

Propuesta Metodológica para la Evaluación de Software que Apoye Procesos de Inclusión Educativa

Arabelly Guerra M., Alejandra Ospina H., Valentina Tabares M., Néstor D. Duque M.

Resumen—Los procesos de evaluación de software, en particular el desarrollado con fines educativos, involucra varias dimensiones, enfoque, metodologías, herramientas y usuarios; existen diferentes trabajos reportados sobre esta temática, pero este trabajo se orienta a un tipo especial de aplicaciones orientadas a procesos de inclusión educativa, mostrando diferentes fases y en cada una los objetivos, instrumentos y personas involucradas. Esta propuesta metodológica puede ser usada para evaluar resultados de diferentes proyectos donde se realicen este tipo de desarrollos.

Palabras Clave— Evaluación de Software Educativo, Inclusión Educativa, Metodología de Evaluación

Abstract—The software evaluation processes, particularly developed for educational purposes, involves several dimensions, approach, methodologies, tools and users; there are different work reported on this subject, but this work is aimed at a particular type of process-oriented educational inclusion, showing different phases and applications on each objectives, instruments and people involved. This methodological approach can be used to evaluate results of different projects where such developments are made.

Index Terms— Assessment of Educational Software, Educational Inclusion, Evaluation Methodology

I. INTRODUCCIÓN

EL auge de la tecnología y las nuevas formas de comunicación han generado la búsqueda de otros medios que potencialicen procesos de enseñanza y aprendizaje en cualquier entorno. Esto ha hecho necesaria la búsqueda de herramientas tecnológicas que contribuyan en el alcance de objetivos educativos por parte de estudiantes en diferentes niveles de escolaridad y con variadas condiciones.

Arabelly Guerra Morales. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Colombia. aguerram@unal.edu.co

Alejandra Ospina Herrán. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Colombia. aospinah@unal.edu.co.

Valentina Tabares Morales. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Colombia. vtabaresm@unal.edu.co

Néstor Darío Duque Méndez. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Colombia. ndduqueme@unal.edu.co

Surge como alternativa el desarrollo de software educativo, de herramientas de autor, juegos educativos y demás componentes informáticos que están orientados a ser un apoyo en los procesos de aprendizaje. Un aspecto que pueden apoyar estas herramientas es la Inclusión Educativa, aprovechando diferentes tecnologías que faciliten la interacción de estudiantes en situación de discapacidad con contenidos educativos.

Para lograr que estos productos cumplan con su objetivo siguiendo lineamientos de calidad, se deben llevar a cabo procesos de evaluación, los cuáles están contemplados dentro de las etapas del desarrollo de software y donde se han definido diferentes metodologías, estándares y herramientas que recogen criterios como la usabilidad, diseño, funcionalidad, entre otras. Sin embargo, el software educativo y particularmente aquel que apoya procesos de inclusión, cuenta con características especiales que deben ser evaluadas siguiendo diferentes estrategias.

De lo anterior surge el trabajo presentado en este artículo, donde se realiza una propuesta metodológica para el proceso de evaluación de software que apoye procesos de Inclusión Educativa. Se definen 4 etapas que desde diferentes perspectivas permiten identificar elementos a mejorar en el desarrollo de un producto.

Esta propuesta es una alternativa para acercar la población particular a la que va dirigida una herramienta específica que está en desarrollo, evitando que se entregue al usuario final software que no cumple con las condiciones mínimas de accesibilidad que requiere.

En la sección dos del artículo se presenta el marco teórico y en la sección tres algunos trabajos relacionados. La propuesta metodológica es presentada en la sección cuatro y finalmente en la sección cinco algunas conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO

Existe una variedad de modelos y pautas de evaluación de software en general y educativos, en particular.

Para la construcción de la propuesta metodológica para la

evaluación de las herramientas de software que apoyen procesos de inclusión educativa, se realizó una exploración bibliográfica con el fin de conocer y analizar los diferentes componentes involucrados en la evaluación de software, en particular del educativo. A continuación, se exponen algunos conceptos relevantes para el enfoque propuesto.

