

Evaluando la Usabilidad de Aplicaciones de Televisión Digital Interactiva desde una Perspectiva Colaborativa

Evaluating the Usability of Interactive Digital Television Applications from a Collaborative Approach

A. F. Solano, C. A. Collazos, J. L. Arciniegas

Recibido Marzo 28 de 2012 - Aceptado Noviembre 30 de 2012

Resumen - La evaluación de usabilidad de un sistema software interactivo es una de las etapas más importantes dentro del diseño centrado en el usuario. Los métodos de evaluación de usabilidad – MEU son bastante diversos y su realización depende de variables tales como: costos, disponibilidad de tiempo, recursos humanos, etc. Un gran número de MEU pueden utilizarse 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. En ese sentido, este artículo presenta una propuesta metodológica que guía la evaluación de la usabilidad de aplicaciones de TDi, la cual está conformada por MEU que integran procesos colaborativos, con el objetivo de mejorar la rigurosidad y consistencia en el análisis de resultados. Este trabajo evidencia que la utilización de MEU que integran procesos colaborativos permite obtener resultados más ricos en contenido respecto a los MEU tradicionalmente definidos.

Palabras Clave - Usabilidad, métodos de evaluación, trabajo colaborativo, aplicaciones de Televisión Digital Interactiva, propuesta metodológica.

Abstrac - Usability evaluation of an interactive software system is one of the most important stages inside the user-

centered design. Usability evaluation methods (UEM) are quite diverse, there are variables like costs, time availability, human resources, etc., that are important to take into account. A large number of UEM can be used to evaluate interactive digital television (iTV) applications, but questions arise when deciding which method or combination of methods give more relevant information. In that sense, this paper discusses a methodological proposal to guide the usability evaluation of iTV applications, which consists of UEM that integrates collaborative processes in order to improve the stringency and consistency in the analysis of results.

Key Words - Usability, evaluation methods, collaborative work, interactive digital television applications, methodological proposal.

I. INTRODUCCIÓN

LA Televisión Digital Interactiva (TDi) está creciendo en popularidad y actualmente con las innovaciones en tecnología está ocupando un lugar importante en la sociedad [1]. Esto implica un constante desafío, como es mejorar la calidad de las aplicaciones de TDi. La usabilidad es un atributo fundamental para lograr el éxito de aplicaciones interactivas que están dirigidas a un público cada vez más amplio pero poco experto en el manejo de ellas.

La usabilidad reduce el número de errores cometidos por los usuarios, logrando mayor eficiencia y efectividad en las tareas e incrementando su satisfacción en la experiencia global con cualquier sistema interactivo que manejen.

Por otro lado, la solución de problemas complejos presentados en la cotidianidad requiere un equipo de trabajo

¹ Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto UsabiliTV: “Framework para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones en entornos de Televisión Digital Interactiva”, financiado por COLCIENCIAS. Además, ha sido financiado por el Programa Nacional para Estudios de Doctorado en Colombia Año 2011, de COLCIENCIAS.

A. F. Solano es investigador del grupo IDIS (Grupo de Investigación en Ingeniería de Software) de la Universidad del Cauca de Colombia (e-mail: afsolano@unicauca.edu.co).

C. A. Collazos es profesor titular del Departamento de Sistemas de la Universidad del Cauca de Colombia (e-mail: ccollazo@unicauca.edu.co).

J. L. Arciniegas es profesor titular del Departamento de Tlemática de la Universidad del Cauca de Colombia (e-mail: jlarci@unicauca.edu.co).

consolidado para tal fin. El desarrollo de aplicaciones de TDi y en particular los métodos de evaluación de usabilidad (MEU) adaptados en este contexto 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 al momento de ejecutar la misma. En investigaciones anteriores se han desarrollado varios MEU en aplicaciones de TDi sin comprometer un grupo de trabajo colaborativo en el proceso de evaluación.

Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo presenta una propuesta metodológica que incluye una combinación de MEU con el fin de obtener información más adecuada respecto a la usabilidad de aplicaciones de TDi. Adicionalmente, los métodos que conforman la propuesta integran procesos de trabajo colaborativo porque generan resultados más óptimos.

La siguiente sección describe los referentes teóricos básicos para la comprensión del tema. Posteriormente, se presenta la propuesta metodológica y el análisis de los resultados obtenidos a partir de la experimentación con los métodos tradicionales y colaborativos que conforman la propuesta metodológica. Finalmente, se encuentran las conclusiones y trabajo futuro.

