experimentos formales permiten realizar un análisis objetivo de áreas específicas de un sistema. Y finalmente, los métodos de interrogación permiten obtener información subjetiva directamente de los usuarios.

Dado que los métodos de interrogación están presentes al final de los tres caminos de evaluación planteados en la propuesta metodológica, los expertos coinciden en que estos permiten obtener resultados cuantitativos y cualitativos que confirman problemas identificados por otros métodos de evaluación. Además, permiten obtener información subjetiva que con otros métodos difícilmente es posible recolectar, lo cual hace que funcionen muy bien como complemento para los métodos de evaluación.

Teniendo en cuenta los tres caminos distintos para la evaluación de usabilidad de las aplicaciones de TDi, los expertos observan que en cada uno de ellos hay métodos intermedios de prueba, indicando que estos se pueden aplicar una vez se ha realizado el análisis de resultados y se han identificado los problemas más críticos en la evaluación heurística. De igual forma, el método de prueba que se observa al finalizar los caminos de evaluación debe ejecutarse una vez se haya terminado de realizar el método de prueba intermedio.

Por otro lado, los expertos coinciden en que para realizar la evaluación heurística en los tres caminos de evaluación de usabilidad, se recomienda que la aplicación a evaluar tenga cierto grado de avance o funcionalidad, para que los evaluadores expertos puedan evaluarla de una mejor manera y se puedan obtener resultados más completos. Esto porque la evaluación de una versión muy temprana de la aplicación (como podrían ser prototipos en

papel), no permitiría obtener resultados satisfactorios.

La sesión de *focus group* resulto muy provechosa, ya que se obtuvo una buena realimentación por parte de los expertos. En resumen, los expertos consideran que la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi tiene buenas bases para su postulación, sin embargo, proponen que sea evaluada mediante la realización de cada uno de los caminos de evaluación que la conforman.

Así, la propuesta metodológica será evaluada realizando los caminos que incluyen los métodos de evaluación tradicionales versus los métodos de evaluación que se han diseñado de forma colaborativa, con el fin de identificar si estos últimos permiten obtener mejores resultados, a partir de las ventajas que tiene el trabajo colaborativo.

6.2 Evaluación de la propuesta metodológica

6.2.1 Aplicaciones objeto de estudio

Para la validación de la propuesta metodológica se seleccionaron las mismas aplicaciones de TDi utilizadas para la realización de los métodos de evaluación de la usabilidad en el Capítulo 3 (ver sección 3.1), las cuales corresponden a la Guía de Programación Electrónica, Tablón y Chat. Las aplicaciones objeto de estudio no corresponden a aplicaciones finales, son prototipos que se encuentran en un estado avanzado de desarrollo. Es importante mencionar que las aplicaciones objeto de estudio han tenido mejoras que van en beneficio de sus usuarios, por lo que esto se verá reflejado en la cantidad de problemas de usabilidad.

6.2.2 Evaluación de la propuesta metodológica ejecutando los métodos tradicionales

Las evaluaciones a realizar corresponden a los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica (ver sección 5.1). Los tres caminos de evaluación que puede tomar la propuesta metodológica, dependiendo de los distintos factores analizados, incluyen los siguientes métodos de evaluación de usabilidad:

- Evaluación Heurística.
- Interacción Constructiva.
- Experimentos Formales.
- Métodos de Interrogación.

Así, en un principio se realizará el método de inspección que forma parte fundamental de la propuesta metodológica (los tres caminos lo incluyen), luego los dos métodos de prueba que realizan una interacción directa del usuario con las aplicaciones, y finalmente, los métodos de interrogación, que funcionan como complemento de los demás para obtener información subjetiva de los usuarios respecto de su experiencia con las aplicaciones de TDi evaluadas (también presentes en los tres posibles caminos de evaluación).

Un punto importante a considerar es que los métodos de evaluación fueron realizados en distintas etapas del desarrollo de las aplicaciones de TDi objeto de estudio. La evaluación heurística se realizó en un comienzo, generando un informe para los desarrolladores de las aplicaciones del proyecto ST-CAV, realizando algunos de los cambios recomendados por los encargados de la evaluación, y posteriormente a ello, se desarrollaron los métodos de

prueba. Por esto, algunos problemas identificados en la evaluación heurística probablemente no serán confirmados por alguno de los métodos de prueba debido a la corrección de estos por parte de los desarrolladores del proyecto. De igual forma, los métodos que requerían de un diseño de la prueba fueron desarrollados en el momento posterior a la corrección. Todo lo anterior tiene su fundamento porque los métodos de evaluación de usabilidad pueden ejecutarse en distintas etapas del proceso de desarrollo de sistemas interactivos.

6.2.2.1 Evaluación heurística

La evaluación heurística fue realizada por un grupo de cinco evaluadores que inspeccionaron las aplicaciones basándose en principios básicos reconocidos (heurísticas de Nielsen).

La información relacionada a los perfiles de los evaluadores, las heurísticas utilizadas, la descripción del proceso y la documentación entregada a los evaluadores expertos para que realizaran la evaluación, corresponde a la presentada en el Anexo D.1. Los resultados de la evaluación, problemas encontrados, rankings de criticidad y frecuencia y conclusiones se presentan en el Anexo K.1.

La evaluación heurística ha permitido identificar una serie de problemas en las aplicaciones de TDi evaluadas. No se trata de problemas que pongan en riesgo el funcionamiento de las aplicaciones, sin embargo, sí atentan contra la facilidad de uso, y por lo tanto con el buen aprovechamiento que pudiesen tener estas aplicaciones. En general, el nivel de criticidad de los problemas no es muy alto, la mayoría de los problemas (11 de 16) fueron calificados, en promedio, con notas inferiores a 6 (en una escala de 0 a 8). Sólo 5 de los 16 problemas detectados fueron calificados con notas mayores a 6, lo cual indica que la mayoría de problemas detectados son menores. Esto teniendo en cuenta que las aplicaciones se encuentran en una etapa avanzada de desarrollo y se han realizado algunas evaluaciones previas de usabilidad con usuarios representativos. Los problemas con mayor criticidad corresponden principalmente a los principios: Relación entre el sistema y el mundo real, Visibilidad del estado del sistema, Control y libertad del usuario y Ayuda y documentación.

Las aplicaciones evaluadas no están terminadas completamente, son prototipos funcionales que se encuentran en una etapa avanzada de desarrollo. Teniendo en cuenta lo anterior y basándose solamente en las evaluaciones heurísticas, podría decirse que, en general, las aplicaciones presentan deficiencias menores. A pesar de que hay problemas diagnosticados como críticos, estos no impiden la utilización normal de las aplicaciones. Ahora, una vez sean corregidos los problemas (mayores y menores) identificados gracias a la evaluación heurística, podría decirse que las aplicaciones van a tener un nivel adecuado de usabilidad.

6.2.2.2 Interacción Constructiva

Este método de prueba de la usabilidad, que forma parte de dos de los tres caminos que puede tomar la propuesta metodológica dependiendo de los factores considerados, fue realizado en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, gracias a la participación de doce usuarios representativos que se adecuan a los perfiles de usuario definidos, por lo que, debido a la naturaleza de la prueba, se realizaron seis interacciones constructivas. Previa firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), las parejas de usuarios realizaron la interacción sobre las aplicaciones de TDi, al mismo tiempo que intercambiaban sus impresiones a viva voz. Se almacenaron los archivos de las acciones de los usuarios en pantalla y el audio asociado a las conversaciones de los mismos. La información relacionada a los perfiles de usuario, problemas identificados y conclusiones se presenta en el Anexo K.2.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 16 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron los 5 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección *Ranking de criticidad* del Anexo K.1).

6.2.2.3 Experimentos formales

Los experimentos formales fueron desarrollados en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, con la participación de diez usuarios representativos. Luego de la firma del acuerdo de confidencialidad (ver Anexo D.2), se desarrollaron las evaluaciones teniendo en cuenta la lista de tareas diseñada. Fueron almacenados los archivos que muestran la interacción de los usuarios en pantalla para el posterior análisis de ellos, realizando el respectivo análisis estadístico. La información relacionada a los perfiles de usuario, el diseño de la prueba, problemas identificados, conclusiones y documentación utilizada en los experimentos se presenta en el Anexo K.3.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 8 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 4 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística realizada anteriormente (ver sección *Ranking de criticidad* Anexo K.1).

6.2.2.4 Métodos de interrogación

Los métodos de interrogación: entrevistas y cuestionarios, que forman parte de los tres caminos que puede tomar la propuesta metodológica, fueron ejecutados en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, luego de que los usuarios realizaron la interacción constructiva y los experimentos formales. Así, los usuarios que realizaron la interacción constructiva, luego de haber interactuado con las aplicaciones, fueron sometidos a una entrevista, con el fin de obtener información sobre la percepción de distintos aspectos de las aplicaciones de TDi evaluadas. De igual forma, los usuarios que realizaron los experimentos formales fueron sometidos a un breve cuestionario antes (pre-test) y después de la prueba (post-test). Sumando la cantidad de usuarios de las evaluaciones anteriores, se realizaron 6 entrevistas (a los 12 participantes de las interacciones constructivas) y diez cuestionarios (a los participantes de los experimentos formales), una cifra aceptable para obtener conclusiones sobre la percepción subjetiva de los usuarios. La información relacionada a los perfiles de usuario, diseño de la prueba (de la entrevista y el cuestionario), problemas de usabilidad identificados y conclusiones se presenta en el Anexo K.4.

El desarrollo de las entrevistas permitió identificar 9 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 3 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver sección *Ranking de criticidad* del Anexo K.1). Dado que los problemas identificados con este método de interrogación integra los resultados de las interacciones constructivas (ver Anexo K.2), las conclusiones corresponden a dichas interacciones, puesto que tras la ejecución de cada una de ellas se realizó una breve entrevista.

6.2.3 Evaluación de la propuesta metodológica ejecutando los métodos diseñados de forma colaborativa

La ejecución de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica, los cuales se han diseñado de forma colaborativa, corresponde a la realización de la *Prueba Piloto* como una de las formas para validar el diseño colaborativo de dichos métodos. La *Prueba Piloto* permitirá al grupo de trabajo ejecutar los métodos de evaluación diseñados de

forma colaborativa e identificar problemas en el diseño y verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos y herramientas definidas. Por otro lado, esta validación permitirá realizar un análisis comparativo respecto a los resultados obtenidos en la ejecución de los métodos de evaluación tradicionales que conforman la propuesta metodológica (presentados en la sección 6.2.2).

