

**COMBINACIÓN DE MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD EN  
ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE**



**JUAN DAVID PINTO CORREDOR**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS  
LINEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE USABILIDAD  
POPAYÁN**

**2019**

**COMBINACIÓN DE MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD EN  
ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE**



**JUAN DAVID PINTO CORREDOR**

**Director: Mg. VANESSA AGREDO DELGADO**

**Co-Director: Ph.D. CESAR ALBERTO COLLAZOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE USABILIDAD**

**POPAYÁN**

**2019**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1      Objetivos .....	3
1.1.1      Objetivo General.....	3
1.1.2      Objetivos Específicos.....	3
1.2      ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN UTILIZADA .....	3
1.3      Estructura del Documento .....	3
<b>2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>4</b>
2.1.      MARCO TEÓRICO.....	5
2.2.1. Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVAs).....	5
2.1.2. Experiencia de Usuario (UX).....	6
2.1.3. Usabilidad .....	7
2.1.4. Evaluación de Usabilidad .....	7
2.2.      ESTADO DEL ARTE.....	8
<b>3. CAPITULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE .....</b>	<b>12</b>
3.1      Métodos de Evaluación de Usabilidad (MEU).....	12
3.1.1      Métodos de inspección:.....	12
3.1.2. Métodos de Prueba (Test).....	15
3.1.3 Métodos de Indagación.....	21
3.2      Resumen de las características de los métodos estudiados .....	22
3.3      Selección de los MEU objeto de estudio.....	25
3.3.1      Selección de los métodos de inspección .....	26
3.3.2      Selección de los métodos de prueba. ....	27
3.4      Especificación de los MEU objeto de estudio .....	29
3.5      Ejecución de los métodos objeto de estudio.....	29
3.5.1      Definición de métricas .....	30
3.5.2      Normalización de las métricas.....	31
3.5.3      Entorno Virtual de Aprendizaje objeto de estudio .....	32
3.5.4      Evaluaciones realizadas .....	32
3.5.5 Análisis de Resultados.....	35

3.6	Construcción de la guía para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje.....	40
3.7	Evaluación objetiva de la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA por parte de expertos en experiencia de usuario, usabilidad y evaluaciones de usabilidad.....	46
<b>3.8 GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE .....</b>		<b>47</b>
<b>4.</b>	<b>CAPITULO IV: EJECUCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>55</b>
4.1.	Pregunta de investigación.....	55
4.2.	Objeto del estudio de caso.....	55
4.3.	Selección del estudio de caso .....	55
4.4.	Instrumentos de evaluación .....	55
4.5.	Indicadores y métricas.....	56
4.6.	Ejecución de estudio de caso .....	59
4.7.	Análisis comparativo de la guía propuesta para la evaluación de usabilidad en EVAs y los MEU aplicados individualmente. ....	82
4.7.1.	Comparación con base en problemas de usabilidad encontrados. ....	82
4.8.	Validación del estudio de caso mediante métricas e indicadores definidos. ....	88
4.8.1.	Utilidad:.....	88
4.8.2.	Aplicabilidad .....	90
4.8.3.	Complejidad .....	90
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>91</b>
<b>5.2.</b>	<b>Trabajo futuro .....</b>	<b>92</b>
<b>5.3</b>	<b>Publicaciones .....</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía.....</b>		<b>94</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1. Cuadro Comparativo de trabajos relacionados. ....	11
Tabla 2. Descripción de las métricas a considerar en el análisis de los resultados de los MEU. Tomada de [66]. ....	30
Tabla 3. Ejemplo de esquema de tabla de normalización. ....	31
Tabla 4. Resumen de la ejecución de los métodos de inspección y de prueba en EVA. ....	35
Tabla 5. Tabla de normalización propuesta para la métrica CTP. ....	35
Tabla 6. Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP. ....	35
Tabla 7. Tabla de normalización propuesta para la métrica CPC. ....	36
Tabla 8. Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP. ....	36
Tabla 9. Tabla de normalización propuesta para la métrica CPC. ....	37
Tabla 10. Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP. ....	37
Tabla 11. Clasificación del valor obtenido de la métrica TEP (mins) ....	38
Tabla 12. Resumen métrica TEP para cada método. ....	38
Tabla 13. Resumen métrica TEE para cada método. ....	39
Tabla 14. Resumen métrica TEA para cada método. ....	39
Tabla 15. Métricas e indicadores del estudio de caso. ....	56
Tabla 16. Expertos a participar en la evaluación. ....	60
Tabla 17. Usuarios que participaron en las interacciones ....	61
Tabla 18. Tareas realizadas dentro de la evaluación a usuarios. ....	61
Tabla 19. Problemas de usabilidad en evaluación a expertos. ....	67
Tabla 20. Clasificación de problemas por cada evaluador. ....	69
Tabla 21. Ranking de problemas en orden de importancia. ....	72
Tabla 22. Clasificación de acuerdo a la severidad. ....	72

Tabla 23. Clasificación de acuerdo a la frecuencia.....	73
Tabla 24. Clasificación de acuerdo a la criticidad.....	74
Tabla 25. Tiempo de ejecución de tareas propuestas.....	76
Tabla 26. Promedio de preguntas de usuarios.....	77
Tabla 27. Promedio de tareas completadas por los usuarios.....	77
Tabla 28. Satisfacción de usuarios con el EVA.....	78
Tabla 29. Problemas de usabilidad identificados en prueba a usuarios.....	80
Tabla 30. Promedio de tareas completadas por los usuarios.....	89
Tabla 31. Indicadores de utilidad.....	89
Tabla 32. Indicadores de aplicabilidad.....	90
Tabla 33. Indicadores de complejidad.....	90

## 1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El desarrollo de Internet ha tenido un gran impacto sobre la educación a distancia y consecuentemente, la educación en línea se ha consolidado como una alternativa con un alto grado de popularidad para personas que por distintas circunstancias no pueden acceder a la educación tradicional. Por otra parte, diferentes instituciones educativas de todo el mundo sacan provecho de las tecnologías disponibles para así proveer formación a una audiencia cada vez mayor. Cada día hay más personas que para aprender y formarse hacen uso de sistemas para la educación en línea, muchas de ellas ven en este tipo de sistemas, una única oportunidad de ser parte de los sistemas educativos implantados en nuestra sociedad, personas que no pueden desplazarse, personas con poco tiempo libre o personas con alguna discapacidad física, etc. [1].

Al mismo tiempo que crece la oferta de distintas propuestas y modalidades de sistemas de educación en línea, crece también el número de personas que los utilizan, por lo que se hace necesario considerar la diversidad de necesidades y características de estas personas al momento de diseñar los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). De esta manera, se contribuye al diseño y construcción de sistemas de educación en línea para que las personas puedan utilizarlos de manera sencilla, efectiva y eficiente, de forma que el proceso de aprendizaje proporcione una experiencia de usuario positiva [1].

En la actualidad los EVA están dirigidos a un público cada vez más amplio, a usuarios cada vez menos expertos en el manejo de los mismos, por tal razón la Experiencia de Usuario (UX, por sus siglas en inglés User eXperience) es parte fundamental en el éxito de los EVA [2]. La UX se refiere a “cómo se sienten las personas acerca de un producto y su satisfacción cuando lo usan, lo miran, lo sostienen, lo abren o cierran” [2]. La UX abarca diferentes facetas relacionadas a la calidad de un producto software como lo son accesibilidad, emotividad, usabilidad, entre otros [3]. En ese sentido, la presente investigación se enfoca exclusivamente a la faceta “usabilidad” de la UX, concretamente en el estudio de la usabilidad de los EVA.

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 [4]. 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. La evaluación tiene como objetivos principales: evaluar el alcance y la accesibilidad de la funcionalidad de los sistemas, evaluar la experiencia del usuario en su interacción con el sistema, e identificar problemas específicos del sistema [5].

La evaluación de la usabilidad de un sistema interactivo, y en este caso en particular la evaluación de usabilidad de un EVA, es una etapa importante dentro del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), 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 [6]. Para realizar la evaluación de la usabilidad existen distintos Métodos de Evaluación de Usabilidad (MEU), cuya realización depende de variables tales como: costos, disponibilidad de tiempo, recursos humanos que interpreten los resultados, entre otros. De esta manera elegir métodos para evaluar la usabilidad de un EVA no resulta una tarea sencilla [7].

Los MEU se agrupan generalmente en las categorías [8]: inspección, prueba e indagación, los cuales pueden ser usados iterativamente y en etapas distintas del desarrollo de un sistema. La ruta que generalmente se sigue para realizar las evaluaciones de usabilidad es aplicar al menos uno de los métodos de inspección, uno de indagación y uno de los métodos de prueba, dependiendo de la situación y el contexto en que se presente. Esto debido a que los métodos de prueba permiten evaluar el sistema realizando pruebas empíricas del diseño de la interfaz con usuarios representativos, y por otra parte, los métodos de inspección son realizados por analistas y expertos en usabilidad con el objetivo de identificar errores y problemas de diseño del sistema en cuestión [6] [8]. Así, es posible definir los problemas de usabilidad en una primera etapa, para luego hacer una evaluación de la influencia de esos problemas. Ahora bien existen distintos factores que influyen en la ejecución de los MEU, tanto de inspección, indagación como de prueba, con características que determinan el tipo de información que puede obtenerse, las etapas en que pueden ser realizados, entre otras. Además, existen diferencias en los tiempos necesarios para llevar a cabo cierto método de evaluación, los equipos necesarios, cantidad de expertos en usabilidad, usuarios de prueba representativos, etc [6].

Una serie de MEU pueden ser aplicados sobre un EVA, pero la incógnita está en qué tan certera es la información que entrega cada uno de ellos y/o la combinación de unos con otros. De igual manera no existe una estandarización respecto al qué, cómo y cuándo realizar la evaluación de usabilidad, sino que se han desarrollado y/o utilizado métodos de manera aislada y con criterios específicos para evaluar un producto particular [9].

Particularmente no hay un acuerdo respecto a la denominación, uso y aplicación de los métodos existentes en el desarrollo de aplicaciones Web. Así los diferentes autores los denominan de acuerdo a sus preferencias y juicio o experiencia. Los métodos de evaluación de usabilidad por un lado tienen fortalezas y debilidades, y por otro están enfocados a evaluar determinados aspectos o requisitos de usabilidad, por lo que es recomendable combinarlos en una evaluación para complementar unos con otros en cuanto a sus fortalezas y lograr cubrir un mayor número de aspectos de evaluación. La selección y combinación de los métodos de evaluación dependerá de restricciones financieras y de tiempo, de las fases en el ciclo de desarrollo y de la naturaleza del sistema bajo desarrollo [10], [11].