II. CONCEPTOS TEÓRICOS

A. 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” [2]. La evaluación de usabilidad se realiza para validar que el producto final cumpla con los requerimientos antes relacionados [3]. Existen diversos MEU, cada uno con características propias, los cuales se pueden desarrollar sobre diferentes representaciones del sistema (prototipos en papel o funcionales, sistemas terminados, etc.). Los MEU se clasifican en dos grupos [4]: (i) *Métodos de inspección*: 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 [5]. Dentro de este grupo de métodos los más relevantes son [4] [6]: evaluación heurística, recorrido cognitivo, recorrido pluralista, inspección de estándares y análisis de acciones. (ii) *Métodos de prueba*: corresponden a MEU que realizan pruebas empíricas del diseño de la interfaz con usuarios representativos [5]. Dentro de este grupo de métodos los más relevantes son [4] [6]: pruebas en papel, pensando en voz alta, interacción constructiva, experimentos formales, métodos de interrogación (cuestionarios y entrevistas), grabación del uso y medida de prestaciones.

B. 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 [7]:

interactividad, personalización y digitalización. En la TDi el contenido de un programa, la forma o incluso el orden de presentación pueden ser afectados por el usuario. La TDi sobrepasa la televisión analógica en varios aspectos: mejor aprovechamiento del espectro, mayor inmunidad al ruido o interferencias, mejor calidad de imagen y sonido, entre otros. 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 parcialmente la secuencia de la información presentada [8].

C. Trabajo colaborativo

Se refiere al trabajo de un grupo de personas que de manera planificada colaboran en un mismo proceso de producción o en diferentes pero conectados [9]. Los procesos que están relacionados generan tareas que son desarrolladas por los integrantes del equipo de trabajo en beneficio de objetivos comunes. El objetivo común canaliza los esfuerzos individuales, fortaleciendo el sentido de pertenencia y fomentando la unión [9]. Los miembros del grupo tienen la oportunidad de aprender al considerar que el otro tiene un punto de vista diferente, otra manera de actuar, de interpretar o de conceptualizar [9].

III. PROPUESTA METODOLÓGICA

La propuesta metodológica para evaluar la usabilidad de aplicaciones de TDi se planteó a partir de la ejecución de los MEU más relevantes de cada grupo (inspección y prueba). De los métodos de inspección sólo se operó la evaluación heurística, mientras que se realizaron todos los métodos de prueba mencionados. Así, la evaluación heurística considerada la inspección más utilizada y eficiente sirvió como base de comparación para el análisis de los métodos de prueba y fue realizada por un conjunto de cinco evaluadores que valoraron el diseño de la interfaz de las aplicaciones objeto de estudio con base en una serie de principios básicos reconocidos (heurísticas de Nielsen [5]). Para la realización de los métodos de prueba, la selección de los participantes se hizo teniendo en cuenta los usuarios a quienes están dirigidas las aplicaciones del proyecto ST-CAV [10] (Servicios de T-Learning para el Soporte de una Comunidad Académica Virtual). El análisis de los resultados de cada uno de los MEU desarrollados sobre las aplicaciones objeto de estudio (Guía de Programación Electrónica - EPG, Mini-blog y Chat) y los análisis comparativos entre ellos, permitieron establecer la propuesta metodológica que se presenta a continuación. Se proponen tres caminos distintos dependiendo de los objetivos de la evaluación.

Evaluación global: si el objetivo del desarrollo de los MEU es analizar una aplicación de TDi de manera completa, la propuesta metodológica para la evaluación global de la usabilidad incluye: evaluación heurística, interacción constructiva y métodos de interrogación. En un principio, la evaluación heurística permite identificar gran parte de

los problemas con la participación de expertos. Luego, la interacción constructiva permite confirmar varios 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. Finalmente, los métodos de interrogación son un eficiente complemento, específicamente las entrevistas, porque permiten rescatar subjetivamente información sobre la experiencia de los usuarios.

Evaluación específica: la propuesta metodológica para evaluar de forma específica una aplicación de TDi incluye: evaluación heurística, experimentos formales y métodos de interrogación. Los experimentos formales permiten evaluar funcionalidades específicas de una aplicación de TDi, ya que se asegura la evaluación empírica sobre lo deseado mediante una lista de tareas diseñada especialmente para ello. Así, se podrán evaluar 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. Adicionalmente, en esta propuesta es conveniente realizar cuestionarios antes y después de los experimentos para obtener información general sobre los participantes de las pruebas y la percepción general sobre la experiencia en el uso de las aplicaciones.