Los métodos de evaluación a ejecutar, para el primer camino, incluyen la realización de la evaluación heurística, la interacción constructiva y la entrevista como método de interrogación, no considerando los experimentos formales. Para el segundo camino, se considera la realización de la evaluación heurística, los experimentos formales y los respectivos cuestionarios pre-test y post-test. Finalmente, para el tercer camino, que sería el más óptimo, si se dispone de cierta cantidad de tiempo para realizar las pruebas con tranquilidad, se consideran todos los métodos de evaluación nombrados anteriormente. Así, las evaluaciones a realizar incluyen todos los métodos que conforman la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

6.2.3.1 Evaluación Heurística

6.2.3.1.1 Participantes de la Prueba Piloto

El equipo de trabajo responsable de la ejecución de la evaluación heurística diseñada de forma colaborativa, estuvo conformado por:

- Representante de la organización: el representante de la organización es el Dr. José Luis Arciniegas, quien es el director del proyecto ST-CAV y tiene conocimiento de las aplicaciones de TDi a evaluar.
- Evaluador líder: Candidato a Magíster en Computación Andrés Fernando Solano, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en evaluaciones heurísticas y diseño de aplicaciones de TDi.
- Evaluadores expertos: el grupo de evaluadores expertos estuvo conformado por las siguientes personas:
 - Dr. César Alberto Collazos, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene una amplia experiencia en la evaluación de usabilidad de sistemas interactivos.
 - Magíster en Computación Yenny Alexandra Méndez, de la Universidad San Buenaventura (Colombia), quien tiene experiencia y conocimientos en el tema de usabilidad y evaluaciones heurísticas.
 - Candidato a Magíster en Telemática Gabriel Elías Chanchí, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el desarrollo y diseño de aplicaciones de TDi.
 - Ingeniero Electrónico Juan Pablo Amaya, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene una amplia experiencia en el desarrollo de aplicaciones de TDi.
 - Ingeniero Electrónico Eduardo García, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el desarrollo de aplicaciones de TDi.

6.2.3.1.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación

En el Anexo L.1 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de planeación*.

6.2.3.1.3 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución

En el Anexo L.1 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de ejecución*.

La evaluación heurística ha permitido identificar una serie de problemas en las aplicaciones de TDi evaluadas. Si bien, no se trata de problemas que pongan en riesgo el funcionamiento de las aplicaciones, sí atentan contra la facilidad de uso, y por lo tanto con el buen aprovechamiento que pudiesen tener estas aplicaciones. En general, el nivel de criticidad de los problemas es un poco alto, un gran número de problemas (16 de 24) fueron calificados, en promedio, con notas mayores a 6, y 8 de los 24 problemas detectados fueron calificados con notas inferiores a 6.

6.2.3.2 Interacción Constructiva

6.2.3.2.1 Participantes de la Prueba Piloto

El equipo de trabajo responsable de la ejecución del método *interacción constructiva* diseñado de forma colaborativa, estuvo conformado por:

- Representante de la organización: el representante de la organización es el Dr. José Luis Arciniegas, quien es el director del proyecto ST-CAV y tiene conocimiento de las aplicaciones de TDi a evaluar.
- Evaluador líder: Candidato a Magíster en Computación Andrés Fernando Solano, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en evaluaciones heurísticas y diseño de aplicaciones de TDi.
- Evaluadores expertos: el grupo de evaluadores expertos estuvo conformado por las siguientes personas:
 - Candidata a Magíster en Telemática Magaly Cerón, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el desarrollo y evaluación de aplicaciones de TDi.
 - Candidato a Ingeniero Electrónico Johan Tique, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene experiencia en el desarrollo tanto de aplicaciones web como de TDi.
 - Candidata a Ingeniera de Sistemas Diana Hurtado, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene conocimientos en el tema de usabilidad y diseño de aplicaciones de TDi.
 - Candidata a Ingeniera de Sistemas Rocío Narváez, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene conocimientos en el tema de usabilidad y diseño de aplicaciones de TDi.
 - Candidato a Diseñador Gráfico Diego Paredes, de la Universidad del Cauca (Colombia), quien tiene conocimientos y experiencia en el tema de diseño de interfaces de sistemas interactivos.

- Usuarios: corresponden a usuarios representativos de las aplicaciones a evaluar.

6.2.3.2.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación

En el Anexo L.2 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de planeación*.

6.2.3.2.3 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución

En el Anexo L.2 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de ejecución*.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 25 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron los 16 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver el *Ranking de criticidad* del Anexo L.1). La interacción constructiva permitió identificar problemas de usabilidad en distintas partes de las aplicaciones de TDi, lo cual confirma que este método de prueba realiza una evaluación global de las aplicaciones.

6.2.3.3 Entrevistas

Nota: el equipo de trabajo responsable de la ejecución del método *entrevista* diseñado de forma colaborativa, corresponde al equipo de personas que ejecutaron el método colaborativo: interacción constructiva (ver sección 6.2.3.2.1).

6.2.3.3.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación

En el Anexo L.3 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de planeación*.

6.2.3.3.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución

En el Anexo L.3 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de ejecución*.

El desarrollo de este método de interrogación sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 12 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 5 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver el *Ranking de criticidad* del Anexo L.1). Dado que la mayoría de problemas identificados con este método de prueba corresponden a los resultados de las interacciones constructivas realizadas anteriormente, las contribuciones corresponden a dichas pruebas (ver Anexo L.2).

6.2.3.4 Experimentos Formales

Nota: el equipo de trabajo responsable de la ejecución del método *entrevista* diseñado de forma colaborativa, corresponde al equipo de personas que ejecutaron el método colaborativo: interacción constructiva (ver sección 6.2.3.2.1).

6.2.3.4.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación

En el Anexo L.4 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de planeación*.

6.2.3.4.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución

En el Anexo L.4 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de ejecución*.

El desarrollo de este método de prueba sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio permitió identificar 11 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron 8 de los problemas más críticos identificados en la evaluación heurística (ver el *Ranking de criticidad* del Anexo L.1).

6.2.3.5 Cuestionarios

Nota: el equipo de trabajo responsable de la ejecución del método *cuestionario* diseñado de forma colaborativa, corresponde al equipo de personas que ejecutaron el método colaborativo: experimentos formales (ver sección 6.2.3.4).

6.2.3.5.1 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de planeación

En el Anexo L.5 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de planeación*.

6.2.3.5.2 Resultados de la ejecución de las actividades de la etapa de ejecución

En el Anexo L.5 se presentan los entregables de cada una de las actividades que conforman la *etapa de ejecución*.

En general, las preguntas que conforman los cuestionarios (pre-test y post-test) permitieron obtener resultados alentadores respecto a la satisfacción subjetiva de los usuarios con las aplicaciones de TDi evaluadas. Hay promedios que superan la nota 4 (en una escala de 1 a 5), por lo que se puede decir que, en general, los usuarios están conformes con la navegabilidad, consistencia, control del usuario, entre otros aspectos, sin embargo, consideran que las aplicaciones pueden mejorarse para aumentar la productividad y satisfacción al usarlas. Por otro lado, los evaluadores resaltan que las modificaciones realizadas a las aplicaciones, a partir de la realización de las pruebas de usabilidad, permitieron una mejora significativa en el diseño, eficiencia y facilidad de uso de las aplicaciones de TDi objeto de estudio.

6.2.4 Herramientas software utilizadas para la ejecución de las actividades colaborativas que conforman los métodos de evaluación

Las herramientas software utilizadas por los evaluadores que participaron en el desarrollo de las actividades colaborativas son las siguientes:

Herramientas de comunicación:

- Correo electrónico: para el envío de mensajes por parte del *evaluador líder* a los *evaluadores expertos*, así como también para la compartición de información.
- Mensajería instantánea o videoconferencia: Skype fue la herramienta utilizada por preferencia para realizar discusiones entre los *evaluadores expertos*.

Herramienta de coordinación:

- Wiki: la herramienta utilizada fue Semantic MediaWiki. Esta tipo de wiki permitió al *evaluador líder* gestionar las actividades que conforman los diferentes métodos de evaluación. Además, ofrece la posibilidad a los miembros del grupo (*evaluador líder*, *evaluadores expertos*, representante de la organización) de realizar contribuciones simultáneamente en un mismo espacio. También, con el uso de la

wiki es posible editar información agregada, llevar un control de cambios y realizar discusiones sobre los cambios realizados. La wiki utilizada para la gestión y el desarrollo de las actividades colaborativas que conforman los métodos de evaluación de usabilidad de la propuesta metodológica se encuentra disponible en la URL: <http://ciclope.unicauca.edu.co/smw/>

Herramientas de cooperación:

- Herramientas ofimáticas colaborativas: la hoja de cálculo y los formularios de Google Docs fueron las herramientas utilizadas para realizar diferentes actividades de los métodos de evaluación. Por otro lado, la herramienta utilizada para compartir información fue Dropbox, la cual permitió compartir diferentes tipos de archivos entre los participantes del proceso de evaluación.
- Wiki: disponible en la URL: <http://ciclope.unicauca.edu.co/smw/>

6.3 Análisis de resultados

Esta sección tiene como objetivo comparar los métodos de evaluación de usabilidad (tradicionales y diseñados de forma colaborativa), que hacen parte de los distintos caminos de la propuesta metodológica, en base a las evaluaciones realizadas sobre las aplicaciones de TDi objeto de estudio. Inicialmente, se realizará un análisis comparativo de los tiempos involucrados en la ejecución de los métodos tradicionales y colaborativos, y luego, del número de problemas identificados. Este análisis de resultados permitirá confirmar o desechar la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

6.3.1 Tiempos involucrados

6.3.1.1 Tiempos demorados ejecutando los métodos de evaluación tradicionales

Los tiempos involucrados en el desarrollo de los métodos de evaluación de usabilidad tradicionales que conforman la propuesta metodológica se han dividido en tres partes: preparación, proceso y análisis.