Con base en lo anterior, el problema surge al momento de decidir cuál de los métodos de evaluación existentes o cuál de sus combinaciones es apropiada para evaluar la usabilidad de un EVA, de manera que la evaluación se realice de manera completa y consistente, que permita obtener resultados concretos sobre la usabilidad en un EVA, que considere factores como lo son:



efectividad, eficiencia, satisfacción, tiempos razonables, entre otros factores. Por tal razón, surgen las siguientes preguntas de investigación: **¿Cuáles de los MEU existentes son apropiados para aplicar sobre Entornos Virtuales de Aprendizaje? ¿Cómo realizar una evaluación de usabilidad en EVAs mediante la combinación de MEU de tal manera que esta sea lo más efectiva posible?**

Teniendo en cuenta estas preguntas, la investigación se enfoca en el estudio y elección de un conjunto de métodos de evaluación de la usabilidad sobre EVA. Dichos métodos, después de ser seleccionados, caracterizados y analizados, van a constituir una nueva combinación de métodos para la evaluación de la usabilidad de EVA que pueda brindar la información de la usabilidad de forma más completa e íntegra, respecto a la realización de los métodos devaluación de forma indiscriminada e independiente

## **1.1 Objetivos**

A continuación se presentan los objetivos propuestos en el anteproyecto y aprobados por parte del Consejo de Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca.

### **1.1.1 Objetivo General**

Construir una guía para la evaluación de la usabilidad de Entornos Virtuales de Aprendizaje.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y caracterizar un conjunto de métodos de evaluación de usabilidad para ejecutar en Entornos Virtuales de Aprendizaje.
- Diseñar una guía de evaluación basada en la combinación formal de métodos para la evaluación de la Usabilidad de Entornos Virtuales de Aprendizaje.
- Validar la guía propuesta por medio de un estudio de caso aplicada a un EVA.

## **1.2 ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN UTILIZADA**

Este trabajo de gradó será desarrollado siguiendo una estrategia de investigación basada en la metodología de investigación acción multi-ciclo con bifurcación [12]. La estrategia parte de un ciclo de investigación inicial donde se identifican tres problemas de tipo conceptual, metodológico y de evaluación, lo que permite dividir el trabajo en tres ciclos de investigación: ciclo conceptual, ciclo metodológico y ciclo de evaluación. Cada uno de dichos ciclos será descrito en la estructura del documento.

## **1.3 Estructura del Documento**

A continuación se describe la estructura establecida para el presente documento:

- Capítulo II – Marco Teórico y estado del Arte:

En el ciclo conceptual se realiza un análisis contextual, el cual ayuda a ubicar el problema a estudiar. Este ciclo conceptual en la fase de estudio de la literatura revisa la información que conforma el marco teórico y el estado del arte, además de realizar una conceptualización de los

entornos virtuales de aprendizaje, experiencia de usuario, usabilidad, evaluación de usabilidad, métodos de evaluación de usabilidad.

- Capítulo III – Construcción de la guía para la evaluación de la Usabilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje:

El ciclo metodológico contiene la construcción de la guía para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje, este ciclo metodológico realiza un estudio de la literatura donde se identifican una serie de métodos para evaluar la usabilidad en sistemas interactivos, seleccionando los más apropiados para ser aplicados en EVA, tratando de que estos abarquen la mayor cantidad de sub-características que se definen para la usabilidad y que el proceso de ejecución de los mismos sea el que mejor se ajuste a las condiciones y recursos con los que se cuenta, seguido a ellos se aplicaron cada uno de los métodos seleccionados de forma individual sobre un EVA objeto del presente estudio, seguido a ello se definieron una serie de métricas con el fin de realizar una comparación objetiva de los resultados que los MEU aplicados individualmente arrojaron, de esta manera, se pudieron seleccionar las características más sobresalientes de dichos MEU, las cuales fueron combinadas para conformar finalmente la guía para la evaluación de la usabilidad en EVAs. Cabe destacar que fueron creados documentos anexos a la guía que sirven como herramientas de ayuda para la misma, los cuales son parte fundamental en el proceso de evaluación, Como parte de la construcción de la guía se hizo una evaluación de la misma por un conjunto de 9 expertos en los temas relacionados a la presente investigación, lo que permitió eliminar aspectos que según su experiencia no debían ser incluidos, y agregar otros que hicieran de la guía una herramienta más completa para evaluar la usabilidad en EVAs.

- Capítulo IV – Ejecución del Estudio de Caso:

El ciclo de evaluación realiza un estudio de caso sobre el mismo EVA que fue evaluado por cada uno de los MEU de forma individual, para ello se hizo un diseño del mismo incluyendo una pregunta de investigación para el estudio de caso, el objeto de realizar el estudio de caso, la forma y el porqué de la selección de dicho estudio de caso, y un instrumento de validación conformado por unas métricas e indicadores que permitan medir la aplicabilidad, utilidad y complejidad de la guía propuesta, al ser ejecutada sobre el caso de estudio planteado en la presente investigación, dentro de este capítulo se realiza también la comparación de los resultados obtenidos al ejecutar la guía y los MEU ejecutados de forma individual.

- Capítulo V- Conclusiones y trabajo futuro:

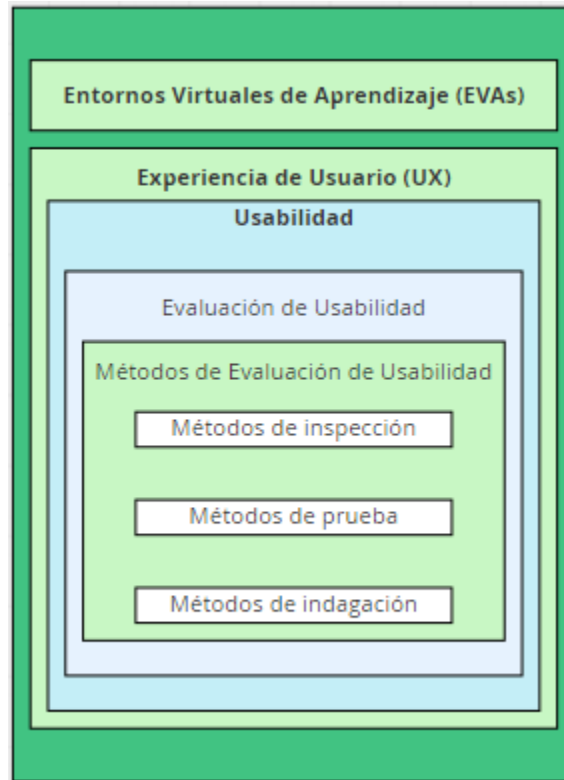
Se expresan las conclusiones del trabajo realizado y se describen algunas propuestas para el trabajo futuro, junto con las publicaciones que salieron como resultado de la presente investigación.

## **2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

En este capítulo se presenta el ciclo de investigación conceptual compuesto por el marco teórico y la descripción de trabajos investigativos relacionados.

## 2.1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta los referentes teóricos que forman parte de la *combinación de métodos para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje* (ver ilustración 1).



*Ilustración 1*

### 2.2.1. Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVAs)

Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVAs) forman parte del conjunto de aplicaciones informáticas diseñadas para la utilización de Internet con fines educativos. Los EVA contribuyen a la concreción de objetivos educativos al proveer una serie de herramientas que facilitan la gestión de usuarios y cursos, y los procesos de comunicación, evaluación, colaboración, y distribución de contenidos [13]. Presentan una serie de funcionalidades para facilitar que los procesos de enseñanza y aprendizaje, puedan desenvolverse de forma mediada acorde a las necesidades de cada contexto específico.

Algunas definiciones sobre el concepto de Entorno Virtual de Aprendizaje se describen en el anexo A1.1.

Dado que en el campo de la educación en línea existen varias definiciones para los sistemas que dan soporte a este tipo de educación, dentro de la presente investigación decidimos definir un conjunto de características que deben cumplir dichos sistemas para que la guía que aquí se propone

pueda ser ejecutada, y que los resultados que la misma arroje al final de su ejecución sean los más efectivos y completos posibles.

Dicho esto para la presente investigación se van a tener en cuenta las siguientes características de los EVAs con el fin de identificar los EVAs que podrán ser evaluados en la presente guía [14].

- Permiten el acceso a través de navegadores, protegido generalmente por contraseña o cable de acceso.
- Utilizan servicios de la web 1.0 y 2.0.
- Disponen de un interface gráfica e intuitiva. Integran de forma coordinada y estructurada los diferentes módulos.
- Presentan módulos para la gestión y administración académica, organización de cursos, calendario, materiales digitales, gestión de actividades, seguimiento del estudiante, evaluación del aprendizaje.
- Se adaptan a las características y necesidades del usuario. Para ello, disponen de diferentes roles en relación a la actividad que realizan en el EVA: administrador, profesor, tutor y estudiante. Los privilegios de acceso están personalizados y dependen del rol del usuario. De modo que, el EVA debe de adaptarse a las necesidades del usuario particular.
- Posibilitan la comunicación e interacción entre los estudiantes y el profesor-tutor.
- Presenta diferentes tipos de actividades que pueden ser implementadas en un curso.
- Incorporan recursos para el seguimiento y evaluación de los estudiantes.

### **2.1.2. Experiencia de Usuario (UX)**

El término Experiencia de Usuario (o UX, por sus siglas en inglés *User eXperience*) se refiere a “cómo se sienten las personas acerca de un producto y su satisfacción cuando lo usan, lo miran, lo sostienen, lo abren o cierran” [2].

La UX abarca diferentes facetas relacionadas a la calidad de un producto software. El estándar ISO/IEC 25010 [15] considera el modelo de calidad el cual representa la piedra angular en torno a la cual se establece el sistema para la evaluación de la calidad del producto. En este modelo se determinan las características de calidad que se van a tener en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un producto software determinado.

La calidad del producto software se puede interpretar como el grado en que dicho producto satisface los requisitos de sus usuarios aportando de esta manera un valor. Son precisamente estos requisitos (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, usabilidad etc.) los que se encuentran representados en el modelo de calidad, el cual categoriza la calidad del producto en características y sub-características. Así pues, la presente investigación está enfocada exclusivamente en la faceta *usabilidad* de la UX, concretamente en el estudio de la usabilidad de Entornos Virtuales de Aprendizaje. La selección de la faceta usabilidad obedece a que es la más directamente relacionada con la calidad en uso. Además, porque al momento de su evaluación, esta permite obtener información indirectamente sobre otras de las facetas.

En el anexo A.1.2, son presentadas algunas definiciones existentes para el término UX.

### 2.1.3. Usabilidad

La norma ISO 25010 [15] determina la usabilidad como la “Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones”. En la presente investigación y dado que está centrada específicamente en EVAs se hizo una adecuación de cada una de las sub características que la componen como se describe a continuación:

- **Capacidad para reconocer su adecuación (Inteligibilidad).** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades, en particular para la presente investigación que sea adecuado para la educación a distancia y específicamente como un entorno virtual de aprendizaje.
- **Capacidad de aprendizaje (Aprendizaje).** Capacidad del EVA que permite al usuario aprender su aplicación.
- **Capacidad para ser usado (Operabilidad).** Capacidad del EVA que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- **Protección frente errores de usuario.** Capacidad del EVA para proteger a los usuarios de cometer errores.
- **Estética de la interfaz de usuario (Estética).** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
- **Accesibilidad (Accesibilidad).** Capacidad del EVA que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

En el anexo A.1.3 son presentadas definiciones de otros autores para el termino usabilidad.