Específicamente en la evaluación de software orientado al aprendizaje, Sánchez (1999) recomienda que al momento de analizar un software educativo es importante considerar los siguientes atributos: Constructividad (posibilidad de construir nuevos escenarios a partir de la combinación de objetos en espacio y tiempo), navegabilidad (posibilidad de explorar libremente los ambientes que componen el sistema), interactividad (capacidad dinámica que refleja un sistema para proveer retroalimentación, adaptar o modificar dinámicamente su comportamiento por eventos y modalidad conversacional), contenido (calidad, fiabilidad, organización y relevancia de la información entregada), interfaz. (modo de capturar la acción y atención del aprendiz y de reflejar el estado y contenido del sistema) [1].

Vargas (2003) plantea que la evaluación de software educativo se centra en dos momentos: durante el proceso de diseño y desarrollo, con el fin de corregir y perfeccionar el programa; y, durante su utilización real por los usuarios, para juzgar su eficiencia y los resultados que con él se obtienen. Analiza 4 modelos para evaluar el software educativo y destaca que algunos son epistemológica y operacionalmente divergentes, mientras que otros tienen mayor convergencia en sus planteamientos. Los enfoques analizados son el cuantitativo, el enfoque basado en la ingeniería del software, el enfoque basado en la teoría crítica y el enfoque cualitativo basado en las interacciones. Por otro lado, señala que algunos marcos teóricos tienden a darle mucho énfasis a los aspectos técnicos del diseño y evaluación del software educativo, pero insiste que un diseño técnico sólido no garantiza por sí mismo el valor educativo de un software y que más que medir un producto se requiere evaluar los procesos de enseñanza-aprendizaje que facilita o potencia [2].

En Cova, Arrieta y Riveros (2008) se puede encontrar un trabajo amplio en la misma dirección de explorar y analizar diversos modelos de evaluación de software educativo y aprecian dos variables importantes que corresponden a la dimensión pedagógica y técnica. La parte pedagógica contempla las condiciones del software relacionada con los usuarios destinatarios (edad, nivel educativo), la enseñanza (objetivos, motivación, retroalimentación, metodología usada), los contenidos (tipos y estrategias) y el aprendizaje que se promueve. En lo técnico resaltan la usabilidad (facilidad de utilizar el recurso, acceso al programa, instalación, operación, formas de navegación), características de la interface (diseño de pantallas, disposición de menús, iconos, imágenes, color, gráficos, animaciones). También se detienen en los actores involucrados resaltando la disposición del docente para usar la aplicación y la interacción con los estudiantes, y el software

empleado; es fundamental determinar el tipo de actividades a desarrollar por los usuarios, reconociendo intereses, gustos y reacciones [3].

Dentro de las pruebas más comunes aparecen las de usabilidad, que han tomado fuerza en los procesos de desarrollo de software, por permitir encontrar aspectos a mejorar antes de dar por terminado el proceso y que evalúan diversos aspectos involucrando usuarios expertos y simples. Se entiende la usabilidad, según la ISO 9126, como “la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” [4].

Nielsen y Morkes (1998), proporcionan reglas de carácter general para la evaluación de la usabilidad, tomados textualmente [5]:

- Visibilidad. El sistema debe transmitir su estado en todo momento, por ejemplo, debe informar si se está cargando una página o si esta función se ha interrumpido por algún problema en la red.
- Correspondencia entre el sistema y el mundo real. La información en las páginas debe considerar la realidad del usuario para el cual van dirigidas.
- Libertad y posibilidad de control del sistema por parte del usuario. El sistema debe mostrar la organización del contenido desde la primera página.
- Coherencia interna y externa y conformidad con los estándares comúnmente aceptados. Para evitar la desorientación del usuario, todas las páginas de un sitio deben ser homogéneas en estilo y concepto.
- Cuidado en la prevención de los errores.
- Reconocer mejor que recordar. La interfaz debe permitir una comprensión fácil de sus funciones y no obligar al usuario a memorizar procedimientos.
- Flexibilidad y eficiencia. La interfaz debe tener en cuenta las necesidades del usuario experto, por lo que debe disponer de herramientas para un uso más avanzado del sitio.
- Diseño minimalista. Este se propone con el fin de evitar tiempos de carga largos sin renunciar a calidad en la estética.
- Proporcionar al usuario los medios para corregir los errores.
- Incluir los instrumentos de ayuda y las instrucciones de uso del sitio.

Mascheroni et. Al. (2012) proponen aspectos adicionales como la presentación visual apropiada, referente a la escogencia de los colores, tipos de letra, la disposición de los elementos en una ventana, entre otros, que son propuestos por el campo del diseño visual [4].