Primero, se analizarán los tiempos involucrados en la etapa de preparación. Para el caso de la evaluación heurística, esta requirió poco tiempo de preparación ya que sólo fue necesario, para el grupo de evaluadores, un pequeño acercamiento a las aplicaciones de TDi y sus principales características, y los principios de usabilidad a utilizar.

Analizando la misma etapa, pero ahora enfocándose en los métodos de prueba que conforman la propuesta metodológica, en primer lugar, la realización de la interacción constructiva no necesitó una larga preparación para poder llevarse a cabo, ya que sólo fue necesario contactar a las parejas de usuarios que participarían en la prueba. Por otro lado, para la ejecución de los experimentos formales es necesario diseñar una lista de tareas, por lo que la preparación de este método demoró un poco más de tiempo que los anteriores. De igual manera, los métodos de interrogación (entrevistas y cuestionarios) tuvieron un tiempo de preparación no menor ya que se debía elaborar un conjunto de preguntas.

Ahora bien, respecto al proceso de desarrollo de los métodos de evaluación, la evaluación heurística necesita de un período de tiempo considerable para que los evaluadores inspeccionen las aplicaciones, integren todos los problemas y califiquen la severidad y frecuencia de cada uno de estos, por lo que este método fue el más demorado. Los métodos

de prueba de la usabilidad que conforman la propuesta metodológica demoraron el tiempo en que los usuarios realizaron la prueba. Cada interacción constructiva se realizó en un período aproximado de 35 a 45 minutos, mientras que los métodos de interrogación sólo tomaron algunos pocos minutos (de 10 a 15). Igualmente, cada experimento formal demoró poco tiempo (alrededor de 20-25 minutos) realizando las tareas asignadas.

Respecto al tiempo involucrado en el análisis de los resultados obtenidos, la evaluación heurística requirió un tiempo moderado para ordenar y profundizar en los problemas identificados (especialmente en los más críticos). La interacción constructiva y las entrevistas necesitaron para su análisis el tiempo para visualizar las grabaciones de las pruebas, por lo que el tiempo de análisis está asociado directamente al tiempo de desarrollo de todas las pruebas. Para la parte de análisis, los experimentos formales ameritan mayor cantidad de tiempo, debido a la inversión temporal en el análisis de los videos, de éxitos o fracasos de tareas y de los estudios estadísticos. Los cuestionarios entregaron información inmediatamente, por lo que debió hacerse los análisis estadísticos necesarios con las respuestas de los usuarios y sacar conclusiones.

A continuación, en la Tabla 22 se resume los tiempos demorados en cada etapa de los métodos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica.

Tabla 22. Tiempos demorados por los métodos tradicionales.

Método de Evaluación	Preparación (hrs.)	Proceso (hrs.)	Análisis (hrs.)	TOTAL
Evaluación heurística	01:20	12:00	03:20	16:40
Interacción constructiva	00:30	04:00	05:30	10:00
Experimentos formales	03:00	03:30	06:00	12:30
Entrevistas	01:20	01:00	02:20	04:40
Cuestionarios	03:00	01:40	03:40	08:20

Con el objetivo de identificar el tiempo demorado en la realización de los distintos caminos de evaluación que conforman la propuesta metodológica, en la Tabla 23 se presenta el tiempo demorado para cada uno de estos (la columna *Tiempo* corresponde a la suma del tiempo total de los métodos de evaluación presentados en la Tabla 22):

Tabla 23. Tiempos demorados en realizar los caminos de evaluación – Métodos tradicionales.

Camino de evaluación	Métodos de evaluación de usabilidad	Tiempo (hrs.)
Evaluación global	Evaluación heurística – Interacción constructiva – Métodos de interrogación (Entrevistas)	31:20
Evaluación específica	Evaluación heurística – Experimentos formales – Métodos de interrogación (Cuestionarios)	37:30
Evaluación completa	Evaluación heurística – Interacción constructiva – Experimentos formales – Métodos de interrogación (Entrevistas y Cuestionarios)	52:10

6.3.1.2 Tiempos demorados ejecutando los métodos de evaluación colaborativos

Los tiempos involucrados en el desarrollo de los métodos de evaluación de usabilidad diseñados de forma colaborativa se han dividido en dos etapas: planeación y ejecución. La etapa de la planeación corresponde a la preparación de los métodos de evaluación de

usabilidad, mientras que la etapa de ejecución incluye el proceso de desarrollo de los métodos y el análisis de resultados.

Respecto a los tiempos involucrados en la etapa de planeación, la evaluación heurística requirió un tiempo moderado de preparación ya que fue necesario determinar las aplicaciones a evaluar, seleccionar los evaluadores, preparar materiales necesarios y entregar instrucciones a los evaluadores.

Analizando la misma etapa para los métodos de prueba, en primer lugar, la realización de la interacción constructiva no necesitó una larga preparación, ya que sólo fue necesario seleccionar las parejas de usuarios que participarían en la interacción, determinar el tiempo límite de duración de la prueba y preparar los aspectos logísticos de la misma. Por otro lado, para la ejecución de los experimentos formales fue necesario definir las funcionalidades de las aplicaciones sobre las cuales se deseaba obtener información, definir las partes del experimento, seleccionar los usuarios, definir la lista de tareas, determinar el tiempo límite de duración del experimento y preparar los aspectos logísticos del mismo, por lo que la planeación de los experimentos formales es más demorada en comparación a la de los demás métodos que conforman la propuesta metodológica. De manera similar, las entrevistas y cuestionarios tuvieron un tiempo de planeación considerable, ya que para las entrevistas fue necesario elaborar una lista de preguntas sobre las aplicaciones objeto de estudio, determinar el tiempo límite de la entrevista y preparar la logística de la misma, mientras que para los cuestionarios se debía definir los tipos de preguntas a utilizar, elaborar el conjunto de preguntas (junto con su forma de respuesta), determinar el tiempo para responder el cuestionario y preparar la logística del mismo.

Respecto a la ejecución de los métodos de evaluación, la evaluación heurística es el método más demorado puesto que los evaluadores hacen una inspección individual, crean una lista integrada de problemas, califican individualmente los problemas de la lista integrada y analizan de forma grupal los problemas identificados. Los métodos de prueba demoraron el tiempo en que los usuarios realizaron la prueba y los evaluadores analizaron la información recolectada (grabaciones, cuestionarios, notas, etc.). Sin embargo, es importante mencionar que los experimentos formales y la interacción constructiva fueron los métodos de prueba que demandaron mayor cantidad de tiempo para el análisis de resultados.

A continuación, en la Tabla 24 se resume los tiempos demorados en cada etapa de los métodos de evaluación colaborativos que conforman la propuesta metodológica.

Tabla 24. Tiempos demorados por los métodos colaborativos.

Método de Evaluación	Planeación (hrs.)	Ejecución (hrs.)	TOTAL
Evaluación heurística	02:00	13:50	15:50
Interacción constructiva	01:00	07:40	08:40
Experimentos formales	04:50	06:00	10:50
Entrevistas	01:40	02:40	04:20
Cuestionarios	03:30	04:30	08:00

Con el objetivo de identificar el tiempo demorado en la realización de los distintos caminos de evaluación colaborativos que conforman la propuesta metodológica, en la Tabla 25 se presenta el tiempo demorado para cada uno de estos (la columna *Tiempo* corresponde a la suma del tiempo total de los métodos de evaluación presentados en la Tabla 24):

Tabla 25. Tiempos demorados en realizar los caminos de evaluación – Métodos colaborativos.

Camino de evaluación	Métodos de evaluación de usabilidad	Tiempo (hrs.)
Evaluación global	Evaluación heurística – Interacción constructiva – Métodos de interrogación (Entrevistas)	28:50
Evaluación específica	Evaluación heurística – Experimentos formales – Métodos de interrogación (Cuestionarios)	34:40
Evaluación completa	Evaluación heurística – Interacción constructiva – Experimentos formales – Métodos de interrogación (Entrevistas y Cuestionarios)	47:40

6.3.1.3 Análisis de los tiempos demorados

A partir de los resultados presentados en las Tablas 23 y 25, se evidencia que el tiempo demorado por los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa, respecto a los métodos tradicionales, es menor. Esto radica en el hecho de que la información recolectada, en el caso de las pruebas de usabilidad, fue distribuida entre el grupo de evaluadores que participaron en el proceso de evaluación con el fin de minimizar el tiempo y esfuerzo requerido por una persona para analizar toda la información.

En cuanto a la etapa de preparación o planeación de los métodos de evaluación, según las Tablas 22 y 24, se evidencia que en los métodos tradicionales la persona encargada de la evaluación se demoró menor cantidad de tiempo en comparación a los métodos diseñados de forma colaborativa. Esto se debe a que en los métodos tradicionales la persona encargada de la evaluación sigue un proceso informal para obtener la información necesaria previa a la ejecución de los mismos, mientras que en los métodos colaborativos se ha establecido una secuencia de actividades bien definidas que debe seguir la persona encargada de la evaluación, en las cuales se especifica el entregable a generar, el Thinklet y patrón de colaboración, proceso colaborativo (en caso de que la actividad se haya definido como colaborativa), herramienta software de soporte, participantes y tiempo estimado para realizar la actividad.

Teniendo en cuenta que la evaluación heurística es un método, que por naturaleza, presenta características que lo distinguen como un método colaborativo, ya que en su ejecución participan varios evaluadores, el tiempo demorado en ejecutarlo de la forma tradicional en comparación a la forma “colaborativa” no presenta una diferencia significativa. Sin embargo, se destaca que en la forma “colaborativa” el proceso para llevarlo a cabo se ha formalizado, de tal manera que se identifican claramente los entregables correspondientes a cada actividad. Además, en la actividad relacionada a generar la lista integrada de problemas de usabilidad, la cual es colaborativa por la naturaleza del método, se ha establecido claramente (mediante la asociación de Thinklets) el proceso de comunicación entre los evaluadores que participan en el desarrollo de dicha actividad.

Respecto a la etapa de ejecución de los métodos de evaluación, que incluye el proceso de desarrollo y análisis de resultados, el tiempo demorado por los métodos de prueba diseñados de forma colaborativa es menor respecto a los métodos tradicionales. Esto radica en que la información recolectada a partir de las pruebas de usabilidad (como grabaciones de audio y video) es distribuida entre el grupo de evaluadores que participan en el proceso de evaluación, así el tiempo analizando la información se reduce significativamente.