### 2.1.4. 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 [23]. 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 [7].

La evaluación tiene tres objetivos principales [24]:

- Evaluar el alcance y la accesibilidad de la funcionalidad de los sistemas. La evaluación de 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.

Como consecuencias directas de la evaluación se tiene [13]:

- Mejoramiento en la calidad de los procesos: derivada de una cultura de desarrollo organizada y consciente de la importancia de la evaluación.
- Mejoramiento en la calidad en los productos: validación consciente y temprana de los diferentes módulos que conforman el sistema.
- Manejo eficiente de los recursos tiempo y dinero: consecuencia derivada de la corrección temprana de fallas.
- Posibilidad de reproducir éxitos en otros proyectos: cada módulo desarrollado se convierte en una fuente confiable de código reutilizable, además de evolucionar a procedimientos ágiles y óptimos para la evaluación del sistema.
- Dominación de los riesgos del proceso: entre más rápido se detecten fallas, las estrategias de contingencia de riesgos serán más efectivas.
- Confianza y satisfacción del cliente: la validación conjunta con el usuario, evita sorpresas desagradables en etapas críticas del desarrollo.

La evaluación de usabilidad es una parte fundamental del enfoque iterativo del desarrollo de software, porque las actividades de evaluación pueden producir soluciones de diseño para su aplicación en el próximo ciclo de desarrollo o, al menos, un mayor conocimiento sobre la naturaleza del problema de interacción detectado. Por tanto, la evaluación de usabilidad es parte inherente del proceso de desarrollo [25].

## **2.2.ESTADO DEL ARTE**

A continuación se presentan los trabajos de investigación relacionados con los temas base de la propuesta.

En [16] se presenta una investigación relacionada el diseño y construcción de una guía para la evaluación de usabilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje, a partir de la identificación de algunos criterios que permiten cuantificar el grado de satisfacción de los usuarios de este tipo de herramientas. Dentro de la investigación se desarrollan las siguientes fases: identificación de atributos de usabilidad, caracterización de los entornos virtuales de aprendizaje, estructuración de criterios y métricas de la guía. Para la validación de la guía propuesta se hizo la evaluación de dos EVA, con base en lo anterior es de notar que existe una relación entre los temas que el investigador trabajó y los que se pretenden abarcar en la presente investigación, la guía para la evaluación dará una perspectiva sobre los métodos que se pueden elegir para construir la combinación deseada, además las métricas que hacen parte de la guía pueden ser de gran utilidad en el momento de evaluar la combinación propuesta. Por otra parte la guía solo usa métodos de inspección para la evaluación de usabilidad y aunque los resultados que arroja la misma son importantes, es posible que la evaluación quede con algunos vacíos al no abarcar otra clase de MEU, es esta una de las razones por la cual en la presente investigación se tendrán en cuenta varios tipos de MEU y

adicionalmente se hará una combinación de los mismos para que el resultado de la evaluación sea lo más completa posible.

Al respecto de la combinación de métodos para la evaluación de la usabilidad se presenta la siguiente investigación [17], trabajo en el cual se han estudiado los MEU en aplicaciones web transaccionales, contrastando sus características, y generando una propuesta metodológica de evaluación, con el fin de obtener la mayor cantidad de información relevante respecto de la usabilidad de este tipo de aplicaciones. Dicha metodología está conformada por tres combinaciones de MEU (inspección, indagación y prueba), dependiendo de los objetivos de la evaluación. Ya que la metodología que aquí se presenta está conformada por combinaciones de MEU, es de gran utilidad para la presente investigación la selección de los métodos que el investigador realizó, si bien dichos métodos fueron elegidos para evaluar aplicaciones web transaccionales, los EVA presentan similitudes en algunas características con relación a las aplicaciones web transaccionales, como lo son la respuesta rápida, fiabilidad, usabilidad, interactividad, escalabilidad. Razón por la cual al realizar la caracterización de los MEU que serán utilizados en la presente investigación se espera que algunos de los métodos seleccionados por el autor puedan ser usados dentro de este trabajo en particular. De igual manera la forma en que establece el autor las combinaciones de MEU será sin duda de gran ayuda para establecer la combinación objeto de la presente investigación.

De la misma manera [18] examinan los métodos de evaluación de usabilidad de e-learning que han surgido últimamente, los comparan y proponen un conjunto de criterios que deberían consultarse al elegir el método apropiado para la evaluación de la usabilidad de los sistemas e-learning. La comparación es realizada mediante la identificación general y criterios específicos (el tiempo, el costo, la eficiencia, la eficacia y la facilidad de aplicación, así como el alcance del método en el contexto de e-learning.) que facilitan la selección del método apropiado para determinar los problemas de usabilidad. Por otra parte la investigación arroja como resultado que ninguno de los métodos examinados ha permitido la evaluación integral de la usabilidad para las plataformas e-learning y ninguno aborda todos temas específicos relevantes para los sistemas y módulos de aprendizaje, considera también que los métodos utilizados de forma independiente omiten aspectos importantes en la identificación de problemas de usabilidad en EVAs, motivo por el cual la presente investigación busca establecer una combinación de MEU en EVAs que dé solución a este problema y para su conformación tendrá en cuenta el conjunto de criterios que aquí se plantean.

Vera [19] presenta criterios metodológicos para evaluar la usabilidad en los Sistemas de Administración de Cursos (CMS). La evaluación la realizó combinando métodos e instrumentos diversos en varias sesiones de trabajo con los usuarios potenciales de la plataforma: un conjunto de profesores y estudiantes de lenguas. Se utilizaron métodos tradicionales de evaluación de usabilidad (evaluación heurística, recorrido cognitivo, entrevista grupal y encuesta), los que se mezclaron y originaron nuevos con el ánimo de evaluar no solo los elementos que componen la

usabilidad sino la funcionalidad y el aspecto pedagógico de los CMS. Este estudio tiene en cuenta aspectos adicionales a la usabilidad, la evaluación que hacen sobre la misma. Los métodos que usaron inicialmente para hacerlo pueden ser de gran aporte para esta propuesta en concreto, se espera que la caracterización realizada para cada uno de los MEU y la manera en la que fueron aplicados sirvan como una guía para la presente investigación. De igual manera se debe resaltar que el investigador aunque realiza la evaluación combinando MEU, no genera como tal una combinación formal de MEU para EVAs, es decir no arroja como resultado una combinación de MEU que se pueda seguir para realizar una evaluación de usabilidad, si no que deja a criterio del evaluador el o los MEU que debe escoger de acuerdo a sus necesidades y a sus recursos.

Ariel [20] propone un modelo que posibilite evaluar la calidad de los EVA, considerando como eje central a la usabilidad. El modelo se denomina MU<sub>usa</sub>, dado que se trata de un Modelo basado en la Usabilidad, y está orientado hacia una evaluación de productos en uso. La evaluación se realiza mediante escenarios reales de uso, teniendo especial consideración por los alumnos y docentes, los objetivos que se proponen, las tareas específicas que realizan durante las actividades de enseñanza y aprendizaje, el equipamiento e infraestructura que disponen, el lugar físico donde habitualmente se desenvuelven, y el entorno social en el cual están insertos. Las ideas generales de MU<sub>usa</sub> están basadas en una estrategia de cuatro niveles o capas de evaluación, que parten de lo general para llegar a lo particular, donde las definiciones de usabilidad, junto con los atributos y las heurísticas forman el núcleo del modelo. Si bien dentro de esta investigación también se profundiza en la evaluación de la accesibilidad dentro de un EVA, el análisis que se hace a la usabilidad es el tema central de esta investigación y de igual manera un gran aporte para la presente investigación, por otra parte deja un camino plantado para la creación de nuevas métricas en la evaluación de la usabilidad en EVA y una importante caracterización de los MEU aplicados a los EVA en distintos tipos de ambientes, de ahí que sea un gran referente para la elaboración de la presente investigación.

De igual manera [21] se enfoca, en analizar la usabilidad de un entorno de aprendizaje virtual destinado a estudiantes universitarios de pregrado, enfatizando aspectos psicopedagógicos que permitan evaluar tanto la calidad de los contenidos como el sistema que los contiene; se analizan las implicancias de la frustración de los estudiantes en su proceso cognitivo, estableciendo esta emoción como una consecuencia inmediata de un mal diseño de interfaz. La investigación hace uso de la evaluación heurística y un test de usabilidad para lograr sus objetivos propuestos. El análisis está basado en los resultados de la aplicación de evaluaciones de Usabilidad sobre el sistema Moodle, para finalmente entregar una propuesta de solución a los problemas encontrados. Pese a que esta investigación se hace mediante el uso aplicado de solo dos MEU, se puede observar que dichos métodos han sido aplicados a mayor profundidad y a mayor detalle que el que se le da en otras investigaciones, razón por la cual se ha incluido dentro de esta sección, ya que se puede extraer información relevante sobre estos dos MEU que seguramente serán usados para generar la combinación propuesta dentro de la presente investigación. De otra parte se debe señalar que en



ningún momento se hace una combinación de dichos métodos, únicamente se hace un estudio por separado de los MEU mencionados anteriormente, así los resultados que arroja la investigación dejan bastantes vacíos en aspectos de la evaluación de la usabilidad en EVAs que no fueron tenidos en cuenta, y es este el principal problema que se desea abordar en la presente investigación.

De lo anteriormente expuesto se puede determinar que no existe una propuesta completa para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje que abarque todas las facetas de usabilidad y que tenga en cuenta todos los métodos de evaluación de usabilidad. Para fines pertinentes se presenta a continuación una tabla comparativa entre los trabajos existentes (Ver tabla 1).