Algunos requisitos adicionales son referenciados por [6]:

- Velocidad de descarga o funcionamiento del recurso (Shneiderman 1998; Nielsen 1993).
- Diferencia entre el grado de usabilidad objetiva y la

facilidad de uso percibida (Venkatesh y Davis 1996).

- Capacidad para que el usuario sienta que el sistema apoya, complementa y realza sus habilidades y experiencia (Cato 2001).
- El sistema dispone de los medios necesarios para proteger su información y/o la de sus clientes (Cato 2001).

En cuanto a las pruebas de usabilidad en [7] se afirma que éstas pueden dividirse en tres grupos. Están las pruebas de análisis, en las cuales los usuarios representativos trabajan utilizando el sistema o prototipo y los evaluadores se concentran en observar si la interfaz permite a los usuarios realizar las tareas y como lo hace; las pruebas de inspección, en donde son expertos en usabilidad o desarrolladores de software quienes evalúan la interfaz; y las pruebas de indagación, en las cuales el objetivo de los evaluadores es obtener información sobre los gustos. Disgustos, necesidades y comprensión del sistema desde la perspectiva de los usuarios. Estas pruebas, desde el punto de vista de los participantes, pueden dividirse en métodos empíricos y no empíricos, requiriendo los primeros la participación de usuarios, en donde se recolecta la información mediante instrumentos de análisis, y los segundos, la presencia de expertos en usabilidad o desarrolladores de software

(Obeso, 2005) plantean que los métodos más comunes son [8]:

- Evaluación empírica: Se realiza mediante experimentos en donde un usuario o grupo de usuarios, los cuales no están involucrados con el diseño del producto, se enfrentan a un prototipo en funcionamiento, en la etapa de diseño o con sistema en uso.
- Evaluación por investigación: La cual se emplea para conocer la opinión de los usuarios o para entender sus preferencias respecto a la herramienta que se está desarrollando
- Evaluación Heurística: Se revisa la interfaz de usuario y se genera un informe de acuerdo a la propia opinión. También se conoce como evaluación de expertos, por realizarse por personas experimentadas en diseño de interfaces y por aplicarse los principios de diseño de interfaces a un sistema o prototipo para identificar problemas de usabilidad
- Evaluación de inspección: Aquí se realiza una evaluación basada en la inspección de los principios relacionados con la usabilidad de un software o sitio web, lo que no requiere preparación o experiencia amplia del evaluador, pudiendo ser expertos en usabilidad, asesores de desarrollo de software especializados en determinados estilos de interfaces, usuarios finales con conocimiento sobre las tareas, etc. y se puede realizar en el proceso de desarrollo.
- Métodos de indagación
- Evaluación observacional: Proporciona información acerca de lo que los usuarios están haciendo cuando se enfrentan al software mediante observación de su

comportamiento por parte del evaluador.

Respecto a los perfiles de evaluadores propuestos por otros autores, Florián et. Al. (2010) también clasifica los usuarios de la siguiente manera [7]:

- Usuario Novato o Inexperto: Usuario que tiene poco conocimiento de las herramientas computacionales y su interacción con herramientas similares a la que se está evaluando no es frecuente.
- Usuario Intermedio: Utiliza con frecuencia el computador y entre un 20% y un 80% de sus actividades están relacionadas con las que se realizarán con la herramienta en evaluación.
- Usuario Avanzado: Ocupa mucho tiempo interactuando con herramientas computacionales. Además, más del 80% de sus actividades se relacionan con las que se realizarán con el software a evaluar.

Adicionalmente, propone el perfil de desarrollador y auditor para la realización de pruebas de usabilidad, en donde el desarrollador realizará una evaluación enfocada en la interacción humano-computador, para lo que se hace necesario la utilización de listas de chequeo que disminuyan la posibilidad de que el desarrollador se aleje de la observación de la interacción; y el auditor será quien realiza la verificación del sistema desde la funcionalidad y teniendo en cuenta criterios de usabilidad, por lo que se recomienda que tenga conocimientos en ingeniería de software y en tecnologías utilizadas en el desarrollo del producto, con el objetivo de proveer una visión más holística del proceso de interacción.

Por otro lado, y respecto a las herramientas que se pueden usar en las diferentes metodologías planteadas anteriormente, la Tabla 1 tomada de [8] hace un resumen.