Evaluación completa (sin restricciones de tiempo): esta propuesta metodológica 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, la disponibilidad de tiempo. Si hay suficiente tiempo la experiencia considera que debe ejecutarse: evaluación heurística, interacción constructiva, experimentos formales y métodos de interrogación. Mediante el desarrollo de dichos métodos 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 podrán 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. Esta propuesta cubre aspectos críticos para obtener la medida de la usabilidad con un nivel de precisión aceptable, pues cuenta al menos con un método de inspección y uno de prueba, incluye análisis cuantitativos y cualitativos, objetivos y subjetivos, y de evaluación global y evaluación específica de la aplicación.

A. Diseño colaborativo de los MEU que conforman la propuesta metodológica

El diseño colaborativo de los MEU fue realizado mediante el uso de la *Metodología para el Desarrollo de Métodos de Evaluación de Usabilidad Colaborativos* [11]. El diseño colaborativo de los MEU que conforman la propuesta metodológica se hace con el fin de obtener aplicaciones más usables aprovechando las ventajas del trabajo colaborativo. Mediante la colaboración 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” [9], de esta manera, el trabajo colaborativo tiende a “maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo y de información” [12].

IV. EXPERIMENTACIÓN

Los MEU (tradicionales y diseñados de forma colaborativa) que hacen parte de las distintas formas de evaluación de la propuesta metodológica fueron ejecutados con el fin de determinar si realmente permite obtener la medida de usabilidad de buena forma en las aplicaciones de TDi y si los MEU diseñados de forma colaborativa permiten obtener mejores resultados que los métodos tradicionales. Para establecer la propuesta metodológica y posteriormente la evaluación fueron seleccionadas las mismas aplicaciones de TDi: Guía de Programación Electrónica, Mini-blog y Chat. Estas aplicaciones son prototipos que se encuentran en un estado avanzado de desarrollo. Las tres evaluaciones incluyen los métodos: evaluación heurística, interacción constructiva, experimentos formales y métodos de interrogación.

A. Ejecución de los métodos tradicionales

La evaluación heurística fue realizada por un grupo de cinco evaluadores que inspeccionaron las aplicaciones basándose en principios básicos reconocidos (heurísticas de Nielsen [13]). En general, el nivel de criticidad de los problemas identificados no es muy alto, la mayoría (11 de 16) fueron calificados en promedio con notas inferiores a 6 (en una escala de 0 a 8), lo cual indica que los problemas detectados eran menores.

Al igual que los otros métodos de prueba, la interacción constructiva se hizo en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca. En esta participaron doce usuarios representativos, por lo que debido a la naturaleza de la prueba, se efectuaron seis interacciones constructivas. El desarrollo de este método permitió registrar 16 problemas de usabilidad, entre los cuales se confirmaron los 5 más críticos identificados en la evaluación heurística. Los experimentos formales contaron con la participación de diez usuarios y se hallaron 8 problemas de usabilidad, corroborando 4 de los más críticos en la evaluación heurística. Los métodos de interrogación, entrevistas y cuestionarios fueron elaborados después de que los usuarios realizaron la interacción constructiva y luego los experimentos formales. Así se obtuvo 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 y después de la prueba. Sumando los 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 su percepción. Las entrevistas permitieron diagnosticar 9 problemas de

usabilidad, ratificando 3 de los problemas más críticos señalados en la evaluación heurística. El desarrollo de los cuestionarios estableció 8 problemas y coincidió con los 4 más críticos de la evaluación heurística.

B. Ejecución de los métodos colaborativos

La evaluación heurística fue realizada por un grupo de cinco evaluadores que inspeccionaron las aplicaciones basándose en un conjunto de “heurísticas para aplicaciones de TDi” [14]. En general, el nivel de criticidad de los problemas es alto, un gran número de problemas (16 de 24) fueron calificados en promedio con notas mayores a 6 (en una escala de 0 a 8). La interacción constructiva fue realizada gracias a la participación de doce usuarios. De 25 problemas registrados, 16 habían sido los más críticos en la evaluación heurística. Una vez realizada una interacción constructiva, la pareja de usuarios era sometida a una breve entrevista. Las entrevistas reconocieron 12 problemas de usabilidad y concordaron con los cinco más críticos en la evaluación heurística. Los experimentos formales contaron con la participación de diez usuarios. De once problemas hallados, ocho coincidieron con los detectados en la evaluación heurística. Los usuarios que participaron en los experimentos formales eran sometidos a un cuestionario antes y después del experimento. En general, las preguntas de los cuestionarios 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 afirmar que en general, los usuarios están conformes con la navegabilidad, consistencia, control del usuario, entre otros aspectos.