6.3.2 Problemas de usabilidad identificados

Los problemas de usabilidad identificados por los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica tradicional versus la propuesta metodológica colaborativa, se tornan como un factor importante a considerar para realizar las comparaciones necesarias y así confirmar o desechar la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Según los resultados obtenidos en las secciones 6.2.2 y 6.2.3, las cuales corresponden a la evaluación de la propuesta metodológica ejecutando los métodos tradicionales versus los métodos diseñados de forma colaborativa, en la Tabla 26 se presentan los problemas de usabilidad identificados a partir de la ejecución de los métodos de evaluación que conforman los caminos de la propuesta metodológica. Además, se presenta los problemas de la evaluación heurística confirmados mediante la ejecución de los métodos de prueba.

Tabla 26. Problemas de usabilidad identificados por los métodos que conforman la propuesta metodológica.

	Método de evaluación	Problemas identificados	Problemas críticos confirmados
Propuesta metodológica/ Métodos tradicionales	Evaluación heurística	16	5
	Interacción constructiva	16	5
	Experimentos formales	8	4
	Entrevistas	9	3
	Cuestionarios	8	4
Propuesta metodológica/ Métodos colaborativos	Evaluación heurística	24	16
	Interacción constructiva	25	16
	Experimentos formales	11	8
	Entrevistas	12	5
	Cuestionarios	11	8

A partir de los resultados presentados en la Tabla 26, se evidencia que la cantidad de problemas identificados por los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa, respecto a los métodos tradicionales, es mayor. Esto se debe a que al trabajar de forma colaborativa se tienen diferentes perspectivas de varias personas (evaluadores expertos) de diferentes áreas de experticia que analizan la información recolectada, por lo que se tiene la posibilidad de obtener mayor realimentación al analizar la información. Así mismo, respecto al análisis de resultados obtenidos a partir de las pruebas de usabilidad, el trabajo colaborativo contribuye a disminuir el esfuerzo por parte de la persona encargada de la evaluación en el momento de analizar e interpretar los datos recolectados. Además, el trabajo en colaboración con otros evaluadores ayuda a tener resultados más ricos en contenido y que estos no se vean afectados por la percepción de una sola persona.

La evaluación heurística de la propuesta metodológica tradicional fue realizada utilizando las heurísticas de Nielsen, mientras la evaluación heurística “colaborativa” se realizó utilizando las heurísticas para aplicaciones de TDi. Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 26 se evidencia que con las heurísticas propuestas para aplicaciones de TDi se identificaron más problemas de usabilidad.

Ahora, comparando los métodos de prueba que conforman la propuesta metodológica, se

concluye que estos confirmaron (en la evaluación tradicional y colaborativa) un buen número de los problemas críticos identificados en las evaluaciones heurísticas. Además, se destaca el hecho de que la interacción constructiva, en ambos casos, evaluación tradicional y colaborativa, confirmó los problemas críticos de las evaluaciones heurísticas.

La interacción constructiva es el método de prueba que identifica mayor cantidad de problemas. Los experimentos formales, gracias a la lista de tareas diseñada especialmente para confirmar problemas críticos, permitieron confirmar un número considerable de estos problemas de usabilidad. Al enfocarse en el escenario dispuesto en la lista de tareas y analizando tiempos y criterios de éxito, las evaluaciones entregaron los resultados esperados. Finalmente, los métodos de interrogación funcionaron como buen complemento para identificar las impresiones de manera más subjetiva, pero medible, de los usuarios.

6.3.3 Conclusiones de la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi

En el capítulo 5 se plantearon tres caminos de evaluación que conforman la propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi. Más adelante (en capítulo 6), mediante el caso de estudio en el que se evaluó la Guía de Programación Electrónica, el Tablón y Chat, se procedió a evaluar dicha propuesta ejecutando los métodos de evaluación tradicionales versus los diseñados de forma colaborativa, intentando verificar que las características identificadas sobre los métodos de evaluación estaban en lo correcto. Finalmente, el análisis de resultados anterior tiene como objetivo determinar si la propuesta y la evaluación de la misma han sido consistentes.

El primer camino de la propuesta metodológica, si se necesitaba una evaluación global de la aplicación de TDi, incluía la realización de los métodos: evaluación heurística, interacción constructiva y entrevistas (como método de interrogación). El análisis realizado sobre el último caso de estudio (en el que se evaluaron tres aplicaciones de TDi: Guía de Programación Electrónica, Tablón y Chat) ha determinado, satisfactoriamente, que este camino sirve perfectamente cuando se necesita un análisis del tipo global. Se obtuvo un buen número de problemas de usabilidad, tanto por parte de los evaluadores como del análisis de la interacción de los usuarios representativos. Las entrevistas permitieron, en la parte final, obtener información adicional/complementaria sobre la percepción de los usuarios respecto a las aplicaciones evaluadas, por lo que confirmaron también lo determinado por los dos métodos anteriormente realizados.

El segundo camino de la propuesta metodológica, determinado por la necesidad de evaluar áreas o funcionalidades específicas de una aplicación de TDi, incluye la realización de los métodos: evaluación heurística, experimentos formales y cuestionarios (como métodos de interrogación). La experiencia con el último caso de estudio generó resultados alentadores respecto a este camino planteado (y de la propuesta metodológica en general). Claramente, los tres métodos aportan sus importantes características en este camino, pero son los experimentos formales los que marcan la diferencia, respecto al camino de evaluación anterior. Estos últimos permitieron realizar un eficiente análisis de las funcionalidades de interés, por lo que los escenarios evaluados entregaron información adecuada. Los cuestionarios, aplicados antes (pre-test) y después (post-test) de los experimentos formales, también se transformaron en un importante complemento, ya que permitieron obtener información objetiva y subjetiva que se podía escapar en la realización de los experimentos, así estos dos métodos de prueba de la usabilidad se complementan de forma adecuada por

su carácter objetivo.

El tercer y último camino de la propuesta metodológica, considera la realización de todos los métodos ejecutados para el caso de estudio mencionado. Este camino se debe tomar si la disponibilidad de tiempo es alta, considerando que en la mayoría de los casos la información se necesita de la forma más inmediata posible. Si se toman en cuenta todos estos métodos de evaluación, claramente la información sobre la usabilidad será más completa. La evaluación heurística, la interacción constructiva, los experimentos formales y los métodos de interrogación se complementan de muy buena forma.

Teniendo en cuenta los tres caminos de evaluación, en cada uno de ellos hay métodos de prueba intermedios, por lo que estos deberán ser ejecutados una vez se ha realizado el análisis de resultados y se han identificado los problemas críticos de la evaluación heurística. De igual forma, los métodos de interrogación se observan al finalizar los tres caminos de evaluación, por lo que deben ejecutarse una vez haya terminado la ejecución del método de prueba intermedio, excepto en el caso de los cuestionarios pre-test que se realizan antes de los experimentos formales.

Los métodos de interrogación están presentes al final de los tres caminos de evaluación planteados en la propuesta metodológica, y la experimentación ha permitido confirmar que estos permiten obtener resultados cuantitativos y cualitativos que confirman problemas identificados por otros métodos de evaluación. Además, permiten obtener información subjetiva que con otros métodos difícilmente es posible recolectar, lo cual hace que funcionen muy bien como complemento para los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Las conclusiones derivadas de la realización de cada uno de los caminos de evaluación que conforman la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi han sido exitosas. Los métodos de prueba han confirmado un buen número de los problemas críticos identificados en la evaluación heurística. La forma en cómo se obtiene esa información es distinta para cada método, pero lo importante es que han cumplido con lo esperado.

En resumen, la propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi ha tenido una base firme para su postulación mediante la realización de casos de estudio, y ha sido evaluada exitosamente mediante un caso de estudio final. Así, el resultado de la investigación, evaluado empíricamente, es el siguiente: *Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi*, la cual está conformada de los siguientes caminos de evaluación:

- **Evaluación global de la aplicación:** Evaluación Heurística – Interacción Constructiva – Entrevistas.
- **Evaluación de áreas o funcionalidades específicas:** Evaluación Heurística – Experimentos Formales – Cuestionarios.
- **Evaluación completa sin problemas de tiempo:** Evaluación Heurística – Interacción Constructiva – Experimentos Formales – Métodos de interrogación (Entrevistas y Cuestionarios).

Capítulo 7. Experiencias y recomendaciones

En este capítulo se consignan las experiencias obtenidas gracias a la realización de la presente investigación y a la interacción con equipos multidisciplinares y con usuarios potenciales de aplicaciones de TDi, adicionalmente, se plantean algunas recomendaciones a tener en cuenta para futuros trabajos que tengan en cuenta estos aspectos.

La elaboración de la propuesta de un conjunto de 14 heurísticas de usabilidad para aplicaciones de TDi, fue realizada teniendo como base las características representativas de las aplicaciones de TDi y las conocidas heurísticas de Nielsen, las que a su vez fueron utilizadas como referencia para evaluar el comportamiento de las heurísticas propuestas. La validación de las heurísticas se orientó hacia la comparación de las heurísticas propuestas con las de Nielsen, por lo que se realizaron varias evaluaciones heurísticas y pruebas de usabilidad para observar el comportamiento de las heurísticas propuestas. Esta comparación se realizó en base a distintos criterios tales como: cantidad de problemas identificados, cantidad de problemas críticos y distribución de problemas por heurística.

Las actividades generales que conforman los métodos de evaluación de usabilidad diseñados de forma colaborativa, se clasificaron en dos etapas: la primera etapa (planeación) se compone de las actividades realizadas antes de ejecutar el método y la segunda etapa (ejecución) se compone de las actividades realizadas durante y después de ejecutar el método. Dicha clasificación de las actividades permitió al grupo de trabajo diseñar de forma más estructurada y ejecutar de forma más ordenada los métodos diseñados de forma colaborativa. Por otro lado, las actividades que conforman la etapa de planeación de cualquiera de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica, deben ser realizadas cuidadosamente, ya que la continuación y el progreso de las demás actividades se encuentran sujetas a estas, a las condiciones de tiempo y recursos.