TABLE I. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN PROCESOS DE EVALUACIÓN. TOMADO DE [8].

| Técnica | Método en el que se usa | Técnica de complemento | Etapas en el desarrollo del ciclo de vida | Numero de usuarios necesarios |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| Questionarios (Questionnaire) | -Indagación -Experimento | -Encuesta -Entrevista estructurada | -Prueba -Desarrollo | 20 o más |
| Encuesta (Survey) | -Indagación | -Cuestionario | -Requisitos -Prueba -Desarrollo | Cientos |
| Entrevista (Interview) | -Indagación | -Análisis de Tarea | -Diseño -Código -Prueba -Desarrollo | 6 o más |
| Grupo de Enfoque (Focus Group) | -Indagación -Prueba | -Think Aloud -Co-descubrimiento | -Requisitos -Prueba -Desarrollo | De 6 a 9 |
| Pensando en Voz Alta (Thinking Aloud) | -Prueba | -Entrevista | -Diseño -Código -Prueba -Desarrollo | 1 |
| Co-descubrimiento (Co-discovery) | -Prueba | -Entrevista | Diseño Código Prueba Desarrollo | 2 |

Finalmente Mascheroni et. Al. (2012) proponen los siguientes pasos a tener en cuenta para la realización de pruebas de usabilidad [4]:

1. Confeccionar una lista de especificaciones de usabilidad, plasmando los niveles de usabilidad a los que interesa llegar, para lo que es necesario reconocer previamente los usuarios y las tareas que van a realizar con el sistema
2. Selección del nivel de participación de los usuarios en el proceso de desarrollo. Esto puede ser de acuerdo a la filosofía de diseño centrado en el usuario o el diseño participativo
3. Luego se hace la primera evaluación de usabilidad, la cual se puede realizar con base a los test de usabilidad o las evaluaciones heurísticas, en donde los test de usabilidad consisten en presentar al usuario tareas a realizar haciendo uso del prototipo de software, recopilando acciones y comentarios del usuario para un análisis posterior [9].

III. TRABAJOS RELACIONADOS

Con relación al proceso de evaluación de software se han identificado trabajos como el planteado por la Universidad Nacional de la Planta, quien basó su metodología de evaluación en tres fases:

La primera está enfocada en la evaluación durante el desarrollo, realizando una evaluación exhaustiva de prototipos en tres momentos diferentes. Un prototipo de interfaz inicial enfocado en mostrar un pre-diseño de las pantallas, el menú desplegable y el árbol de contenidos. El siguiente momento se trabaja con un prototipo que se basa en los contenidos y en la pertinencia de los mismos. Por último un prototipo del desarrollo completo es presentado.

La segunda parte se centraba en una evaluación interna del software teniendo en cuenta los requerimientos funcionales del mismo y para finalizar, una evaluación externa en donde las personas deben interactuar con el software y dar una valoración significativa con comentarios para realizar correcciones futuras [10].

Algunos autores hacen referencia a realizar evaluaciones sociales involucrando de primera mano las personas que van a estar directamente relacionadas con el desarrollo. Por otro lado, que dicha evaluación presenta una relevancia educativa que se centra en la calidad de los contenidos que se presentan [11].

La propuesta presentada en Obeso (2005) se centra principalmente en la utilización de las métricas y estándares de calidad presentados por la ISO 9126 y 9241 que se basan principalmente en evaluar la usabilidad de los desarrollos. La primera de ellas enfocada principalmente en la operatividad,

documentación y aspecto visual, mientras que la segunda se basa en el contenido presentado, documentación, comunicación, métodos de presentación y satisfacción por parte del usuario [8].

Otros autores presentan la metodología de evaluación basada en una serie de criterios que evalúan en su totalidad los desarrollos. Por una parte, se encuentra la fase de contenido, en donde se valora tanto la calidad como la cantidad de información; seguidamente esta la autoría, la cual se centra principalmente en la solvencia del autor del contenido, es decir, si fue escrito por un experto o simplemente viene de un sitio web; la ergonomía evalúa la relación que tienen todos los componentes del desarrollo. No podemos olvidar que cada elemento mostrado debe presentar un fin y aportar al desarrollo final. Por último se plantea la representación de la información [12].