La experimentación con los métodos colaborativos va a permitir realizar un análisis comparativo respecto a los resultados obtenidos en la ejecución de los MEU tradicionales.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se comparan los MEU (tradicionales y colaborativos) que hacen parte de los distintos caminos de la propuesta metodológica con base en las evaluaciones realizadas sobre las aplicaciones de TDi. Inicialmente se realiza un análisis comparativo del tiempo transcurrido ejecutando los métodos tradicionales y colaborativos y luego del número de problemas identificados.

A. Tiempo transcurrido ejecutando los MEU tradicionales

El tiempo transcurrido en ejecutar los MEU tradicionales que conforman la propuesta metodológica se ha dividido en tres etapas: preparación, proceso de desarrollo y análisis de resultados.

En la primera etapa, la evaluación heurística llevó poco tiempo, ya que sólo fue necesario para los evaluadores un pequeño acercamiento a las aplicaciones de TDi sus principales características y los principios de usabilidad a

utilizar. Respecto a los métodos de prueba, la realización de la interacción constructiva no necesitó una larga preparación, sólo fue necesario contactar a las parejas de usuarios que participarían en la prueba. En cuanto a la ejecución de los experimentos formales fue necesario diseñar una lista de tareas, lo que tomó más tiempo. De igual manera, los métodos de interrogación (entrevistas y cuestionarios) requirieron un tiempo de preparación moderado mientras se elaboran las preguntas (ver Tabla 1).

Con respecto al proceso de desarrollo de los MEU, la evaluación heurística necesitó un período de tiempo considerable para que los evaluadores inspeccionaran las aplicaciones, integraran todos los problemas y calificaran la severidad y frecuencia de cada uno de estos, por lo que este método fue el más demorado. Los métodos de prueba duraron el tiempo en que los usuarios realizaron la prueba.

En la etapa de análisis de resultados, los tiempos se determinan a partir del procedimiento establecido. Así, la evaluación heurística requiere un tiempo moderado para ordenar y profundizar en los problemas identificados (especialmente en los más críticos). Para la interacción constructiva y las entrevistas fue necesario visualizar las grabaciones de las pruebas, por lo que el tiempo de análisis está asociado directamente al tiempo de desarrollo de todas las pruebas. Por otro lado, los experimentos formales necesitan una mayor cantidad de tiempo debido a que es requerido analizar los registros (videos), casos de éxitos o fracasos de tareas y los estudios estadísticos. Los cuestionarios proporcionaron datos inmediatamente y el análisis estadístico es realizado a partir de las respuestas, para luego sacar conclusiones. En la Tabla 1 se resume el tiempo transcurrido en cada etapa de los MEU tradicionales.

TABLA 1. TIEMPO TRANSCURRIDO EN 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 transcurrido en la realización de los distintos caminos de evaluación, en la Tabla 2 se presenta el tiempo transcurrido para cada uno de estos (la columna *Tiempo* corresponde a la suma del tiempo total de los MEU presentados en la Tabla 1):

TABLA 2. TIEMPO TRANSCURRIDO EN REALIZAR LOS CAMINOS DE EVALUACIÓN – 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 |

B. Tiempo transcurrido ejecutando los MEU colaborativos

El tiempo transcurrido en ejecutar los MEU colaborativos se ha dividido en dos etapas: planeación y ejecución. La primera corresponde a la preparación de los MEU, la segunda etapa incluye el proceso de desarrollo de los métodos y el análisis de resultados.

Respecto a 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 y entregar instrucciones a los evaluadores. Respecto a los métodos de prueba, la interacción constructiva no lleva una larga preparación, sólo se seleccionaron las parejas de usuarios, se determinó el tiempo límite de duración de la prueba y se prepararon los aspectos logísticos de la misma. Por otro lado, la ejecución de los experimentos formales debió definir las funcionalidades de las aplicaciones sobre las cuales se deseaba obtener información, 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 fue más demorada en comparación con los demás métodos que conforman la propuesta metodológica. Las entrevistas y cuestionarios también tuvieron un tiempo de planeación considerable, ya que en estos fue indispensable elaborar una lista de preguntas, determinar el tiempo límite de duración y realizar la logística correspondiente (ver Tabla 3).