El tiempo para completar las actividades colaborativas que componen los métodos de evaluación puede variar según el número de integrantes (evaluadores expertos) que conformen el grupo. Se recomienda que para la realización de las actividades colaborativas, los integrantes del grupo trabajen de manera síncrona, lo cual se considera, disminuirá en gran medida el tiempo de ejecución de las actividades.

Durante el diseño de las actividades colaborativas, en la tercera fase de la metodología, denominada: *Descomposición de la actividad*, se les asociaron a algunas actividades colaborativas tres o cuatro patrones de colaboración (entre los cuales están: generación, reducción, organización y evaluación). Dado que los expertos que participan en las evaluaciones, la mayoría de las veces, no disponen de tiempo suficiente, es posible ignorar el Thinklet asociado al patrón de colaboración: evaluación. Esto se debe a que en la ejecución de los Thinklets asociados a los patrones de colaboración: generación, reducción u organización, está implícito el proceso de evaluación. La recomendación anterior aplica en los casos que una actividad colaborativa tiene asociados varios patrones de colaboración (incluido el patrón de colaboración: evaluación).

En la cuarta fase de la metodología, denominada: *Relación de Thinklets*, a algunas actividades colaborativas se le asociaron los Thinklets *FreeBrainstorm* y *FastFocus*, en los patrones de colaboración: generación y reducción, respectivamente. Dado que la combinación de estos Thinklets es un proceso demorado, y los expertos disponen de tiempo

limitado, se recomienda utilizar la combinación de Thinklets: *OnePage* y *Pin the Tail on the Donkey*, también pertenecientes a los patrones de colaboración: generación y reducción, respectivamente. Estos Thinklets permiten lograr el objetivo de la actividad en menor tiempo, sin embargo, puede que no todos los miembros del grupo participen de igual forma.

La validación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación mediante la *Simulación* y *Prueba Piloto*, permitió probar la lógica del diseño, corroborar que a cada paso se le crearán los entregables requeridos y verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos definidos, de esta manera se hicieron varias mejoras al diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de las aplicaciones de TDi.

Durante la realización de la sexta fase de la metodología, denominada: *Validación del diseño*, para los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica se ejecutaron las formas de validación *Simulación* y *Prueba piloto*. En muchos casos se llegó a la conclusión que en las actividades que tenían asociado el patrón de colaboración: evaluación, y que adicionalmente, tenían asociados patrones de generación y reducción, los resultados obtenidos no eran tan relevantes con el uso del patrón de evaluación, en comparación al esfuerzo requerido para ejecutar el Thinklet asociado a ese patrón. De igual manera, en algunas actividades que tenían asociados patrones de generación y reducción, el patrón de reducción se eliminó, puesto que durante el proceso de generación se trataba de obtener información definitiva por parte de los evaluadores (al tratarse de la participación de personas expertas). Las actividades en las cuales se generaban conclusiones al final de un proceso colaborativo también fueron eliminadas, puesto que los resultados obtenidos no eran satisfactorios teniendo en cuenta el esfuerzo requerido para realizar dichas actividades, además, las conclusiones eran similares a la información que se obtenía en actividades previas relacionadas.

La validación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica mediante la *Simulación* se realizó formalmente una sola vez con el equipo de trabajo, pero en el transcurso del diseño de los métodos, estos se sometieron a varias revisiones que permitían probar la lógica del diseño. Es por esto que en el proceso de diseño colaborativo de los métodos de evaluación se realizaron *Simulaciones* parciales, las cuales estaban implícitas en el proceso de revisión de los avances realizados en el trabajo.

Los integrantes del grupo de trabajo del presente proyecto consideraron que las dos formas de validación del diseño seleccionadas: *Simulación* y *Prueba Piloto*, se complementan muy bien y que con la aplicación de estas dos, es suficiente para la validación preliminar del diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica.

Un problema frecuente durante la ejecución del proyecto, se presentaba en el momento de realizar las actividades que conforman la *etapa de ejecución* de los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa. Este consistió en que algunos expertos disponían de un tiempo limitado para participar en las actividades de análisis de resultados, lo cual ocasionó retrasos en la ejecución de las actividades. Además, esto provocó que en algunos casos no todos los miembros del grupo participaran de igual forma.

La conformación de equipos interdisciplinarios no es una tarea fácil, cuantas más personas participan en la realización de las actividades, mayor tiende a ser la dispersión de ideas y la comunicación resulta más difícil. Adicionalmente, la coordinación de los equipos suele ser

dispendiosa, debido a las diferencias entre los distintos modelos mentales que confluyen en un mismo entorno [10]. Sin embargo, fomentar el trabajo colaborativo para realizar y analizar los resultados de las pruebas de usabilidad entre los diferentes integrantes del grupo, generó ciertas ventajas como: entender mejor un problema, facilitar la detección de errores en las aplicaciones, producir sinergia, acceder a un mayor volumen de información útil, etc.

Los equipos de trabajo, responsables del proceso de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos, presentan los mismos desafíos que se tienen en cualquier equipo, tales como participantes dominantes o tímidos, equivocaciones, falta de enfoque, falta de consenso, conformación inadecuada del equipo, entre otros. No necesariamente, los expertos en usabilidad tienen las habilidades requeridas para coordinar esos desafíos y guiar las pruebas de usabilidad satisfactoriamente [75].

La propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, se conforma de un método de inspección y algunos métodos de prueba. Así, fue posible identificar problemas de usabilidad en una primera etapa (por expertos), para luego evaluar empíricamente la influencia de esos problemas (con usuarios representativos).

Los métodos que conforman la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, se pueden realizar sin el uso de herramientas software de soporte, sin embargo, esto traería inconvenientes para la persona que lidera el proceso de evaluación relacionados con la coordinación y compartición de información, haciendo que en algunos casos sea necesario reunir al grupo de evaluadores en un mismo tiempo y espacio para realizar una tarea, lo cual traería altos costos. Así, en esta investigación se proponen herramientas software para el desarrollo de las actividades que conforman los métodos de evaluación, para que la realización y gestión de las actividades se le facilite a la persona encargada del proceso de evaluación de usabilidad de una aplicación de TDi.

El grupo de trabajo utilizó Semantic MediaWiki (SMW) para la gestión de los diferentes métodos de evaluación de usabilidad, ya que resulta fácil de mantener, y además, es una herramienta que también puede ser usada para hacer seguimiento del estado de las actividades y de la participación de los miembros del grupo (evaluadores expertos). Así, SMW resulta una buena herramienta para utilizar en la gestión de las actividades que conforman los métodos de evaluación de usabilidad colaborativos planteados en la propuesta metodológica. Los usuarios quedaron satisfechos con el uso de la herramienta, ya que les permite colaborar, gracias a las características de ser una wiki. Por otro lado, una wiki sirve como punto de encuentro entre las herramientas que soportan la coordinación y la cooperación. La wiki permitió gestionar las actividades que conforman los métodos de evaluación, y además, permitió la realización de las mismas. La wiki tiene la capacidad de integrarse fácilmente con otras herramientas y funcionalidades que requiere la persona que lidera el procesos de evaluación, por ejemplo: se integra con DropBox (para compartir archivos), YouTube (para enlazar videos), entre otras.

La evaluación de usabilidad de una aplicación de TDi es un proceso que requiere de tiempo y de experiencia en el área. Por tal razón, fue muy importante involucrar varias personas (profesionales directamente implicados en el desarrollo de las aplicaciones de TDi, ingenieros de sistemas, ingenieros electrónicos, experto en diseño gráfico, usuarios finales y algunos expertos en usabilidad) durante la evaluación de usabilidad de las aplicaciones de TDi, buscando que se lleve a cabo de manera exitosa. Al formar un grupo de trabajo interdisciplinario que persigue un objetivo común, se unen los esfuerzos individuales, se

aprende de los aportes y puntos de vista que realizan los integrantes, se identifican maneras distintas de hacer las cosas, se conocen experiencias y problemas experimentados por otros.

La realización de este trabajo permitió a los evaluadores, que participaron en la realización de los métodos de inspección y prueba de usabilidad, obtener mayor experiencia en la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi, lo que directamente debiese influenciar en la habilidad para realizar evaluaciones heurísticas en el futuro. Por otro lado, en cuanto a las evaluaciones heurísticas, existe un consenso entre los evaluadores, que la etapa más difícil del proceso de evaluación es la calificación de severidad y frecuencia de los problemas identificados. A veces se dan opiniones dispares entre los evaluadores, que hacen desconfiar del propio criterio. Sin embargo, son situaciones que debiesen ir mejorando en la medida que se adquiere más práctica, puesto que la experiencia es primordial para una correcta evaluación heurística.

Para realizar la evaluación heurística en los tres caminos de evaluación de usabilidad que conforman la propuesta metodológica, se recomienda que la aplicación a evaluar tenga cierto grado de avance o funcionalidad, para que los expertos puedan evaluarla de una mejor manera y se puedan obtener resultados más completos. Esto porque la evaluación de una versión muy temprana de la aplicación (como podrían ser prototipos en papel), no permitiría obtener resultados satisfactorios.

En la realización de los métodos de prueba de la usabilidad, se encuentran usuarios con diferentes personalidades, por lo que resulta conveniente ejecutar un método de evaluación con un número considerable de usuarios representativos. Esto con el fin de obtener información variada, ya que se encuentran usuarios que proveen muy buena realimentación para mejorar la aplicación que se esté evaluando.

En la realización de los métodos de prueba, se deben contemplar aspectos relacionados a las restricciones físicas de la interacción con las aplicaciones de TDi a evaluar, por lo que la persona encargada de la evaluación debe cerciorarse de que el entorno en el cual se realice la prueba, sea lo más parecido a la realidad. En el caso de las pruebas de usabilidad realizadas en el marco de la presente investigación, estas se realizaron en el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca. Este tiene la infraestructura tecnológica básica para el despliegue de las aplicaciones de TDi, sin embargo, no ofrece un entorno completamente amigable a los usuarios como es el de una sala de una casa, que es el lugar donde normalmente se ve la televisión.

Capítulo 8. Conclusiones y trabajo futuro

8.1 Conclusiones

Las organizaciones desarrolladoras de aplicaciones de TDi se podrían beneficiar con la propuesta metodológica planteada en esta investigación, para evaluar de forma colaborativa la usabilidad de este tipo de aplicaciones, ya que al integrar varias personas de diferentes áreas de experticia en el proceso de evaluación de la usabilidad de dichas aplicaciones, estas comparten conocimiento y recursos, garantizando así la obtención de aplicaciones más usables para los usuarios finales.

La propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi presentada en la investigación se ha planteado mediante el análisis de un caso de estudio que incluyó tres aplicaciones representativas. Luego, la evaluación se realizó a través de otro caso de estudio (que incluyó las mismas tres aplicaciones), el cual permitió, exitosamente, confirmar que la propuesta metodológica es aplicable en el entorno de las aplicaciones de TDi, esto considerando los factores bajo los cuales se ejecutaron los métodos que conforman los caminos de evaluación. Así, dependiendo de los factores y de los objetivos de evaluación de cierta aplicación, cada uno de los tres caminos que conforma la propuesta metodológica permite obtener resultados de la medida de la usabilidad de manera confiable.

Cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad posee sus características que lo diferencian de los demás. Los métodos de inspección, por ejemplo, no pueden ser reemplazados por métodos de prueba de usabilidad y viceversa, ya que no se obtendrán resultados satisfactorios por la naturaleza de cada uno. Así, en la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, la secuencia es clara: primero se realiza un método de inspección y luego los métodos de prueba.

El trabajo realizado ha permitido concluir y confirmar que los métodos de evaluación permiten identificar los problemas de usabilidad de distinta forma, en ocasiones complementarios y en otras no, por lo que ningún método es reemplazable por otro. Por esto, de manera ideal, si se realizan todos los métodos de evaluación de usabilidad que conforman la evaluación completa sin restricciones de tiempo (tercer camino de la propuesta metodológica) sobre una aplicación de TDi, cada uno identificará un conjunto de problemas según su naturaleza, complementarios o no con los detectados por otros métodos, y se obtendrá la medida de la usabilidad de la aplicación de una forma muy completa.

Debido a que esta investigación intenta fomentar el trabajo colaborativo entre los integrantes de un grupo, se contribuye significativamente para que durante la realización de las actividades colaborativas se generen resultados más adecuados al respecto del trabajo grupal. Al trabajar de forma colaborativa se generan para los integrantes del grupo ventajas como: acceder a un mayor volumen de información útil, permitir entender mejor un problema, facilitar la detección de errores, dar más alternativas de solución a un problema, entre otras.

En cada una de las actividades colaborativas que conforman los métodos diseñados, se intenta fortalecer la colaboración entre los diferentes miembros del grupo, es decir, se intenta promover la comunicación, la coordinación y la cooperación con el fin de aumentar la

productividad. La colaboración permite a los miembros del grupo unir esfuerzos intelectuales para buscar alcanzar un objetivo común, que en este caso particular es lograr evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi de una manera más acertada.

Esta investigación permitió identificar un conjunto de métodos de evaluación de usabilidad adecuados para ejecutar sobre aplicaciones de TDi, los cuales pueden ser realizados de la forma tradicional como se han definido (sin integrar trabajo colaborativo), obteniendo resultados significativos a partir de los tres caminos planteados en la propuesta metodológica. Sin embargo, la realización de dichos métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa, permite en gran medida obtener mejores resultados en el proceso de evaluación de las aplicaciones relacionados al número y tipo de problemas identificados, tiempo de análisis de resultados, entre otros.

La ejecución de los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa y los métodos definidos de la manera tradicional, ha permitido obtener mayor información respecto al tiempo empleado en la realización de un método que integra procesos colaborativos, frente a otro que no y a la efectividad de los resultados obtenidos una vez termina la ejecución de los métodos. Así, los métodos diseñados de forma colaborativa, aunque requieren un poco más de tiempo para la realización de las actividades de la etapa de planeación, en la etapa de ejecución demoran menos tiempo que los tradicionales y permiten obtener resultados más ricos en contenido, a partir de las ventajas del trabajo colaborativo.

Se estima que el tiempo empleado en ejecutar algunas actividades de la etapa de planeación de los métodos de evaluación diseñados de forma colaborativa, respecto a los métodos que no se han diseñado de esta forma, es un poco extenso, debido a la interacción que existe entre los integrantes del grupo al realizar las actividades colaborativas. Por tal razón, en la realización de dichas actividades colaborativas, se podría reducir significativamente el tiempo de ejecución de las mismas si los participantes del grupo trabajan de forma síncrona.

La validación preliminar del diseño colaborativo de los métodos de evaluación de usabilidad planteados en la propuesta metodológica, se realizó mediante algunas técnicas propuestas por la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos* [48]. Las técnicas empleadas para la validación del diseño colaborativo de los métodos de evaluación son: *Simulación y Prueba Piloto*. En términos generales, la aplicación de estas técnicas permitió al grupo de trabajo evaluar la efectividad de los procesos colaborativos, probar la lógica del diseño de cada método, corroborar que a cada paso se le crearán los entregables requeridos y verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos definidos. De esta manera se realizaron mejoras al diseño colaborativo de los métodos de evaluación planteados en la propuesta metodológica.

Teniendo en cuenta que en los métodos de evaluación tradicionales no se han definido de manera clara y específica los roles y las funciones para los diferentes actores involucrados en el proceso de evaluación, en esta investigación, en el diseño colaborativo de los métodos de evaluación planteados en la propuesta metodológica, se cuenta con una secuencia de actividades bien definidas, especificación de entregables, descripción de los diferentes participantes del proceso de evaluación, tiempo estimado para realizar las actividades, herramientas software de soporte y especificación del proceso de comunicación entre los participantes de la evaluación. Por otro lado, se tiene poca documentación sobre guías o lineamientos de cómo ejecutar evaluaciones colaborativas de usabilidad de sistemas interactivos. A partir de lo anterior, surgió la idea de desarrollar esta investigación, cuyos

resultados se pretende sean utilizados por personas responsables de estructurar el proceso de evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

Un conjunto de 14 heurísticas de usabilidad específicas para aplicaciones de TDi, con las respectivas listas de chequeo asociadas, se obtuvieron a partir de esta investigación. Las heurísticas de usabilidad propuestas fueron validadas a través de evaluaciones heurísticas de tres aplicaciones de TDi. Puesto que no se encontraron heurísticas de usabilidad específicas para aplicaciones de TDi, las heurísticas propuestas se basan en las conocidas y ampliamente utilizadas heurísticas de Nielsen, así como también se basan en heurísticas propuestas para otros campos (por ejemplo, TV social, entornos virtuales y Grid Computing). Sin embargo, como demuestra la especificación de las heurísticas, la propuesta no es sólo una particularización de las heurísticas de Nielsen, el conjunto de 14 heurísticas de usabilidad se ha diseñado específicamente para aplicaciones de TDi.

A partir de las evaluaciones heurísticas realizadas utilizando las heurísticas tradicionales de Nielsen y las heurísticas propuestas para aplicaciones de TDi, se observa un incremento en la cantidad de problemas encontrados y, lo que es más importante aún, un incremento en la cantidad de problemas críticos encontrados, destacándose que en las evaluaciones realizadas se identificaron más problemas con las heurísticas propuestas. Asimismo, se pudo observar que mediante las heurísticas para aplicaciones de TDi fue posible encontrar un mayor número de problemas de alta severidad. Además, en el mapeo realizado a la cantidad de problemas encontrados por cada heurística, se aprecia que cada heurística de TDi abarca una cantidad igual o mayor de problemas que la heurística de Nielsen asociada. Razón por la cual, en general, se encontró una mayor cantidad de problemas por cada heurística propuesta para aplicaciones de TDi.

Mediante la comparación y análisis de los problemas identificados en las evaluaciones heurísticas, se pudo observar que ciertos problemas no fueron detectados mediante las heurísticas para aplicaciones de TDi, por lo que éstos fueron analizados respecto a su importancia y posteriormente confirmados o descartados a través de pruebas de usabilidad, donde se observó si los usuarios se veían afectados o no por estos problemas. Los resultados de las pruebas de usabilidad con usuarios permitieron descartar ciertos problemas previamente señalados por las evaluaciones heurísticas y realizar correcciones a las heurísticas propuestas.

Como complemento a esta investigación, y para guiar y simplificar la aplicación de las heurísticas de usabilidad propuestas, se elaboró una lista de chequeo (checklist), que consiste en una lista de problemas de usabilidad recurrentes a verificar en una aplicación de TDi, esta lista de chequeo fue elaborada teniendo en cuenta los problemas identificados y otros que pueden ser recurrentes en un ambiente de TDi.

Para que la experiencia de un usuario con una aplicación de TDi sea exitosa y lo más convincente posible, es conveniente desarrollar aplicaciones usables. La propuesta de 14 heurísticas intenta contribuir en la usabilidad de las aplicaciones de TDi con el fin de garantizar la mejor experiencia interactiva al usuario; la lista de chequeo también intenta contribuir con dicho propósito.

Los diseñadores y/o desarrolladores de aplicaciones de TDi necesitan aprender principios de diseño con el objetivo de crear aplicaciones altamente usables. Dado que desde la perspectiva de los usuarios la usabilidad puede hacer la diferencia entre desarrollar una

tarea completamente o no, y disfrutar el proceso o sentirse frustrado, con las heurísticas propuestas se intenta aumentar en gran medida la posibilidad de éxito de las aplicaciones de TDi. Ahora bien, se tiene que uno de los principales atributos de los sistemas interactivos es la usabilidad. Esta resulta ser un aspecto crítico en el desarrollo de sistemas que se puedan declarar exitosos, ya que el hecho de que un sistema sea usable implica que permite a sus usuarios trabajar de manera eficaz, eficiente y satisfactoria. Las heurísticas para aplicaciones de TDi contribuyen en este aspecto.

Ejecutar los métodos colaborativos que conforman la propuesta metodológica, en comparación a los métodos tradicionales, podría traer mayores costos ya que involucran a más personas en la realización de actividades. Sin embargo, la experimentación permitió identificar que se obtuvieron mejores resultados (en cuanto a cantidad de problemas de usabilidad identificados por ejemplo) ejecutando los métodos colaborativos. Ahora, está ampliamente reconocido que el ROI (Retorno de la Inversión) de la usabilidad es mayor que el producido por cualquier otra inversión que pueda realizarse en un proyecto. Esto es, los sistemas que más invertirán en usabilidad serán más fáciles de usar e incrementarán las ventas [10]. Teniendo en cuenta lo anterior, los autores de la presente investigación consideran que las aplicaciones de TDi desarrolladas utilizando la propuesta metodológica colaborativa para la evaluación de usabilidad, tendrían una buena calidad y el ROI podría ser positivo, a pesar de requerir mayor inversión por la participación de más personas, por lo que invertir en la usabilidad de las aplicaciones de TDi resultaría rentable.