(Marzal, Calzada Prado & Vianello, 2008) propone una serie de criterios de evaluación, enfocados a herramientas y recursos desarrollados para el aprendizaje. Algunos de estos criterios indican a continuación [6]:

- *Captación*: Capacidad para interesar al docente como instrumento para los procesos de enseñanza- aprendizaje.
- *Coherencia en el uso*: Características como mostrar la ubicación de cada página que sigue una secuencia; que cada explicación disponga de una secuencia que permita la navegación al inicio, fin, siguiente y previo; y la indicación de que existen recursos externos, cuando aplique.
- *Coherencia estilística*: Diseño sencillo y claro con la utilización de colores estándar para enlaces visitados o no.
- *Personalización interactiva*: En cuanto a las posibilidades técnicas que la herramienta proporciona al usuario, llegando a adelantarse a las necesidades del usuario de acuerdo a perfiles de uso y enriqueciendo la experiencia del mismo.
- *Velocidad de respuesta*: Brindando la posibilidad de que el usuario imponga la velocidad de navegación de acuerdo a su ritmo de aprendizaje.
- *Amigabilidad*: Tiene que ver con la posibilidad de que al usuario le resulte fácil y agradable, invitándolo a recomendarlo y a preferirlo frente a otras opciones

De la revisión se puede apreciar que existen muchos procesos de evaluación de software, sin embargo no se encuentra una evaluación fuera de la parte de usabilidad y con su componente en la inclusión educativa, es así, que se toma como base de la propuesta presentada en este artículo, el trabajo presentado por la Universidad de la plata y los criterios de evaluación evidenciado por Marzal, Calzada Prado & Vianello en 2008, y se agregan posteriormente los criterios necesarios para cumplir con la evaluación exitosa del software desde diferentes componentes descritos en la sección IV.

IV. PROPUESTA METODOLÓGICA

A partir de la revisión realizada y de trabajos previos desarrollados, se hace una propuesta metodológica para el proceso de evaluación de software desarrollado con el fin de apoyar procesos de inclusión educativa. Es importante aclarar que esta propuesta no se enmarca en ningún entorno, proyecto, herramienta o software específico, sino que es planteada de forma general, a fin de sugerir criterios básicos que permitirán asegurar el cumplimiento de los objetivos de inclusión educativa hacia los cuales se pueda dirigir el desarrollo de software. Por esto, se considera que la metodología podrá ser adecuada teniendo en cuenta los objetivos específicos del software o proyecto y las preferencias y condiciones del grupo de investigación o entidad que los desarrolle.

En la Figura 1 se presentan las 4 etapas propuestas y a continuación se detalla cada una de ellas, especificando cómo se realizaría el proceso y algunas alternativas de herramientas para su aplicación.

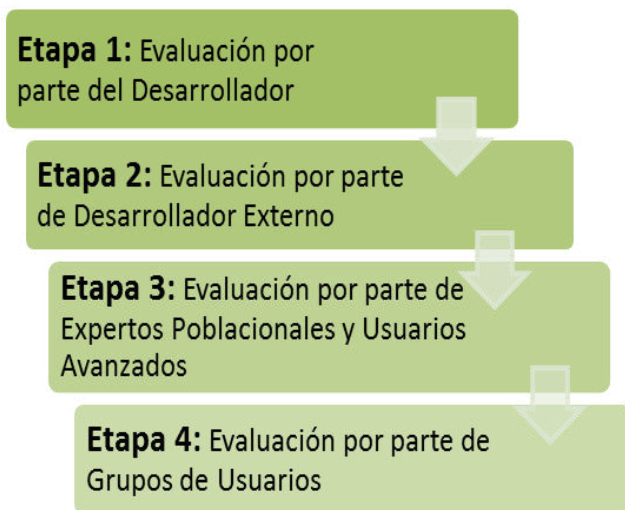


Fig. 1. Propuesta Metodológica

Para esta propuesta se tendrán en cuenta los tipos de usuarios descritos en la sección Marco Teórico de este documento. Específicamente las que corresponden a Usuarios Avanzados y Usuarios Intermedios.

También se trabajará con el rol de desarrollador que corresponde a los encargados del diseño y construcción de la herramienta, el rol de desarrollador externo que es una persona experta en el área pero que no participó en el proyecto y el rol de Experto Poblacional que es una persona que conoce en detalle características de la población a la que va dirigida la herramienta desarrollada.