*Tabla 1. Cuadro Comparativo de trabajos relacionados.*

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Nivel Educativo Usuarios</b>	<b>Usuario</b>	<b>EVA</b>	<b>MEU</b>	<b>Combinación MEU</b>	<b>Mecanismos de Evaluación</b>
[16]	Cualquiera	Expertos, Principiantes, Desarrolladores	No especificado	Inspección	NO	Estudio de caso Moodle
[17]	Cualquiera	Expertos y Principiantes	N/A	Inspección, indagación y prueba	SI	NO
[18]	Cualquiera	Expertos	No especificado	Inspección y prueba	NO	NO
[19]	Bachiller	Expertos, Principiantes, Casuales	LingWeb	Inspección, indagación y prueba	NO	Caso de estudio en LingWeb
[20]	Cualquiera	Alumnos y Docentes	EVEA SIAT	Inspección, indagación y prueba	NO	Estudio de caso en EVEA SIAT
[21]	Cualquiera	Expertos	Moodle	Inspección y Pruebas	NO	Estudio de caso en Moodle
Combinación de Métodos para la Evaluación de la usabilidad en Entornos	Bachiller	Docente y estudiante	Moodle	Inspección y prueba	SI	Estudio de caso

Virtuales de Aprendizaje (Pinto, 2019)						
--	--	--	--	--	--	--

### 3. CAPITULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE

#### 3.1 Métodos de Evaluación de Usabilidad (MEU)

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 [22]. Es por esto que los Métodos de Evaluación de Usabilidad (MEU) 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 generan. Y hacen la evaluación de características de la usabilidad como lo son la facilidad de aprendizaje, la facilidad y eficiencia de uso, la facilidad de recordar cómo funciona, la frecuencia y gravedad de errores.

##### 3.1.1 Métodos de inspección:

Los métodos de inspección se asocian a evaluaciones en proyectos, en proceso o terminados, pero al igual que los métodos de indagación se pueden dar en cualquier momento del proceso de diseño; “se reconoce un método de inspección porque es un método en el que se buscan errores o inconsistencias en una forma detallada, ya sea por un experto, un usuario o un desarrollador; y estos errores no necesariamente se buscan en un prototipo o producto terminado, pues en ocasiones, antes de empezar un proyecto se pueden inspeccionar los sistemas de la competencia o los puntos de partida” [23]. Los métodos de inspección más comunes son los recorridos de inspección cognitivas, función, simulación en conjunto, de inspección basados en perspectiva, de normalización y la evaluación heurística [24].

##### 3.1.1.1 Evaluación Heurística

El método fue desarrollado por Nielsen [6], y Molich [8] y consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad (heurísticos).

La evaluación heurística es una variante de la inspección de usabilidad donde los especialistas en usabilidad juzgan si cada elemento de la interfaz de usuario sigue los principios de usabilidad

establecidos. Esta evaluación detecta aproximadamente el 42% de los problemas graves de diseño y el 32% de los problemas menores, dependiendo del número de evaluadores que revisen el sitio.

Su principal ventaja es su bajo costo de realización. El proceso consiste en una inspección del sitio web por parte de los evaluadores y posteriormente éstos entregan un informe escrito con el resultado de su evaluación. Lo ideal es que los evaluadores naveguen a lo largo de todo el sitio a lo menos dos veces para lograr familiarizarse con su estructura, antes de empezar con la evaluación propiamente tal.

Las sesiones de los evaluadores deberán durar aproximadamente entre una o dos horas. Los evaluadores no sólo elaboran una lista de problemas, sino que lo ideal es que adjunten una explicación del mismo además de relacionarlo con el principio de usabilidad que viola [25].

En el anexo B.1.1.1 se presenta una descripción completa del presente método.

### **3.1.1.2 Recorrido Cognitivo**

Los evaluadores construyen los escenarios de tarea y después asumen el rol del usuario trabajando con esa interfaz ([9][10])

Es una técnica que se realiza durante el proceso de desarrollo de una interfaz y se enfoca directamente en lo que es el aprendizaje. En esta evaluación participan expertos y los usuarios no tienen intervención. El recorrido cognitivo se plantea como una técnica de revisión donde los evaluadores expertos construyen escenarios para las tareas a partir de una especificación o de un prototipo temprano y, así, desempeñar después el papel del usuario trabajando con la interfaz en cuestión. Al preparar el recorrido cognitivo, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar a los usuarios.
- Definir las tareas representativas
- Diseñar (e implementar) el prototipo
- Especificar secuencias de acciones correctas para cada tarea

La descripción completa del método se encuentra en el anexo B.1.1.2.

### **3.1.1.3 Análisis de Acciones**

El análisis de acciones es un análisis cuantitativo de las acciones para la predicción del tiempo necesario para que un usuario experimentado pueda cumplir tareas, en base al tiempo estimado para acciones típicas. Está pensado para realizarse en usuarios con experiencia, con el fin de medir la eficiencia del diseño de la interfaz del sistema. En este método, se presentan dos niveles de detalle: formal e informal.

Vea la descripción completa de este método en el anexo B.1.1.3.

### **3.1.1.4 Recorrido pluralista**

El recorrido pluralista (Pluralistic Walkthrough), se define como una reunión en la que usuarios, desarrolladores y profesionales de usabilidad (profesionales de factores humanos) que recorren un

escenario de tareas, discuten y evalúan cada elemento de dialogo [26], [27], [28] y [29], tal como lo muestra la figura 3.

Bias [26], define cinco características del método de recorrido pluralista de usabilidad, que son:

- Incluye tres tipos de participantes: usuarios, desarrolladores y expertos en usabilidad.
- El sistema es presentado con paneles impresos y estos paneles son presentados en el mismo orden como en que deberán aparecer en el sistema.
- Todos los participantes toman el rol del usuario del sistema.
- Los participantes escriben las acciones que ellos harán para completar la tarea dada.
- El grupo discute las soluciones que ellos han finalizado. Los usuarios hablan primero y, sólo después, los desarrolladores y los expertos de usabilidad ofrecen sus opiniones.

### **3.1.1.5 Método de Inspección formal**

El método de inspección formal de usabilidad, adapta la metodología de inspección del software para la evaluación de la usabilidad. El método ha sido diseñado para reducir el tiempo requerido para descubrir defectos en un apretado ciclo del producto. Es adecuado principalmente en las etapas tempranas ya que el inspector puede trabajar simplemente con una especificación o sobre simulación en papel [30].

Este método es similar a los métodos de inspección de código, es decir consiste básicamente en una prueba de validación y verificación del código. Adicionalmente considera el procedimiento de identificación y corrección de errores de usabilidad. A los participantes involucrados en el proceso de inspección formal de usabilidad se les atribuyen funciones que deberán realizar estrictamente.

En el anexo B.1.1.5 se encuentra una descripción más detallada del método.

### **3.1.1.6 Inspección de Estándares**

Este método consiste en una inspección minuciosa a la interfaz de usuario por parte de un evaluador experto con el fin de determinar si cumple en todo momento y globalmente todos los puntos definidos en un estándar determinado [24]. Si bien este método podría realizarse partiendo de prototipos de baja fidelidad, lo más efectivo es realizarlo a partir de prototipos software o incluso mejor con una primera versión del sistema final donde estén implementadas las partes que deben confrontarse con el estándar (que normalmente serán aspectos más relacionados con la interfaz que con las funcionalidades).

Es recomendable emplear este método en prototipos software (incluso en la primera versión del sistema). En primer lugar, se debe establecer el estándar sobre el cual el sistema se confrontará, esto será realizado en la fase de análisis de requisitos. Luego, el experto en el estándar realiza una inspección minuciosa a la totalidad de la interfaz para comprobar que cumple en todo momento todos los puntos definidos en el estándar [31]. Durante la realización de este método de evaluación, al experto poco le interesa la funcionalidad de las acciones que va realizando.

### 3.1.2. Métodos de Prueba (Test)

Los métodos de test, que al igual que el anterior se puede presentar en cualquier momento y su “característica principal es evaluar si se cumplen determinados requerimientos” [23] en los métodos de usabilidad por test usuarios representativos trabajan en tareas utilizando el sistema -o el prototipo- y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario soporta a los usuarios con sus tareas. Algunos ejemplos de metodologías de prueba son: pensando en voz alta, la medición del rendimiento, pruebas remotas, las pruebas retrospectivas, entre otros [24].

Una de las características más importantes de las pruebas de usabilidad, es que se realizan bajo condiciones totalmente controladas. La idea es lograr representar de la mejor manera posible el lugar físico real de trabajo del sistema. En estas pruebas, los usuarios representativos deben realizar una lista de tareas asignadas por el evaluador. Todos los métodos de prueba de usabilidad, responden a un mismo proceso. A continuación se nombran y detallan cada una de las etapas de este proceso [32]:

1. Desarrollar el plan de prueba: Esta etapa es muy importante, ya que aquí se deben definir los aspectos básicos para realizar la prueba. Al desarrollar un buen plan de prueba, se logrará un buen resultado de la misma, puesto que se tendrá certeza de lo que se requiere, los perfiles de usuarios necesarios, las listas de tareas, entre otros. A continuación se detallará lo que debe incluir un plan de prueba:
  - a. Propósito de la prueba: Evaluación formativa o aditiva.
  - b. Descripción del problema: Cuál es el problema por el cual se realiza la prueba.
  - c. Perfil de usuario: Qué tipos de usuarios son necesarios para llevar a cabo la prueba.
  - d. Metodología de la prueba: Diseño.
  - e. Lista de tareas: Tareas que serán realizadas por el usuario en la prueba. Priorizar las más críticas.
  - f. Entorno de la prueba: Definir dónde se realizará la prueba.
  - g. Datos a recolectar: Definir qué datos son los que se quieren recolectar para su posterior evaluación.
  - h. Contenido del informe: Definir la estructura del informe en el que se presentarán los resultados recolectados.
2. Seleccionar los participantes: Los participantes debe ser usuarios representativos, que encajen en los perfiles de usuarios definidos en la etapa anterior. Se necesitan al menos cuatro usuarios por cada perfil. Es recomendable mantener una base de datos con posibles usuarios de prueba.
3. Preparar los materiales de prueba: Preparación de la documentación necesaria para realizar la prueba, ya sean lista de tareas, cuestionarios, acuerdos de confidencialidad, manuales y cualquier documento con el que se deba contar.
4. Ejecución de prueba piloto: Antes de realizar la prueba, se recomienda realizar pruebas piloto, donde se pueda verificar el correcto funcionamiento de los implementos, además de realizar estimaciones de tiempo para las tareas y el proceso. Se recomienda realizarlas días antes de la prueba real, de modo que haya tiempo en caso de ser necesario realizar correcciones.

5. Realización de la prueba: Los participantes deben realizar uno a uno las pruebas. Existirá un encargado, el cual se comunicará con el participante, y los analistas solo se concentrarán en estudiar el proceso para obtener la información. Se debe hacer énfasis en que se está evaluando el sistema y no al usuario.

6. Análisis de las pruebas: Es la etapa final del proceso. En este punto se toman los resultados obtenidos y se analizan con el fin de obtener la información requerida. Una vez que se obtiene la información necesaria, se redacta el informe, en donde se incluye todo lo realizado en esta etapa, desde la definición del problema hasta el análisis de los resultados.

Como se explicó anteriormente, estas etapas son aplicables a todos los métodos de prueba de usabilidad. Una vez que se realiza este proceso, se han obtenido los principales problemas de usabilidad del sistema, por lo que se pueden realizar los cambios necesarios en el sistema. Los métodos de prueba de usabilidad serán analizados a continuación.