Teniendo en cuenta todas las conclusiones anteriores, se logra confirmar la hipótesis definida al comienzo de la investigación. Sin lugar a dudas, cualquiera de los tres caminos que conforman la propuesta metodológica, permiten obtener información de la usabilidad de una aplicación de TDi de forma más completa e íntegra que la realización de los métodos de evaluación de usabilidad de forma indiscriminada e independiente.

El trabajo realizado y la literatura consultada han demostrado que la usabilidad, progresivamente, se ha transformado en un término común para las personas relacionadas de alguna forma con las tecnologías de información y comunicación, y se está creando una cultura sobre la grata influencia de la usabilidad en la facilidad y eficiencia de uso de los sistemas interactivos. Sin embargo, es notoria la diferencia existente en la disponibilidad de documentos bibliográficos e investigaciones en lenguaje inglés, que representa la mayor cantidad de material disponible, respecto del lenguaje español, lo que permite deducir que aún la inmersión de la usabilidad no es tan completa, sobre todo en Latinoamérica.

La propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, se integra sin mayor dificultad al proceso de desarrollo de las aplicaciones. Aunque, conviene ejecutar los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica una vez se tenga un prototipo funcional de la (s) aplicación (es) objeto de estudio, con el fin de obtener resultados más significativos.

Tras la finalización de todas las etapas y actividades previstas para establecer la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi, cabe mencionar que para los integrantes de esta investigación la realización de la misma ha sido una labor gratificante, tanto por los resultados obtenidos como las experiencias vividas a lo largo del proceso.

Finalmente, como resultado del trabajo realizado para esta tesis han surgido algunas

publicaciones (ver *Publicaciones* en anexos), no obstante queda pendiente generar más publicaciones donde se muestren los resultados finales logrados. A continuación se describen las publicaciones realizadas hasta el momento:

- A. Solano, C. Collazos, J. Arciniegas, “Usability Collaborative Evaluation in T-Learning Services: State of the Art”, artículo en proceso de impresión en la revista e-Minds (International Journal on Human-Computer Interaction) de la Universidad de Oviedo (España). Fecha de publicación: Marzo de 2012.
- A. Solano, C. Rusu, C. Collazos, J. L. Arciniegas, “Evaluating Interactive Digital Television Applications through Usability Heuristics”, artículo en estado de revisión en la revista INGENIARE (Revista Chilena de Ingeniería) de la Universidad de Tarapacá (Chile).
- A. Solano, C. Collazos, J. Arciniegas, “Evaluando la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva desde una perspectiva colaborativa”, artículo en estado de revisión en la Revista Entre Ciencia e Ingeniería de la Universidad Católica de Pereira (Colombia).
- A. Solano, Y. Méndez, C. Collazos, “Thinklet: elemento clave en la generación de métodos colaborativos para evaluar usabilidad de software,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 20, p. 87, 2010.
- A. Solano, G. Chanchí, C. Collazos, J. Arciniegas, C. Rusu, “Diseñando Interfaces Gráficas Usables de Aplicaciones en Entornos de Televisión Digital Interactiva,” en *V Latin American Conference on Human Computer Interaction*, Porto de Galinhas, Brazil, 2011. Tercer mejor artículo del evento.
- A. Solano, C. Rusu, C. Collazos, S. Roncagliolo, J. L. Arciniegas, V. Rusu, “Usability Heuristics for Interactive Digital Television,” en *The Third International Conference on Advances in Future Internet (AFIN 2011)*, Nice/Saint Laurent du Var, France, 2011.
- A. Solano, C. Collazos, J. Arciniegas, Y. Méndez, “Propuesta para la Generación de Métodos Colaborativos de Evaluación de Usabilidad de los Servicios que Soportan Procesos Educativos en Entornos de Televisión Digital Interactiva,” en *5th Conference of the Euro-American Association on Telematics and Information Systems EATIS 2010*, Panamá, 2010.
- A. Solano, C. Rusu, C. Collazos, J. Arciniegas, “Hacia una Metodología para la Evaluación de Usabilidad de Aplicaciones de Televisión Digital Interactiva,” en *Sexto Congreso Colombiano de Computación (6CCC)*, Manizales, Colombia, 2011.
- A. Solano, C. Collazos, J. Arciniegas, “Evaluación Colaborativa de Usabilidad en los Servicios de T-Learning: Estado del Arte,” en *Conferencia Latinoamericana de Medios Audiovisuales en Red – LACNEM 2010*, Cali, Colombia, 2010.

8.2 Trabajo futuro

Esta tesis de maestría es un trabajo amplio que deja muchas puertas abiertas para continuar con la investigación realizada.

Luego de haber satisfecho cada uno de los objetivos específicos de la investigación y, por lo tanto, el objetivo general, las principales actividades futuras están relacionadas al refinamiento de la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi.

La utilización de los distintos caminos propios de la propuesta metodológica en distintas aplicaciones de TDi servirá como realimentación para conocer el comportamiento en el

tiempo de la misma. Es probable que, con el paso del tiempo y la gran velocidad de cambio de las tecnologías de información y comunicación, la propuesta metodológica deba ser adaptada a otros aspectos, eventualmente modificando algunos de los métodos de evaluación estudiados, con el fin de obtener adecuadamente la medida de la usabilidad de la aplicación interactiva en cuestión.

Dado que las aplicaciones objeto de estudio se transmiten mediante el estándar tecnológico DVB (Digital Video Broadcasting), y además, siguen la especificación MHP (Multimedia Home Platform), se propone el estudio con otros estándares de transmisión y en otros entornos relacionados a la televisión digital como IPTV (Internet Protocol Television), Televisión Móvil, entre otros. Por lo que el trabajo futuro se enfoca principalmente en extender la investigación a una metodología completa de evaluación de la usabilidad para aplicaciones de Televisión Digital Interactiva.

A partir de las heurísticas de usabilidad propuestas para aplicaciones de TDi, resultaría conveniente refinar dichas heurísticas y establecer principios de diseño para aplicaciones de TDi, esto con el fin de ampliar la perspectiva de las heurísticas.

Es posible validar el diseño colaborativo de los métodos de evaluación que conforman la propuesta metodológica mediante las técnicas *Revisión* y *Recorrido*, las cuales son proporcionadas por la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos*, con el objetivo de realizar mejoras al diseño de los métodos.

Continuar mejorando el diseño colaborativo de los métodos de evaluación generado por el grupo de trabajo, difundir la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi a toda la comunidad y organizaciones desarrolladoras de este tipo de aplicaciones.

En esta investigación se ha considerado como eje central el concepto de usabilidad, por lo que se propone ampliar el alcance del trabajo pasando de “evaluación de usabilidad” a “evaluación de la experiencia de usuario”. Así, para un estudio posterior, convendría considerar la dimensión afectiva de las interfaces de usuario de las aplicaciones de TDi para evaluar la eficiencia de dichas interfaces. Además, resultaría interesante tener en cuenta aspectos de multiculturalidad para estudios futuros relacionados con el tema.

Se considera conveniente realizar a mediano plazo un estudio detallado, en un ambiente controlado, que permita obtener información precisa acerca de los tiempos demorados en ejecutar los métodos tradicionales que conforman la propuesta metodológica versus los métodos colaborativos. Además, aunque es una tarea complicada, se considera apropiado realizar un estudio detallado de la relación coste/beneficio o del ROI (Retorno de la Inversión) para los distintos caminos de evaluación planteados en la propuesta metodológica, conformados por métodos de evaluación tradicionales y colaborativos.

Referencias bibliográficas

- [1] C. A. Collazos, J. L. Arciniegas, V. Mondragón, X. Garcia, "Lineamientos de usabilidad para el diseño y evaluación de la televisión digital interactiva," *Revista Avances en Sistemas e Informática*, vol. 5, pp. 213-218, 2008.
- [2] R. Otaiza, "Metodología de evaluación de usabilidad para aplicaciones web transaccionales," Magíster en Ingeniería Informática Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería Informática, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, 2008.
- [3] L. Eronen, "Five qualitative research methods to make iTV applications universally accessible," *Universal Access in the Information Society*, vol. 5, 2006.
- [4] K. Choriantopoulos, "Re-Examination of Human-Computer Interaction Methodology in the Domain of Interactive TV Applications," 2007.
- [5] M. H. Kim, S. M. Ko, J. S. Mun, Y. G. Ji, M. R. Jung, "A usability study on personalized EPG (pEPG) UI of digital TV," in *Human-Computer Interaction: Intelligent Multimodal Interaction Environments*, 2007.
- [6] M. Obrist, R. Bernhaupt, E. Beck, M. Tscheligi, "Focusing on Elderly: an iTV Usability Evaluation Study with Eye-Tracking," in *European Conference on Interactive TV*, 2007.
- [7] M. Rice, N. Alm, "Designing new interfaces for digital interactive television usable by older adults," *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 6, p. 6, 2008.
- [8] C. A. Collazos, J. L. Arciniegas, "Evaluación de la televisión interactiva desde una perspectiva de usabilidad: caso práctico," *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 19-1, pp. 99-106, 2009.
- [9] R. Otaiza, C. Rusu, S. Roncagliolo, "Evaluating the usability of transactional Web Sites," in *Third International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI'10)*, Saint Maarten, 2010, pp. 32-37.
- [10] T. Granollers, "MPLu+a una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares," Tesis Doctoral, Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Lleida, 2007.
- [11] X. Ferré, "Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software," Tesis Doctoral, Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2005.
- [12] M. E. A. Obeso, "Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos," Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, Oviedo, 2005.
- [13] (2011, 26 de Marzo de 2011). *Proyecto ST-CAV, Servicios de T-Learning para el soporte de una Comunidad Académica Virtual*. Available: <http://www.unicauca.edu.co/stcav/>
- [14] C. Rusu, S. Roncagliolo, V. Rusu, C. Collazos, "A Methodology to Establish Usability Heuristics," in *The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2011)*, Gosier, Guadeloupe, France, 2011.
- [15] ISO, "International Organization for Standardization, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, ISO 9241," ed, 1998.
- [16] J. Nielsen, *Usability engineering*: Morgan Kaufmann, 1993.
- [17] J. Nielsen, *The usability engineering life cycle*: IEEE, 1992.
- [18] T. Granollers, "MPLu+a. Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad," Tesis Doctoral, Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics,