En los métodos colaborativos la evaluación heurística fue el más demorado, los evaluadores hicieron una inspección individual, crearon una lista integrada de problemas, calificaron individualmente los problemas de la lista integrada y los analizaron de forma grupal. Los métodos de prueba tardaron el tiempo que tomaron los usuarios y los evaluadores analizando la información recolectada (notas, grabaciones, cuestionarios, etc.). Sin embargo, cabe resaltar que los experimentos formales y la interacción constructiva fueron los métodos que demandaron mayor cantidad de tiempo para el análisis de resultados. En la Tabla 3 se resume el tiempo transcurrido en cada etapa de los MEU colaborativos.

TABLA 3. TIEMPO TRANSCURRIDO 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 |

En la Tabla 4 se presenta el tiempo transcurrido en la realización de los caminos de evaluación colaborativos (la columna *Tiempo* corresponde a la suma del tiempo total de los métodos de evaluación presentados en la Tabla 3):

TABLA 4. TIEMPO TRANSCURRIDO EN REALIZAR LOS CAMINOS DE EVALUACIÓN – MÉTODOS COLABORATIVOS.

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

C. Comparación y análisis de los tiempos

Los resultados presentados en las Tablas 2 y 4 evidencian que el tiempo transcurrido por los métodos colaborativos respecto a los métodos tradicionales, es menor. La información recolectada fue distribuida entre el grupo de evaluadores con el fin de minimizar el tiempo y esfuerzo que hubiese requerido una sola persona para analizar toda la información.

En cuanto a la etapa de preparación y planeación de los MEU, según las Tablas 1 y 3, los métodos tradicionales demostraron que la persona encargada de la evaluación tomó menos tiempo en comparación con los métodos colaborativos. Los métodos tradicionales han implementado un proceso informal para obtener la información necesaria previa a la ejecución de los mismos, mientras que los métodos colaborativos han establecido una secuencia de actividades bien definidas a seguir, especificando los entregables, participantes, tiempo de duración estimado, el proceso colaborativo, entre otra información.

Teniendo en cuenta que la evaluación heurística por naturaleza presenta características de método colaborativo ya que en su ejecución participan varios evaluadores, el tiempo invertido en la forma tradicional en comparación con la “colaborativa” no presenta una diferencia significativa. Sin embargo, en el método “colaborativo” el proceso se ha formalizado de tal manera que se identifican claramente los entregables correspondientes a cada actividad. Además, en la actividad de generar la lista integrada de problemas de usabilidad, (la cual es colaborativa) se ha establecido claramente el proceso de comunicación entre los evaluadores que participan en el desarrollo de dicha actividad.

En la etapa de ejecución que incluye el proceso de desarrollo y análisis de resultados, el tiempo invertido por los métodos colaborativos es menor respecto a los métodos tradicionales. La información recolectada a partir de las pruebas de usabilidad es distribuida entre el grupo de evaluadores que participan en el proceso, por eso el tiempo se reduce significativamente.

D. Problemas de usabilidad identificados

A partir de la experimentación con los métodos tradicionales versus los métodos colaborativos, en la Tabla 5 se presentan los problemas de usabilidad identificados.

TABLA 5. PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LOS MEU.

| Propuesta metodológica | Método de evaluación | Problemas identificados |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tradicional | Evaluación heurística | 16 |
| | Interacción constructiva | 16 |
| | Experimentos formales | 8 |
| | Entrevistas | 9 |
| | Cuestionarios | 8 |
| Colaborativa | Evaluación heurística | 24 |
| | Interacción constructiva | 25 |
| | Experimentos formales | 11 |
| | Entrevistas | 12 |
| | Cuestionarios | 11 |

La Tabla 5 prueba que la cantidad de problemas identificados es mayor en los métodos colaborativos que en los tradicionales. El trabajo colaborativo ofrece diferentes perspectivas de evaluadores expertos en diferentes áreas de experticia, de manera que es mayor la retroalimentación en el análisis de la información. Respecto al análisis de resultados obtenidos a partir de los métodos de prueba, el trabajo colaborativo contribuye a disminuir el esfuerzo de una sola persona encargada de esta actividad. Además, la colaboración de otros evaluadores aporta mejores resultados al no estar afectados por la percepción de uno solo.