### **3.1.2.1 Focus Group**

La técnica grupos de enfoque (Focus Group), es una técnica algo informal, utilizada para ayudar a valorar las necesidades y sentimientos del usuario antes del diseño de la interfaz y después de la implementación [33]. Consiste en reunir de seis a nueve usuarios para discutir alrededor de dos horas problemas y preocupaciones sobre los aspectos de la interfaz de usuario.

Mediante esta técnica es posible obtener ideas y reacciones espontáneas del usuario [34] y observar mediante la dinámica de grupo problemas organizacionales, ya que los integrantes de un grupo de enfoque han de ser usuarios representativos del producto sometido a estudio y, por tanto, integrantes de un contexto. Aunque en la sesión no se encuentran en su propio contexto, serán sus experiencias e impresiones en el mismo y sus relaciones personales las que, conducidas por un moderador de manera formal y estructurada, proporcionarán datos y permitirán generar ideas. [35] Sin embargo, solo es posible valorar lo que los usuarios dicen que hacen y no la manera en que realmente operan con el producto, por lo que es posible que se requiera complementar con observación directa.

En el desarrollo de sistemas interactivos, el focus group no solo valora estilos de interacción o usabilidad de diseño, sino descubre qué desean los usuarios del sistema es y sentimientos del usuario antes del diseño de la interfaz y después de la implementación [33]

### **3.1.2.2 Pensando en voz alta**

La técnica denominada “Pensando en voz alta” (Think-aloud) consiste en realizar una prueba subjetiva del uso del sistema mientras los usuarios continuamente piensan en voz alta. Involucra a un usuario hablando acerca de lo que él/ella hace cuando interactúa con el producto o artefacto Web y puede aplicarse asignando a los sujetos una tarea específica [34].

El rol del experimentador durante estas sesiones de trabajo es estimular al participante a pensar en voz alta, describiendo lo que está ocurriendo, las dificultades encontradas y las razones de ciertas acciones. Esta técnica no solo permite la identificación de problemas, sino que es

especialmente útil para capturar actividades cognitivas del usuario, proporcionando información sobre sus orígenes y sobre qué mecanismos cognitivos involucran.

En el anexo B.1.2.1. Se encuentra la descripción detallada del método.

### **3.1.2.2 Interacción constructiva**

Llamado también “Aprendizaje de Iteración Constructiva” (o Co-Discovery Method). En esta técnica, dos usuarios trabajan juntos para realizar la tarea de la prueba. El co-descubrimiento permite comprobar la usabilidad de un sitio en todas las fases de su desarrollo: diseño, desarrollo del prototipo y uso final. Los participantes deben ayudarse el uno al otro, trabajando juntos para alcanzar un objetivo común usando la aplicación o sitio Web. Se pide a los participantes ejecutar las tareas y explicar en alto que es lo que ellos piensan de sus acciones y de la retroalimentación recibida del sistema. La ventaja sobre los más recientes protocolos consiste en el hecho de que la verbalización y la interacción de las dos personas trabajando en la misma tarea, comparando opiniones, pueden conducir a una mayor cantidad de información que el pensamiento de una sola persona. Esto ha sido experimentalmente verificado como parte de un estudio de investigación llevada a cabo por Lim, et. al. [36].

Esta técnica puede ser utilizada durante cualquier fase del proceso de desarrollo, es ideal para productos de trabajo colaborativo asistido por computadora (CSCW: Computer-Supported Collaborative Work) y para productos diseñados para ser utilizados por trabajadores en entornos de trabajo en equipo (CSCL-Computer support collaborative Learning, etc.).

#### **3.1.1.6 Cuestionarios**

El uso de cuestionarios (Questionnaire) en la evaluación de la usabilidad permite obtener información sobre las opiniones, deseos y expectativas de los usuarios potenciales [34]. Los cuestionarios son creados y formulados de acuerdo al conocimiento que el equipo de diseñadores considera útil para desarrollar el producto o aplicación Web. Los cuestionarios tendrán que ser rellenados por los usuarios y enviarlos de vuelta [35]. Los cuestionarios son útiles e informativos en todas las fases de diseño y desarrollo de la aplicación, pero requieren un número adecuado de usuarios de prueba para poder encontrar las preferencias subjetivas del usuario.

Los tipos de cuestionarios son explicados con detalle en el anexo B.1.2.2.

#### **3.1.1.7 Entrevistas**

Mediante las entrevistas [37] el evaluador puede preguntar a los usuarios acerca de sus experiencias y preferencias respecto de un producto o artefacto Web, solicitando que expresen sus opiniones y comentarios acerca del producto [35]. Por medio de ellas el evaluador puede darse cuenta de la satisfacción del usuario, qué características del sistema le agradan y cuáles no [38].

En general, las entrevistas son recomendadas para situaciones donde se requiere una gran flexibilidad, pero no cuando se desea generalizar a una población de usuarios, ya que no permiten la formalización requerida. Frecuentemente son usadas después de que el producto se haya

distribuido, para valorar la satisfacción del cliente con el producto, aunque también son muy útiles en etapas tempranas de desarrollo [39].

Las preguntas de una entrevista deben ser objetivas y estar bien planificadas, ya que esto es muy importante para asegurar consistencia entre entrevistas a diferentes usuarios y por diferentes entrevistadores. Las entrevistas son usadas al inicio y final de una evaluación; inicialmente para recoger información general para formar la base de un cuestionario y después del cuestionario para clarificar sus resultados y llenar vacíos. Sin embargo, no hay reglas absolutas para el uso de entrevistas. Como con muchas investigaciones de factores humanos depende de las circunstancias y el tipo de sistema que está siendo evaluado.

Los tipos de entrevista más comúnmente usados en la evaluación de usabilidad se ven reflejados en el anexo B.1.2.3:

### **3.1.2.6 Encuestas**

Esta técnica involucra la colección formal de datos sobre las impresiones subjetivas del usuario de la interfaz. Los datos son comparativamente fáciles de obtener y pueden realizarse con ellos análisis estadísticos, siempre que la encuesta haya sido diseñada apropiadamente. Muchas encuestas son longitudinales, es decir, son hechas a lo largo del tiempo de desarrollo del producto para rastrear el cambio de opinión en la población. La etapa más importante de cualquier diseño de encuesta es el muestreo. Una muestra es un subconjunto representativo de la población destino, que es seleccionada aleatoriamente, intentando garantizar que todos los componentes de la población tengan la misma probabilidad de entrar a la muestra [40].

Pueden distinguirse dos tipos de encuesta:

1. Cerradas, mediante las que se solicita al encuestado seleccionar de un conjunto de respuestas disponibles.
2. Abiertas, en las que el encuestado es libre para responder como desee. Generalmente son usadas para obtener referencias del usuario usando el sistema. Los requisitos para una aplicación exitosa de la técnica son: tener un sistema o servicio trabajando y que los participantes actualmente usen el sistema.

### **3.1.2.7 Experimentos Formales**

Consisten en experimentos controlados y medibles con usuarios de prueba. Los usuarios realizan las tareas solicitadas sobre el sistema mientras los evaluadores observan la interacción. Toda la información necesaria es almacenada para su posterior estudio, desde los archivos de video con las acciones que realiza el usuario en la interfaz hasta los videos de las reacciones del mismo durante la interacción. Así, es posible realizar un análisis estadístico de las acciones del usuario, considerando los tiempos involucrados, tasa de errores, entre otros.

El propósito de este método de prueba es la evaluación aditiva, ya que es evaluada la usabilidad íntegra del sistema en cuestión y es posible realizar comparaciones entre alternativas de diseño si se dispone de ellas. Es bastante común percibir mediciones de la usabilidad en ciertos sistemas



realizando una evaluación heurística (método de inspección presentado anteriormente), y este método de prueba.

Generalmente, un experimento formal está conformado de 3 partes: (1) cuestionario pre-test, (2) conjunto de tareas que debe realizar el usuario y (3) cuestionario post-test. La realización de cuestionarios (post-test) 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 funcionalidades evaluadas. Así, se considera muy apropiada la combinación de estos dos métodos de prueba [22].

### **3.1.2.8 Grabación de Uso**

Este método, más conocido como análisis de logs o simplemente logging, emplea una herramienta software (que debe pasar totalmente desapercibida por el usuario) que de manera automática registra todas las actividades que realiza el usuario al emplear el sistema, con el fin de analizar estos datos. Los registros de la interfaz contendrán información respecto a la frecuencia del uso de cada característica en la aplicación y el nivel de ocurrencia de diferentes eventos (por ejemplo, la aparición de ventanas con mensajes de error), de esta manera se obtendrá información detallada de la forma como los usuarios realizan su trabajo bajo circunstancias reales. Esta información permitirá determinar qué inconvenientes se están presentando con mayor frecuencia, determinar por qué se están presentando, de manera que se mejore la usabilidad del sistema realizando optimizaciones sobre características usadas frecuentemente o identificando las características que no son utilizadas o que se utilizan raramente. La estadística que muestra la frecuencia de las diversas situaciones de error y el uso de la ayuda puede utilizarse para mejorar la usabilidad del sistema (reajustando las características que causan la mayor parte de los errores y la mayoría de los accesos a la ayuda) [41].

El procedimiento para llevar a cabo este método se realiza modificando drivers del sistema como por ejemplo del ratón, del teclado o de otras partes del sistema que permitan registrar las acciones del usuario, o modificando la aplicación a evaluar. Este último método suele ser el preferido, ya que hace más fácil registrar acontecimientos de interés. Si los únicos datos disponibles son entrada de información y salida sin procesar, es mucho más difícil analizar los acontecimientos de gran interés para el uso del sistema, tal como situaciones del uso de alguna característica o de error [6].

Para la obtención de los registros (logs) es posible copiar el reporte diario de actividades de los usuarios (en caso de tener un espacio compartido para los logs), o configurar un sistema que envíe la información por correo electrónico o solicitando a los usuarios que ejecuten periódicamente un programa que envíe el archivo por correo [6].

En este método de prueba, el esfuerzo para establecer el equipamiento es alto, aunque aporta información valiosa sobre posibles problemas de usabilidad, debido a que permite conocer en detalle el uso real de las distintas funcionalidades.

### 3.1.2.9 Medida de Prestaciones

El método consiste en tomar medidas acerca del rendimiento u otro tipo de aspecto subjetivo que afecte la usabilidad del sistema, para lo que será necesario disponer bien sea del sistema ya implementado o de un prototipo que permita evaluar estos aspectos [6]. Una serie de características importantes deben ser tenidas en cuenta [6]:

- a. Se debe tener presente que el objetivo principal es mejorar la usabilidad y no la funcionalidad del sistema.
- b. La evaluación tendrá en cuenta la forma de usar el sistema y el tiempo que le toma a los usuarios desarrollar una tarea.
- c. Se sugiere aplicar este método en un laboratorio de usabilidad.