- Universidad de Lleida, 2004.
- [19] A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd, *Human-computer interaction*: Prentice hall, 2004.
 - [20] F. Bellotti, S. Vrochidis, E. Parissi, P. Lhoas, D. Mathevon, M. Pellegrino, G. Bo, I. Kompatsiaris, "A T-learning Courses Development and Presentation Framework," *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, vol. 3, pp. 69-76, 2008.
 - [21] D. Geerts, D. De Grooff, "Supporting the social uses of television: sociability heuristics for social TV," in *Computer Human Interaction (CHI '09)*, 2009, pp. 595-604.
 - [22] G. Chanchí, E. Gabriel, W. Y. Campo, J. P. Amaya, J. L. Arciniegas, "Esquema de servicios para Televisión Digital Interactiva, basados en el protocolo REST-JSON," *Cadernos de Informática*, vol. 6, pp. 233-240, 2011.
 - [23] P. Aarreniemi, "T-Learning Model for Learning via Digital TV," presented at the Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering EAEEIE, 2005.
 - [24] T. Kunert, *User-centered interaction design patterns for interactive digital television applications*: Springer-Verlag New York Inc, 2009.
 - [25] C. Collazos, C. Rusu, J. Arciniegas, S. Roncagliolo, "Designing and Evaluating Interactive Television from a Usability Perspective," in *Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2009)*, 2009, pp. 381-385.
 - [26] K. Lu, "Interaction design principles for Interactive Television," Master of Science in Information Design and Technology, Georgia Institute of Technology, 2005.
 - [27] K. Marx, "La "Neue Rheinische Zeitung. Organ der Demokratie" ("Nueva Gaceta del Rin. Organó de la Democracia")," 1849.
 - [28] L. Bannon, K. Schmidt, "CSCW: Four characters in search of a context.," in *First European Conference on Computer Supported Cooperative Work ECSCW*, 1989, pp. 358-372.
 - [29] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, G. Rein, "Groupware: some issues and experiences," *Communications of the ACM*, vol. 34, pp. 39-58, 1991.
 - [30] E. Turban, *Decision support and expert systems: management support systems*: Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA, 1995.
 - [31] M. Ramage, "Evaluation of cooperative systems," Tesis Doctoral, Digital Equipment Corporation, 1999.
 - [32] S. Greenberg, *Computer-supported cooperative work and groupware*: Academic Press Ltd., 1991.
 - [33] J. Grudin, "Computer-supported cooperative work: History and focus," *Computer*, vol. 27, pp. 19-26, 1994.
 - [34] P. Johnson-Lenz, T. Johnson-Lenz, "Consider the groupware: Design and group process impacts on communication in the electronic medium," *Studies of Computer-Mediated Communications Systems: A Synthesis of the Findings*, vol. 16, 1981.
 - [35] D. Coleman, *Groupware: collaborative strategies for corporate LANs and intranets*: Prentice Hall, 1997.
 - [36] W. J. Orlikowski, J. D. Hofman, "An improvisational model of change management: the case of groupware technologies," *Inventing the Organizations of the 21st Century*, MIT, Boston, MA, pp. 265-82, 1997.
 - [37] V. Penichet, "Modelo de Proceso para el Desarrollo de Interfaces en Entornos CSCW Centrado en los Usuarios y Dirigido por Tareas," Tesis doctoral, Universidad Castilla-La Mancha, 2007.
 - [38] C. V. Bullen, J. L. Bennett, "Learning from user experience with groupware," in *Computer supported cooperative work*, 1990, pp. 291-302.
 - [39] J. H. E. Andriessen, *Working with groupware*: Springer, 2003.

- [40] G. L. Kolfschoten, R. O. Briggs, G. Vreede, "Definitions in Collaboration Engineering," in *Proceedings of the 39 Hawaii International Conference on System Sciences*, 2006.
- [41] G. J. De Vreede, R. O. Briggs, "Collaboration engineering: designing repeatable processes for high-value collaborative tasks," in *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* 2005.
- [42] R. Briggs, G. Kolfschoten, V. Gert-Jan, D. Douglas, "Defining key concepts for collaboration engineering," in *Americas Conference on Information Systems*, 2006, pp. 121-128.
- [43] G. Kolfschoten, G.-J. D. Vreede, "Thinklet Design Support Booklet," 2006.
- [44] R. O. Briggs, G. J. De Vreede, J. F. Nunamaker Jr, "Collaboration engineering with ThinkLets to pursue sustained success with group support systems," *Journal of Management Information Systems*, vol. 19, pp. 31-64, 2003.
- [45] S. Chatterjee, M. Fuller, S. Sarker, "An Ethical Design Theory for Thinklet-based Collaboration," in *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) Workshop on Collaboration Engineering*, 2007.
- [46] G. L. Kolfschoten, R. O. Briggs, J. H. Appelman, G. J. de Vreede, "ThinkLets as building blocks for collaboration processes: a further conceptualization," *Groupware: Design, Implementation and Use*, pp. 137-152, 2004.
- [47] R. O. Briggs, G. J. De Vreede, J. F. Nunamaker Jr, D. Tobey, "ThinkLets: achieving predictable, repeatable patterns of group interaction with group support systems (GSS)," in *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on Systems Sciences*, 2001, p. 9.
- [48] A. Solano, C. Parra, C. Collazos, Y. Méndez, "Evaluación de Usabilidad de Software desde una Perspectiva Colaborativa," in *Conferencia Latinoamericana de Medios Audiovisuales en Red – LACNEM 2010*, Cali, Colombia, 2010.
- [49] G. Kolfschoten, G.-J. D. Vreede, "The Collaboration Engineering Approach for Designing Collaboration Processes," in *International Conference on Groupware: Design, Implementation and Use*, 2007.
- [50] (2011, DVB. Available: <http://www.dvb.org/>)
- [51] (2011, Comisión Nacional de Televisión. Available: http://www.cntv.org.co/cntv_bop/)
- [52] (2011, 06/07/2011). MHP. Available: <http://www.mhp.org/>)
- [53] (2011, *Televisión Digital Terrestre*. Available: <http://www.televisiondigital.es/Terrestre/Que/Paginas/Que.aspx>)
- [54] (2011, *Televisión Digital Terrestre*. Available: <http://www.tdtandalucia.es/htmlPaginado.html>)
- [55] BBC, "British Broadcasting Corporation, Interactive Television Style Guide, Version 2.1," ed, 2002.
- [56] A. Carmichael, "Style guide for the design of interactive television services for elderly viewers," *Independent Television Commission, Winchester*, 1999.
- [57] M. Rinnetmäki, M. Heikkinen, I. Kosonen, M. Saarijärvi, P. Nykänen, A. Saikanmäki, *A guide for Digital TV Service Producers*: Ministry of Transport and Communications, 2004.
- [58] A. Ahonen, L. Turkki, M. Saarijärvi, M. Lahti, T. Virtanen, "Guidelines for designing easy-to-use interactive television services: experiences from the ArviD programme," *Interactive digital television: technologies and applications*. IGI Publishing, Hershey, PA, pp. 207–223, 2008.
- [59] K. Chorianopoulos, "User interface design principles for interactive television applications," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, 2008.
- [60] R. Brecht, T. Kunert, H. Krömker, "User requirements and design guidance for interactive TV news applications," in *European Conference on Interactive Television*,

- User-Centred ITV Systems, Programs and Applications (EuroITV 2005)*, 2005, pp. 159-164.
- [61] RNIB, "Royal National Institute for the Blind, Guidelines for the design of accessible information and communication technology systems," ed, 2006.
- [62] J. Nielsen. (2005, 12/07/2011). *Ten Usability Heuristics*. Available: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- [63] M. Maguire, "Applying evaluation methods to future digital TV services," presented at the Pleasure with products beyond usability, London, 2002.
- [64] (2011, 12 de Marzo de 2011). *Morae*. Available: <http://www.techsmith.com/morae.html>
- [65] C. Rusu, S. Roncagliolo, G. Tapia, D. Hayvar, V. Rusu, D. Gorgan, "Usability Heuristics for Grid Computing Applications," in *The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, 2011.
- [66] B. Shneiderman, C. Plaisant, "Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction," *Reading, MA*, vol. 39, p. 22, 1998.
- [67] W. O. Galitz, *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*: Wiley Computer Pub., 2002.
- [68] A. Solano, C. Rusu, C. Collazos, S. Roncagliolo, J. L. Arciniegas, V. Rusu, "Usability Heuristics for Interactive Digital Television," in *The Third International Conference on Advances in Future Internet (AFIN 2011)*, Nice/Saint Laurent du Var, France, 2011.
- [69] W. J. Orlikowski, J. D. Hofman, "An improvisational model for change management: the case of groupware technologies," *MIT Sloan management review*, vol. 38, pp. 11-22, 1997.
- [70] S. Schaffert, F. Bry, J. Baumeister, M. Kiesel, "Semantic wikis," *software, IEEE*, vol. 25, pp. 8-11, 2008.
- [71] M. Krötzsch, D. Vrandečić, M. Völkel, "Semantic mediawiki," *The Semantic Web-ISWC 2006*, pp. 935-942, 2006.
- [72] (2007, 04-10-2011). *MediaWiki*. Available: <http://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki>
- [73] F. Dengler, S. Lamparter, M. Hefke, A. Abecker, "Collaborative process development using semantic mediawiki," in *Wissensmanagement*, 2009, pp. 97-107.
- [74] R. García, R. Gil, J. Gimeno, T. Granollers, J. López, M. Oliva, A. Pascual, "A Semantic wiki for quality management in software development projects," *IET Software*, vol. 4, pp. 386-395, 2010.
- [75] G.-J. d. Vreede, A. Fruhling, A. Chakrapani, "A repeatable collaboration process for usability testing," in *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05)*, 2005, pp. 46-46.