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” [14]. Así, la Tabla 5 evidencia que las heurísticas propuestas para aplicaciones de TDi identificaron más problemas de usabilidad; se destaca de igual modo que la interacción constructiva, en ambas evaluaciones tradicional y colaborativa, identificó gran cantidad de problemas.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El análisis de resultados de la experimentación con los métodos tradicionales versus los colaborativos ha permitido confirmar la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi. Así, los MEU que integran procesos colaborativos permiten una evaluación más ágil, facilitan la comunicación entre los participantes, se obtienen entregables más ricos en contenido e identifican mayor número de problemas de usabilidad en las aplicaciones de TDi.

Ejecutar los métodos colaborativos que conforman la propuesta metodológica, en comparación con 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 usando métodos colaborativos (en cuanto a cantidad de problemas de usabilidad identificados, por ejemplo). Dado que “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” [15], los autores del presente trabajo están convencidos que las aplicaciones de TDi desarrolladas utilizando la propuesta metodológica de evaluación colaborativa, tendrían muy buena calidad y el ROI sería positivo a pesar de una mayor inversión.

Las principales actividades futuras están relacionadas con el refinamiento de la propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de TDi. 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. El trabajo futuro se enfoca principalmente a establecer una metodología completa de evaluación de la usabilidad para aplicaciones de TDi. Por otro lado, conviene continuar mejorando el diseño colaborativo de los MEU que conforman la propuesta metodológica. Además, es conveniente realizar a mediano plazo un estudio detallado en un ambiente controlado que permita obtener información precisa acerca del tiempo transcurrido en ejecutar los métodos tradicionales que conforman la propuesta metodológica versus los métodos colaborativos. También se considera apropiado realizar un estudio detallado de la relación coste/beneficio o del ROI para los distintos caminos de evaluación planteados en la propuesta metodológica conformados por métodos de evaluación tradicionales y colaborativos.

REFERENCIAS

- [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] ISO, “International Standard ISO/IEC 9241,” in *International Organization for Standardization, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*, ed, 1998.
- [3] T. Granollers, “MPIu+a. Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad,” Tesis Doctoral, Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat de Lleida, 2004.
- [4] R. Otaiza, “Metodología de evaluación de usabilidad para aplicaciones web transaccionales,” Magister en Ingeniería Informática Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería Informática, Pontificia Universidad Católica

de Valparaíso, Valparaíso, Chile, 2008.

- [5] J. Nielsen, *Usability engineering*: Morgan Kaufmann, 1993.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, G. Rein, “Groupware: some issues and experiences,” *Communications of the ACM*, vol. 34, pp. 39-58, 1991.
- [10] (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/>
- [11] A. Solano, C. Parra, C. Collazos, Y. Méndez, “Evaluación de Usabilidad de Software desde una Perspectiva Colaborativa,” presented at the Conferencia Latinoamericana de Medios Audiovisuales en Red – LACNEM 2010, Cali, Colombia, 2010.
- [12] 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.
- [13] J. Nielsen. (2005, 12/07/2011). *Ten Usability Heuristics*. Available: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- [14] A. Solano, C. Rusu, C. Collazos, S. Roncagliolo, J. L. Arciniegas, V. Rusu, “Usability Heuristics for Interactive Digital Television,” presented at the The Third International Conference on Advances in Future Internet (AFIN 2011), Nice/Saint Laurent du Var, France, 2011.
- [15] T. Granollers, “MPIu+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.

Andrés F. Solano. Magíster en Computación de la Universidad del Cauca. Estudiante de Doctorado en Ciencias de la Electrónica de la Universidad del Cauca. Miembro del grupo IDIS (Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software) de la Universidad del Cauca, Departamento de Sistemas. Las áreas de interés son: Interacción Humano-Computador, Usabilidad, Trabajo Cooperativo Soportado por Computador (CSCW).

Cesar A. Collazos. Profesor titular del Departamento de Sistemas de la Universidad del Cauca. Doctor en Ciencias Mención Computación. Coordinador del grupo IDIS (Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software). Las áreas de interés son: Interacción Humano-Computador, Trabajo Cooperativo Soportado por Computador (CSCW), Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador (CSCL).

José L. Arciniegas. Es profesor titular del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Doctor en Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Miembro del grupo GIT (Grupo de Ingeniería Telemática). Las áreas de interés son: Gestión de Redes de Telecomunicaciones, Sistemas de Tiempo Real, Arquitectura del Software, Desarrollo del Software Evolutivo.