La prueba se basa en la selección de las tareas que el usuario deberá realizar para llevar a cabo la evaluación, para dicha selección deben considerarse los siguientes aspectos [6]:

- a. Tareas que demuestren problemas de usabilidad: es decir tareas en las que 14 pueden presentarse problemas potenciales de usabilidad.
- b. Tareas sugeridas por la propia experiencia: son aquellas tareas en las que los desarrolladores intuyen podría presentarse un problema.
- c. Tareas derivadas de otros criterios como, por ejemplo, las tareas que son difíciles de recuperar después de un error.
- d. Tareas que los usuarios harán con el producto: se deberían seleccionar tareas que los usuarios realizan habitualmente a fin de optimizar la usabilidad de aspectos cotidianos.

En cuanto al funcionamiento de este método, a continuación se presentan las medidas que se pueden recoger mediante su realización:

- Medidas de rendimiento: se trata de medidas cuantitativas donde se determinan el número de ciertas acciones y comportamientos, como por ejemplo, número de errores cometidos, cuántas veces es repetido el mismo error, número de veces que se recurre a la ayuda, tiempo invertido en recuperarse de errores, entre otras.
- Medidas subjetivas: son medidas cuantitativas o cualitativas respecto a percepciones de las personas, comentarios, juicios, por ejemplo, opiniones sobre la facilidad de aprendizaje, facilidad de uso, preferencias sobre versiones del producto, comentarios espontáneos, etc.

### 3.1.2.10 Método del Conductor

El método del conductor es algo diferente respecto a los métodos de prueba vistos hasta ahora en los que hay una interacción explícita entre el usuario y el evaluador (o conductor). El último trataba de interferir lo menos posible al usuario mientras realizaba la prueba. Este método de evaluación resulta ser totalmente contrario a este aspecto: el evaluador (o conductor) guía al usuario en la “dirección correcta mientras se usa el sistema”; el usuario puede preguntar al conductor todo lo que crea que sea necesario y el conductor debe resolver sus dudas [6].

Este método se centra en el usuario inexperto y el propósito del mismo es descubrir las necesidades de información de los usuarios, de tal manera que se proporcione un mejor entrenamiento y documentación al mismo tiempo que un posible rediseño de la interfaz para evitar la necesidad de preguntas [6].

### **3.1.2.11 Test Retrospectivo**

Se trata de un método que aprovecha cuando se ha realizado una grabación en vídeo del test para que el usuario lo vea y haga comentarios adicionales, de esta manera se obtiene información adicional que puede ser de gran utilidad [6].

Los comentarios del usuario mientras está revisando el vídeo son más extensos que mientras ha estado trabajando en la tarea de test y, por tanto, es posible que el evaluador pare el vídeo y pregunte al usuario con más detalle sin tener miedo de interferir con el test que esencialmente ha sido completado [6].

### **3.1.3 Métodos de Indagación**

Los métodos de indagación se conocen normalmente como métodos que se aplican en el inicio de un proyecto, pero también se pueden dar en cualquier fase o momento del proceso de diseño; “lo que define realmente un método de indagación es su naturaleza de intentar averiguar o investigar algo deduciendo o con preguntas, para establecer unos requerimientos” [23], otro autor los define como métodos en los que evaluadores de usabilidad obtienen información sobre los gustos, disgustos, necesidades de los usuarios y la comprensión que tienen sobre el sistema al hablar con ellos, observándolos usando el sistema de trabajo real (no con el propósito de las pruebas de usabilidad), o dejar que respondan a preguntas de forma oral o escrita. Los métodos de investigación incluyen la observación de campo, grupos de enfoque, entrevistas, registrando el uso real, estudio de campo proactivo y cuestionarios [24].

#### **3.1.3.1 Indagación Contextual**

La indagación contextual es un método de análisis e investigación, un proceso de descubrimiento y aprendizaje que sintetiza aspectos de investigación de contexto y etnográficos. Fue propuesto por Hugh y Holtzblatt [42] y consiste en entrevistar a personas en su propio lugar de trabajo mientras ellos ejecutan sus tareas reales. Este método involucra equipos de diseñadores conduciendo simultáneamente entrevistas (con usuarios) respecto al producto en cuestión, ellos están autorizados para interrumpir a los usuarios en cualquier momento y hacerles preguntas [43]. Una de las suposiciones fundamentales de este método es que el ambiente donde las personas trabajan influye en la manera en que se usan los productos. De este modo, este método tiene el propósito de proporcionar a los diseñadores de productos software o sitios Web, conocimiento profundo y detallado del trabajo del usuario, sus escenarios y la terminología que dichos usuarios utilizan. Estos elementos pueden entonces constituir la base del diseño.

Este método distingue dos variantes claramente diferenciadas las cuales se encuentran al detalle en el anexo B.1.3.1.

### **3.1.3.2 Indagación por Grupos**

Este método es llamado así porque, si bien los integrantes de los mismos han de ser usuarios representativos del producto sometido a estudio, y por tanto integrantes de un contexto, durante la sesión no se encuentran en dicho contexto. Aun así, van a ser sus experiencias e impresiones en el mismo y sus propias relaciones personales las que, conducidas por un moderador de manera formal y estructurada van a proporcionar datos y generar ideas [38]. Se subdividen en:

- Grupos Orientados: es probablemente uno de los métodos más conocidos y característicos, en los que la figura del moderador es fundamental y su proceder es determinante para el éxito de la sesión.
- Grupos de Debate: el moderador ya no tiene la misión de estimular y guiar la discusión sino que conduce, establece y propone los temas a tratar en las sesiones. Los usuarios debaten ideas y opciones de diseño según tres etapas básicas: crítica a la situación presente, fantasía en la generación de ideas e implementación de las mismas. Es frecuente la combinación de estas sesiones con técnicas de generación de ideas tan conocidas como la tormenta de ideas y la imaginación mental.

### **3.1.3.3 Indagación Individual**

Aunque presentan diferentes estructuras y procedimientos, el factor común de este método, y el más importante, es la formulación de preguntas efectivas [38]. Las técnicas utilizadas en este método para la colección de información más comunes son:

- Encuestas: son preguntas interactivas. No poseen un carácter estructurado ni se organizan formalmente.
- Cuestionarios: son comunes los formatos de listas de las preguntas, suponen un esfuerzo adicional por parte del usuario, para contestar y enviar de vuelta el cuestionario al evaluador.
- Entrevistas: se rigen bajo la filosofía estímulo-respuesta. Aunque no se deja de proponer hasta ahora, mecanismos para desarrollar preguntas efectivas y aplicar las técnicas de forma apropiada.

### **3.1.3.4 Indagación Participativa**

Utilizada para incluir participantes remotos en la evaluación, con el objetivo de probar un producto y donde la distancia no debe suponer un obstáculo. Es un método rentable para identificar problemas de usabilidad en productos prototipo. Anima al equipo de diseño y a usuarios a colaborar para identificar problemas de usabilidad y sus soluciones. Proporciona información cualitativa sobre las dificultades de la experiencia del usuario cuando intenta completar tareas y otros elementos de la interfaz que dan origen a problemas. Hace uso de técnicas como cuestionario o encuesta remota, sistemas computarizados de captación y colección de datos, registro del usuario, registro de uso real, informe de incidencias críticas del usuario, procedimientos mediante servicios comerciales de usabilidad, etc. para la obtención de la información.

## **3.2 Resumen de las características de los métodos estudiados**

Después de realizar la revisión literaria se realizó una comparación de todos los métodos analizando sus ventajas y desventajas, comparación que se ve reflejada en el anexo C.1.1.

En la Tabla 1 del anexo C.1.1 pueden identificarse algunas de las diferencias existentes tanto dentro de los métodos de inspección, como de los métodos de prueba y de indagación, así como también algunas de sus características comunes.

En cuanto a los métodos de inspección, se puede decir que, en ciertos aspectos, la evaluación heurística toma algunas ventajas sobre los otros métodos, principalmente por la facilidad para llevarla a cabo, lo que no se cumple para la mayoría de los otros métodos de este grupo. Para los métodos: análisis de acciones e inspección de estándares, son requeridos expertos del más alto nivel, y para los recorridos (cognitivo y pluralista) deben considerarse metodologías para la definición de tareas y ciertos entrenamientos, características que aumentan la complejidad de llevarlos a cabo. Sin embargo, las potencialidades de estos métodos de inspección no están en duda, ya que si se dispone del tiempo y de las condiciones necesarias para llevarlos a cabo, pueden obtenerse buenos resultados.

En definitiva, cada método de inspección presentado posee características que lo diferencian de los otros y lo hacen único dentro de dichas potencialidades. La evaluación heurística permite obtener la medida de la usabilidad en base a principios heurísticos, es decir, se mide la usabilidad en general (para cualquier tipo de usuario) del sistema en cuestión; los recorridos (cognitivo y pluralista) permiten la medición de la usabilidad enfocándose en el aprendizaje, es decir, en usuarios novatos; la inspección de estándares permite realizar una inspección minuciosa de la interfaz del sistema por parte de un evaluador experto, con el fin de establecer si cumple todos los puntos contemplados y definidos en un estándar determinado; finalmente, el análisis de acciones mide la usabilidad en torno a usuarios expertos. Si se dispone de poco tiempo y quiere obtenerse una buena medida de la usabilidad, la evaluación heurística y el recorrido cognitivo son las principales opciones a considerar. Si lo deseado es medir la usabilidad en torno al aprendizaje, debe invertirse cierta cantidad de tiempo y conocimientos para realizar los recorridos (cognitivo y pluralista), ya que son adecuados en este sentido. Si lo deseado es inspeccionar minuciosamente un sistema respecto a los puntos contemplados en un estándar determinado, la inspección de estándares resultaría adecuada si se cuenta con los expertos. Si se pretende medir en torno a usuarios expertos, el método análisis de acciones sería el más apropiado, con la inversión de tiempo y recursos necesarios.

De otra parte, respecto a los métodos de prueba, sus ventajas y desventajas son bastante variadas. Los métodos presentados permiten obtener información sobre la usabilidad de un sistema mediante distintas actividades, distintos costos, cantidad de usuarios, etapas de realización dentro del ciclo de desarrollo del sistema, etc.

Así, es posible establecer ciertas comparaciones entre los métodos de prueba. Los métodos de interrogación (cuestionarios y entrevistas), se constituyen como los métodos de prueba más sencillos de realizar. Sus características permiten que, con pocos recursos económicos y con una preparación que no consume demasiado tiempo, sean obtenidos resultados satisfactorios en cuanto a la usabilidad del sistema en evaluación. Estas características encuentran su contraparte al analizar el tipo de información que entregan estos métodos de prueba. Los métodos de interrogación están orientados a la obtención de información subjetiva del sistema en evaluación, rescatando, en muchos casos, información que no es posible obtener mediante otros métodos de evaluación.