A. *Primera Etapa: Evaluación por parte del Desarrollador*

En esta etapa es el desarrollador de la herramienta quien realizara un proceso de evaluación constante, desde el diseño

del producto hasta su construcción final. Posibilitando de esta manera poder reconocer errores de usabilidad tempranos y poder corregirlos a tiempo y no en la terminación de la herramienta.

Es posible basarse en el método de inspección formal, realizando principalmente pruebas de validación y verificación de los requerimientos funcionales y no funcionales de la herramienta, logrando dar una apreciación del contenido desde diferentes características:

- Operabilidad tomando esta como la capacidad que tiene el contenido de permitir que el usuario opere y maneje en el momento de la interacción con el sistema.
- Navegabilidad teniendo en cuenta que permita al usuario navegar de una manera más fácil y cómoda, puede ser presentando ayudas en cualquier parte del sistema

Para esto, se podrán hacer uso de cuestionarios que comprendan estas características.

En cuanto a la parte de accesibilidad es importante que el desarrollador conforme vaya terminando cada uno de los requerimientos funcionales y no funcionales, haga uso de una herramienta automática de accesibilidad como WAVE o TAW con el fin de saber cómo está el contenido del software en cuanto a este aspecto y poder corregirlo según el caso.

B. *Segunda Etapa: Evaluación por parte de Desarrollador Externo*

En esta etapa un desarrollador externo se encarga de medir la calidad del desarrollo presentado, apoyándose de una indagación individual de las características del producto a través de listas de chequeo, encuestas o entrevistas, que permita realizar una valoración y apreciación clara sobre los siguientes criterios, para que al final se pueda dar una valoración numérica del desarrollo:

- La comprensibilidad como capacidad del producto software para permitir al usuario entender si el software es adecuado, y como puede ser usado para tareas y condiciones de uso particulares.
- Operabilidad es la capacidad del producto software para permitir al usuario operarlo y controlarlo. Aspectos de conformidad, mutabilidad, adaptabilidad e instalación pueden afectar a la operabilidad.
- Atractivo, es la capacidad del producto software para ser atractivo al usuario. Está referido a los atributos del software pensados para hacerlo más atractivo al usuario, tal como el uso de color y la naturaleza del diseño gráfico.
- Conformidad a estándares y pautas, referido a la capacidad del producto software para adherirse a estándares, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas con la usabilidad.

En la parte de accesibilidad es importante que el desarrollador

externo identifique los puntos graves en el desarrollo, a través de un test o un formulario de los aspectos claves y mínimos que debe tener un desarrollo en cuanto a este tema, ya sea: estéticos, de contenido, de presentación, de ayudas externas o cualquiera que sea necesaria para mejorar la interacción del sistema con dichos usuarios.

C. Tercera Etapa: Evaluación por parte de Expertos Poblacionales y de Usuarios Avanzados

Para llevar a cabo esta etapa se propone la ejecución de las siguientes dos fases:

- Se sostendrán encuentros con expertos relacionados con la población o mercado hacia el cual va dirigida la herramienta en desarrollo (Expertos Poblacionales), a fin de conocer sus comentarios sobre la misma e identificar aspectos de funcionalidad que puedan no haberse tenido en cuenta o estar errados, procurando garantizar el éxito de ésta en dicha población.
- Para finalizar, se enfrentará la herramienta a tres posibles usuarios, con el fin de ultimar detalles para la siguiente etapa, como lo es el cuestionario a usar y la validación de lo aportado por los expertos poblacionales.

Fase 1: Para esta fase, se realizarán encuentros de forma personalizada, por lo que es posible que la entrevista semiestructurada sea la mejor técnica para la recolección de información. Esta se podrá construir a partir de los objetivos bajo los cuales se desarrolló la herramienta, con el fin de obtener la mayor cantidad de insumos que el Experto Poblacional, desde su conocimiento de los usuarios como experiencia propia o por su cercanía con ellos, pueda aportar.

Es posible hacer uso de la evaluación por investigación, la cual se considera apropiada por el objetivo de esta fase, el cual gira alrededor de conocer y entender las preferencias de los usuarios respecto a la herramienta que se está desarrollando.

Para la construcción de la entrevista semiestructurada también se podrán tener en cuenta los criterios expuestos por Sánchez (1999): Navegabilidad, interactividad, contenido e interfaz, así como la accesibilidad, y los adicionales que se requieran de acuerdo a las particularidades de la herramienta, los objetivos y/o el proyecto bajo el cual se encuentra planteada la misma.