Otros métodos de prueba que poseen ciertas características en común son el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva y el método del conductor. Estos 20 métodos se caracterizan porque los participantes verbalizan sus impresiones durante la interacción con el sistema, permitiendo a los evaluadores rescatar la información sobre el diseño de la interfaz del sistema, identificando los problemas de usabilidad expresados por los usuarios. El número de problemas de usabilidad que pueden detectarse con la realización de estos métodos es significativo, además de que es posible encontrar las razones de estos problemas. Todo esto, con una cantidad baja/media de usuarios. La principal desventaja en común que poseen estos métodos es que obtienen información cualitativa. Respecto a las diferencias de estos métodos, el pensando en voz alta y conductor incluye un diseño previo de las tareas que el usuario debe realizar, mientras que en la interacción constructiva esto no es necesario, ya que los participantes de la prueba exploran el sistema a la vez que verbalizan sus impresiones como en una conversación normal. Por esto, para el caso del pensando en voz alta, sus características hacen que las verbalizaciones del usuario durante la interacción interfieran en el comportamiento normal de éste, posiblemente alterando el proceso o no concentrándose en la interacción. Teniendo en cuenta lo anterior, la interacción constructiva y el método del conductor superan esta desventaja, puesto que durante su realización se establece una conversación “normal”. Sin embargo, el contra de estos dos métodos en cuanto a este tipo de conversación, es que, generalmente, no son dos usuarios los que interactúan con un sistema al mismo tiempo.

Los experimentos formales corresponden a uno de los métodos de evaluación de usabilidad más usados y reconocidos para la medición de este importante atributo. Este método al igual que la medida de prestaciones, permite obtener información cuantitativa. En este sentido, los métodos mencionados se desmarcan de otros métodos de prueba, como el pensamiento en voz alta, la interacción constructiva, la grabación del uso y el test retrospectivo. Por otro lado, los métodos de interrogación (cuestionarios y entrevistas) entregan información cualitativa y cuantitativa, pero son los experimentos formales los que obtienen de forma más completa la información cuantitativa, al ser evaluaciones en que se realizan análisis estadísticos de los problemas y acontecimientos durante la prueba. Esta es la principal razón del prestigio de los experimentos formales, junto con la buena representación de la realidad, al crear escenarios adecuados y listas de tareas adecuadas para los usuarios. El principal contra de este método, en comparación a los demás, es que necesita un número considerable de usuarios para obtener resultados satisfactorios (entre 16 y 20), un factor no menor, ya que en muchos casos la disponibilidad de usuarios se torna bastante complicada, considerando además que deben adecuarse a los perfiles de usuario definidos para la prueba.

Si bien la tabla 1 del anexo C.1.1 permite identificar las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de evaluación de usabilidad, es necesario tener en cuenta las características propias de los entornos virtuales de aprendizaje para la selección de los métodos de evaluación de usabilidad, razón por la cual en las tablas 2,3 y 4 del anexo C.1.2 se presenta un resumen comparativo entre los métodos, teniendo en cuenta aspectos que fueron usados por Solano en [7] y las sub características de la usabilidad: Intengilibilidad, aprendizaje, operabilidad, manejo de errores, estética y accesibilidad que se enmarcan en la ISO 25010 [15] y que fueron adecuadas a

los EVAs, de igual manera se consideraron los trabajos relacionados [16], [17], [18], [19], [20], [21] como parte del proceso comparativo.

Entre los métodos de inspección, los factores como: tiempo, equipamiento y nivel de los expertos, destaca a la evaluación heurística como el método más simple de realizar. Sin embargo, las características del recorrido cognitivo son muy similares a las de la evaluación heurística, salvo por el nivel de experiencia de los expertos. Teniendo en cuenta el factor antes mencionado, los métodos: inspección de estándares y análisis de acciones, se convierten en los métodos más complejos de realizar, pero hay otros factores que los benefician respecto de los demás métodos de inspección, como el tipo de datos que obtienen y la cantidad de evaluadores necesarios.

Respecto a los métodos de prueba, es destacable el distanciamiento de los métodos: experimentos formales y grabación del uso, respecto a los demás, ya que son los únicos de carácter objetivo. El tiempo, nivel de expertos y cantidad de usuarios, son factores que marcan este distanciamiento, ya que la realización de estos métodos consume una buena cantidad de tiempo, además necesita de expertos capacitados para analizar la información recolectada y la cantidad de usuarios requeridos es mayor en comparación a los otros métodos.

Las tablas 2,3 y 4 del anexo C.1.2 sirvieron no solo para realizar una comparación de los métodos, si no que al tener en cuenta qué sub características de la usabilidad evaluaba cada método se pudieron descartar algunos de ellos, esto debido a que la ISO 25010 tiene en cuenta sub características que varios métodos desde su creación no tenían en cuenta, o que lo hacen de manera muy general.

### **3.3 Selección de los MEU objeto de estudio**

De acuerdo a las tablas 2,3 y 4 del anexo C.1.2 debe recalcar que no hay un “mejor método”. Cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas, y evalúan aspectos específicos de la usabilidad, razón por la cual combinar los MEU es el mejor proceso para la evaluación de la usabilidad [29]. Al respecto de la selección de los mismos, esta está ligada directamente a factores como lo son: El tiempo, la simplicidad, tipo de resultados a obtener, fases en el ciclo de desarrollo, recursos económicos, cantidad de usuarios y de expertos, entre otros.

Debido a la existencia de un gran número de MEU, es necesario seleccionar un conjunto más reducido de ellos que den la información más adecuada respecto a la usabilidad en los EVAs que serán el objeto de estudio de la presente investigación. Para dicha selección se ha tomado el trabajo [24] como referente, el cual realiza una valoración total de utilidad de los MEU, basándose en los siguientes criterios: necesidad de formación, cercanía a la Ingeniería de Software, presencia de usuarios, aplicabilidad, aportación vs esfuerzo y representatividad. Dando a cada uno de ellos uno de los siguientes valores: Poco útil, útil y muy útil. De esta forma fueron considerados los MEU cuya valoración fue de “útil” y “muy útil” teniendo en cuenta también la información de las tablas 5, 6 y 7, y las experiencias y recomendaciones plasmadas en los trabajos de investigación relacionados.

De igual manera es importante recalcar que en la comparación realizada de los MEU existentes se tuvo en cuenta cada una de las sub características de la usabilidad según la ISO 25010, y que para la selección de los MEU que finalmente serán objeto de la presente investigación lo que se trató de hacer fue abarcar todas y cada una de estas sub características para que así la evaluación de usabilidad en EVAs sea lo más confiable, sistemática y completa posible.

### **3.3.1 Selección de los métodos de inspección**

A continuación se mencionan los métodos de inspección seleccionados como objeto de estudio de la presente investigación:

#### **✓ Evaluación heurística**

El bajo costo de implementación es la principal ventaja de la evaluación heurística, este depende directamente del número de evaluadores expertos que realicen el proceso, con un mínimo de tres expertos evaluadores se logran identificar la mayoría de problemas de usabilidad del sistema, específicamente en un EVA (objeto de estudio de la presente investigación). Así, los costes resultan mucho menores que cualquier otro método que requiera la participación de usuarios finales para llevarlo a cabo. De igual manera el grado de aportación de usabilidad frente al esfuerzo es alto, esto debido a que el esfuerzo no es el mayor y las mejoras en la usabilidad que pueden llegar a obtenerse son notables.

El conjunto seleccionado de heurísticas utilizado en la evaluación heurística juega un papel muy importante dentro de la misma, esto debido a que dependiendo de la experiencia de los evaluadores, se podrían necesitar heurísticas más específicas, con el fin de aminorar la probabilidad de ignorar problemas específicos del dominio.

Así, este MEU fue elegido ya que es el método de inspección más popular, debido a su facilidad y rapidez de realización [44]. Este puede ser realizado en distintas etapas de desarrollo de un sistema software, razón por la cual no es necesaria una versión final del EVA, aunque el método es simple, los problemas no necesariamente son fáciles de encontrar, siempre dependiendo de la cantidad y nivel de los evaluadores. Es bastante eficiente, pero no es un método tan exhaustivo como para encontrar todos y cada uno de los problemas de usabilidad del sistema en evaluación [38].

#### **✓ Recorrido Cognitivo**

Ha sido seleccionado este método de inspección debido a que este se concentra en aspectos importantes como lo son: Soporte del sistema para que el usuario cumpla su objetivo [22], retroalimentación del sistema [45] y la forma en que el sistema entrega indicadores para realizar cierta tarea [2]. De igual manera este MEU está centrado en un tema importante dentro de la usabilidad, que es la carga cognitiva que se impone al usuario durante el uso del sistema, tema que dentro de los EVAs es de vital importancia ya que de él depende en gran medida que tan efectivo es el aprendizaje que se obtiene al usar dicho EVA. Al igual que en la evaluación heurística, este método puede ser usado en diferentes etapas del desarrollo de un sistema software.



La formación de los evaluadores debe ser alta, esto debido a que se requiere tener conocimientos amplios sobre aspectos cognitivos. Así, el coste de aplicación es alto y la aportación de usabilidad es importante, lo que hace que el grado de aportación frente al esfuerzo es medio.

Los MEU: recorrido pluralista, inspección de estándares y análisis de acciones, no son considerados en esta investigación. Teniendo en cuenta la información de la Tabla 3, el recorrido pluralista no es considerado porque resulta poco práctico para simular (en papel u otros materiales) las posibles acciones del usuario, además de que para su ejecución resulta complicado agrupar tantos participantes para una sola sesión. La inspección de estándares no es considerada porque requiere evaluadores con un amplio conocimiento de estándares (nivel de formación alto) y además, porque no tiene en cuenta la funcionalidad de las acciones a evaluar. El análisis de acciones no fue seleccionado principalmente porque requiere de expertos del más alto nivel, lo cual para la mayoría de las organizaciones resulta costoso conseguir. La inspección formal de igual manera fue descartada debido a que necesita de un amplio equipo de evaluadores con altos conocimientos, lo que hace que el coste de implementación sea elevado, de igual manera su despliegue requiere varias reuniones que hacen que su duración sea mayor.

### **3.3.2 Selección de los métodos de prueba.**

A continuación se mencionan los métodos de inspección seleccionados como objeto de estudio de la presente investigación:

#### **✓ Experimentos formales**

Este método de prueba fue seleccionado porque es bastante utilizado y reconocido como método de medición de la usabilidad, además, porque su realización produce datos objetivos, primarios y cuantitativos (de distintos niveles de complejidad) que pueden ser estadísticamente analizados [22]. El grado de esfuerzo para realizar este método es alto por el coste que supone montar un laboratorio de usabilidad o una instalación con características similares, sin embargo, el aporte de usabilidad es significativo ya que es posible evaluar directamente a los actores que intervienen en un EVA desde cada una de sus posiciones dentro del mismo, y al ser un EVA un sistema con menor grado de complejidad en su uso que otro tipo de sistemas el coste de montar un laboratorio de usabilidad se disminuye considerablemente.