Por último, para el perfil del experto poblacional se deberá considerar una experticia orientada hacia la población y hacia las actividades relacionadas con la herramienta en desarrollo, más que hacia el área de informática, lo cual se definirá de acuerdo a las especificidades del proyecto al cual se aplique la presente propuesta metodológica.

Fase 2: Aquí se propone realizar un test en donde se seleccionarán tres usuarios representantes de la población a la cual se dirige la herramienta, los cuales, preferiblemente, deberán ser usuarios con experiencia previa en la interacción

con herramientas computacionales.

Se podrá hacer uso de las recomendaciones realizadas en [9], cuando menciona la posibilidad de solicitar a los usuarios que piensen en voz alta mientras intenta usar el software, lo que permitirá ubicar partes del sistema con dificultades. Para esto, también será necesario definir detalles como la posibilidad de pedir ayuda al evaluador, si se entregará o no información sobre la herramienta al evaluador antes del inicio de la prueba y que información se entregará, entre otros, así como las tareas de test que ejecutarán los participantes de la prueba.

En este caso se hace necesario construir un formato que documente todos los comentarios realizados por los usuarios respecto a las áreas tenidas en cuenta en la primera fase de esta etapa, entre otros aspectos que se comenten por los mismos; y definir qué forma de la técnica think aloud aplica, de acuerdo a las especificidades del proyecto. Por lo anterior, se considera que, en este caso aplican los métodos de indagación, por pretender obtener información sobre los gustos, inconformidades, necesidades y comprensión de la herramienta desde la perspectiva del usuario.

Por último, se pretende realizar la prueba piloto de la técnica a usar en la última etapa de esta propuesta metodológica, aprovechando el encuentro con tres usuarios, con el fin de entregarla validada al grupo que participará de la misma. Incluso, es precisamente por esto que se ha elegido aplicar la etapa a tres usuarios, a pesar de que en la Figura se muestre como necesario un solo usuario para el uso de la técnica Thinking Aloud, sumado a la necesidad de asegurar un número impar de evaluaciones.

D. Cuarta etapa: Evaluación por parte de Grupos de Usuarios

En este caso, se repetirá el proceso de la segunda fase de la etapa anterior, con la diferencia que se ejecutará en grupos de usuarios pertenecientes a la población o mercado para el cual va dirigida la herramienta.

Aquí deberá definirse la cantidad de miembros del grupo de usuarios que se convocarán para la realización de la prueba, el cual podrá ser de 20 personas teniendo en cuenta que se propone el uso de cuestionarios para la recolección de información en esta etapa.

El cuestionario a aplicar, deberá validarse en la segunda fase de la etapa anterior con la ayuda de los dos usuarios participantes, y podrá construirse teniendo en cuenta los comentarios consignados en la entrevista semiestructurada realizada en la primera fase de la tercera etapa, bajo las áreas planteadas y aquellas adicionales, de acuerdo a las particularidades de la herramienta y de sus objetivos, y comprendiendo aspectos cualitativos y cuantitativos.

El perfil de los usuarios deberá estar entre intermedio y avanzado, de acuerdo a lo descrito previamente. En esta etapa se hará uso de la evaluación empírica, al realizar la misma por medio de experimentos y con usuarios que no han estado involucrados en el desarrollo de la herramienta.

V. CONCLUSIONES

La evaluación como una parte del proceso de desarrollo de software busca determinar que tanto se han logrado los objetivos propuestos. Para el caso de software educativo, además de los elementos funcionales y estéticos es importante determinar el grado de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y para el caso de herramientas de apoyo a la inclusión educativa, los factores relacionados con la accesibilidad cobran especial importancia y requiere definir bases particulares e instrumentos específicos que involucren los diferentes actores relacionados con el sistema, incluyendo la población beneficiaria.

La propuesta presentada es un acercamiento metodológico para evaluación de software orientado a la inclusión educativa, donde se plantean cuatro fases que involucran los desarrolladores, expertos poblacionales y la población beneficiaria. Esta propuesta puede ser usada para evaluar resultados de diferentes proyectos donde se tengan enfoques relacionados.

Como trabajo futuro se está aplicando la metodología a los desarrollos realizados en el marco del proyecto RAIM que dentro de sus objetivos involucra el desarrollo de aplicaciones orientadas a la inclusión educativa. Igualmente se espera automatizar los procesos de evaluación que permitan aplicar la propuesta a otros sistemas.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo se enmarca en el proyecto “RAIM: Implementación de un framework apoyado en tecnologías móviles y de realidad aumentada para entornos educativos ubicuos, adaptativos, accesibles e interactivos para todos” con código 111956934172 y financiado por Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional (Colombia).

REFERENCIAS

- [1] J. Sanchez ilabaca, «evaluación de recursos educativos digitales,» universidad de chile, departamento de ciencias de la computación, pp. 1-38, 1999.
- [2] Vargas Castillo, Carlos. Cuatro Modelos para Evaluar el Software Educativo. CACIC 2003: II Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación .
- [3] Cova, A., Arrieta, X. y Riveros, V. Análisis y comparación de diversos modelos de evaluación de software educativo. Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 5 (3), 45-67, 2008.
- [4] M. Mascheroni, C. Greiner , R. Petris , G. Dapozo y M. Estaino , «Calidad de Software e Ingeniería de usabilidad,» Universidad Nacional del Nordeste y Universidad Nacional de Lomas de Zamora , 2012.
- [5] Nielsen, J.; Morkes, J., (1998). Applying Writing Guidelines to Web Pages. Retrieved 23 May, 2007, From <http://www.useit.com/papers/webwriting/rewriting.html>
- [6] Marzal, M. Á., Calzada Prado, J., & Vianello Osti, M. (2008). Criterios para la evaluación de la usabilidad de los recursos educativos virtuales: un análisis desde la alfabetización en información.
- [7] B. E. Florián , O. Solarte y J. M. Reyes, «Propuesta para incorporar evaluación y pruebas de usabilidad dentro de un proceso de desarrollo de software,» *Revista EIA* , pp. 123-141, 2010.
- [8] M. E. Alva Obeso, Metodología de medición y evaluación de la usabilidad en sitios web educativos, Oviedo: Universidad de Oviedo, Departamento de Informática , 2005.
- [9] Grau, Xavier Ferré."Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software. JISBD. 2000.
- [10] M. G. Estayno, G. N. Dapozo, L. R. Cuenca Pletsch, and C. L. Greiner, Modelos y métricas para evaluar calidad de software, XI Work. Investig. en Ciencias la Comput., no. 1, 2009.
- [11] M. Á. M. García-quismondo, La evaluación de los programas de alfabetización en información en la educación superior: estrategias e instrumentos, vol. 7, no. 2, pp. 26–36, 2010.
- [12] L. Codina, “Evaluación de recursos digitales en línea: conceptos, indicadores y métodos.,” *Rev. española Doc. Científica*, vol. 23, no. 1, pp. 9–44, 2000.



Arabelly Guerra Morales es Administradora de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales y Estudiante de Especialización en Gerencia del Desarrollo Humano de la Universidad EAFIT. Actualmente acompaña los procesos relacionados con personas con discapacidad del grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos - GAIA. Sus áreas de interés se enmarcan en la inclusión de personas con discapacidad, así como los recursos humanos en las organizaciones como aspecto desde el cual aportar para dicha inclusión.



Alejandra Ospina H. es estudiante de pregrado en Administración de Sistemas Informáticos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Participa actualmente en el grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos – GAIA, del laboratorio de investigación en diseño, creación y gestión de recursos educativos digitales – LIGRED de la Universidad Nacional de Colombia. Sus áreas de interés están relacionadas con el diseño, construcción de objetos de aprendizaje así como la evaluación de material educativo y software que apoyen los procesos de inclusión.



Valentina Tabares Morales es Administradora de Sistemas Informáticos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín y estudiante de Doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Profesora Auxiliar del Departamento de Informática y Computación de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales e integrante del grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos – GAIA. Sus líneas de investigación se concentran en informática educativa e inteligencia artificial.



Néstor D. Duque M. es Ingeniero Mecánico de la Universidad Tecnológica de Pereira. Especialista en Auditoría de Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín y Doctor en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Profesor Asociado del Departamento de Informática y Computación de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales y director del grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos – GAIA. Sus líneas de investigación principales son: TIC para la educación, minería de datos, seguridad y auditoría de sistemas de información e inteligencia artificial.