La necesidad de formación para realizar este método de prueba es media, puesto que debe tenerse cierto entrenamiento (pero no excesivo) para aprender la mecánica de las pruebas. Su aplicabilidad es alta, ya que puede ajustarse para evaluar diferentes sistemas software interactivos.

#### **✓ Cuestionarios y entrevistas**

Estos métodos de indagación fueron seleccionados principalmente porque son simples y económicos, además de que proporcionan información (cualitativa y cuantitativa) relacionada a la satisfacción subjetiva del

usuario y pueden emplearse en cualquier etapa del ciclo de desarrollo. Debido al carácter flexible de las entrevistas, puede indagarse más profundamente a los usuarios con el fin de obtener información complementaria. De igual manera un docente o un alumno que son los usuarios finales de los EVAs pueden ser objeto de evaluación y aplicarlo en ellos no resulta una tarea compleja.

Las entrevistas y cuestionarios tienen una aplicabilidad alta, puesto que son útiles para evaluar todo tipo de sistema. La necesidad de formación es importante sin resultar excesiva (nivel medio). El esfuerzo de elaboración, distribución y análisis de los resultados es considerable, sin embargo, permiten identificar un número importante de problemas de usabilidad, por lo que el grado de aportación frente al esfuerzo es medio.

#### ✓ **Interacción constructiva**

Este método de prueba fue seleccionado porque permite identificar un buen número de problemas de usabilidad, encuentra las razones por las que ocurren los problemas y puede ser aplicado en diferentes etapas del ciclo de desarrollo. Además, la interacción constructiva soluciona las desventajas del método: pensando en voz alta, puesto que dos participantes expresan sus impresiones de forma más natural, conversando entre sí. Teniendo en cuenta que los docentes y los estudiantes son los actores principales dentro de un EVA, sería interesante realizar una interacción constructiva entre ellos, que contribuya a una mejor evaluación de usabilidad de un EVAs teniendo en cuenta la posición de cada uno de ellos y las funciones que estos pueden realizar desde su rol.

La interacción constructiva tiene una aplicabilidad alta, puesto que sirve para evaluar diferentes sistemas interactivos, sin embargo, la interacción de los participantes no representa el uso de algunos sistemas en condiciones normales. La necesidad de formación es importante sin resultar excesiva (nivel medio). La aportación de usabilidad por parte de este método es importante, pero el coste de aplicación es alto (dado que necesita un número doble de participantes), por lo que el grado de aportación frente al esfuerzo es medio.

#### ✓ **Método del conductor**

Este método de prueba fue seleccionado porque está enfocado en descubrir las necesidades de información de los usuarios en el sistema, detecta las razones por las que ocurren los problemas y puede emplearse en cualquier etapa del ciclo de desarrollo. Este método de evaluación es similar a la interacción constructiva, la diferencia está en que no interactúan dos usuarios sino un evaluador y un usuario, por lo que también se da una conversación natural donde las intervenciones del evaluador son controladas, de igual manera que en el método anterior la interacción de un experto en usabilidad con cada uno de los actores que participan en un EVA puede vislumbrar necesidades que se presentan desde varios puntos de vista.

El método del conductor tiene alta aplicabilidad, ya que puede emplearse para evaluar diferentes sistemas interactivos, sin embargo, se pierde el grado de

representación de la realidad ya que los sistemas evaluados no son comúnmente usados en compañía de una persona guía. La necesidad de formación es importante sin resultar excesiva (nivel medio). La aportación de usabilidad por parte de este método es importante, y el coste de aplicación es medio, por lo que el grado de aportación frente al esfuerzo es medio.

Los MEU: pensando en voz alta, grabación del uso, medida de prestaciones y test retrospectivo, no son considerados en esta investigación. Con base en la información de la Tabla 3, el pensamiento en voz alta no es considerado porque interfiere en la conducta normal del usuario, lo cual influye en la interacción con el sistema. La grabación del uso no es considerada porque su realización requiere un nivel de formación alto por parte de los evaluadores, el esfuerzo para establecer el equipamiento es alto, y además, es especialmente indicado sólo para analizar sitios web (nivel de aplicabilidad bajo). La medida de prestaciones no fue seleccionada a causa de que no asegura que lo medido está relacionado con la meta de usabilidad que se investiga, no obtiene información subjetiva (opiniones, actitudes, satisfacción), además, el ambiente utilizado no es natural para el usuario, por lo que puede sesgar la actuación del mismo. El test retrospectivo no fue seleccionado principalmente porque demora como mínimo el doble de tiempo necesario que con cualquier otro método.

Después de hacer la selección de los métodos que conformaran la combinación de métodos para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje, el paso a seguir consiste en hacer la especificación de cada uno de los métodos para así aplicarlos independientemente en el mismo entorno virtual de aprendizaje, y así evaluar los resultados de cada uno de los métodos para construir finalmente la guía con la combinación de los mismos.

### **3.4 Especificación de los MEU objeto de estudio**

En el anexo C.1 se presenta el procedimiento y los resultados obtenidos en el proceso de especificación y aplicación de los MEU objeto de estudio en la presente investigación, inicialmente se plantea el proceso para cada uno de ellos, seguido de los requerimientos necesarios para su aplicación, la etapa en el proceso de desarrollo en las que pueden ser aplicados, los participantes y las actividades generales y específicas que componen cada uno de ellos.

### **3.5 Ejecución de los métodos objeto de estudio**

A continuación se presenta la información recolectada a partir de la ejecución y análisis de resultados de los métodos de evaluación de usabilidad objeto de estudio sobre entornos virtuales de aprendizaje, el análisis de resultados se hace con base en un conjunto de métricas definidas a continuación.

### 3.5.1 Definición de métricas

Para el análisis de los resultados arrojados por la ejecución de los MEU objeto de estudio sobre EVAs se hace necesario definir un conjunto de métricas que permitan medir de forma específica dichos resultados, para ello se hizo un análisis de la literatura existente y se decidió usar las métricas planteadas dentro de la investigación [46] en la que se definen las siguientes métricas que se encuentran agrupadas en distintas características como se muestra en la tabla 2.

*Tabla 2. Descripción de las métricas a considerar en el análisis de los resultados de los MEU. Tomada de [46].*

<b>Métrica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Característica: Detectar problemas de usabilidad</b>		
<b>Cantidad total de problemas identificados (CTP)</b>	Corresponde a la cantidad de problemas de usabilidad encontrados en el EVA	Cuanto más problemas de usabilidad sean detectados, el valor de la métrica se acerca más a 1
<b>Cantidad de problemas críticos(CPC)</b>	Corresponde a la cantidad de problemas críticos identificados en el EVA	Cuanto más problemas críticos sean detectados, el valor de la métrica se acerca más a 1
<b>Cantidad de problemas frecuentes(CPF)</b>	Corresponde a la cantidad de problemas frecuentes identificados en el EVA	Cuanto más problemas frecuentes sean detectados, el valor de la métrica se acerca más a 1
<b>Característica: Tiempo</b>		
<b>Tiempo empleado para completar la etapa de planeación(TEP)</b>	Corresponde al tiempo empleado para completar la etapa de planeación	Cuanto menos tiempo sea empleado para realizar las actividades de la etapa de planeación, mejor. Habría que definir: $TEP_c = 1 - TEP$ , para definir relación: menor (tiempo) - mayor(valor)
<b>Tiempo empleado para completar la etapa de ejecución(TEE)</b>	Corresponde al tiempo empleado para completar la etapa de planeación	Cuanto menos tiempo sea empleado para realizar las actividades de la etapa de ejecución mejor. Habría que definir: $TEE_c = 1 - TEE$ , para definir relación: menor (tiempo) - mayor(valor)
<b>Tiempo para completar el análisis de resultados(TEA)</b>	Corresponde al tiempo empleado para completar el análisis de resultados	Cuanto menos tiempo sea empleado para analizar los resultados, mejor. Habría que definir: $TEA_c = 1 - TEA$ , para definir relación: menor (tiempo) - mayor(valor)

Cabe destacar que aunque no se encuentren dentro de la tabla 2, las métricas *Cantidad de Usuarios* y *Cantidad de Implicados* proporcionan evidencias positivas cuando en el método participan un número mayor o igual al establecido en la especificación de cada uno de los métodos, de igual manera, la métrica *Experiencia (en años) de expertos/evaluadores* proporciona evidencias positivas entre más alta sea, pues influye directamente en la cantidad y calidad de los resultados obtenidos en la ejecución de los métodos de evaluación .

### 3.5.2 Normalización de las métricas.

Una vez realizado el proceso de medición (por cada área de aplicación), los valores de las métricas no están entre 0 y 1 (exceden a 1). Por tal razón, conviene utilizar una *tabla de normalización* para llevar las medidas a una escala de valores entre 0 y 1, y luego hacer el respectivo análisis e interpretación de los resultados. Así, para la elaboración de las *tablas de normalización* de las métricas correspondientes a las características: *detección de problemas de usabilidad* y *tiempo*, la Tabla 3 presenta un ejemplo de esquema de *tabla de normalización*.

Tabla 3. Ejemplo de esquema de tabla de normalización.

<b>Clasificación del valor obtenido de la métrica</b>	<b>Calificación a asignar para normalizar</b>
$V\_met > A$	0,99
$B < V\_met \leq A$	0,9
$C < V\_met \leq B$	0,8
$D < V\_met \leq C$	0,7
$E < V\_met \leq D$	0,6
$F < V\_met \leq E$	0,5
$G < V\_met \leq F$	0,4
$H < V\_met \leq G$	0,3
$I < V\_met \leq H$	0,2
$J < V\_met \leq I$	0,1
$V\_met \leq J$	0,01

En la Tabla 3 los valores A y J son el máximo y mínimo de la distribución, respectivamente. Para las métricas que pertenecen a la característica *detección de problemas de usabilidad*, el número de intervalos es establecido siguiendo algunas pautas definidas en [47]: en primer lugar, son identificados los valores máximo y mínimo de la distribución, y en segundo lugar, estos valores se restan y es buscado un número entero mayor que la diferencia el cual sea divisible por el número de intervalos que se desean establecer (en este caso 7, correspondiente al número de MEU objeto de estudio). Además, las *tablas de normalización* toman como valores de referencia (valores máximos) la cantidad de problemas detectados (críticos y frecuentes) en la evaluación heurística. Este método de evaluación es la base de comparación para el análisis de los métodos de prueba debido a que es uno de los métodos más eficientes y utilizados [48]. De esta manera, en la Tabla 9 el valor A puede ser la cantidad total de problemas identificados en la evaluación heurística, cantidad de problemas críticos o cantidad de problemas frecuentes, según la métrica a normalizar.

Para el caso de las métricas correspondientes a la característica *tiempo* también fueron consideradas las pautas definidas en [47] para establecer el número de intervalos (entre 11 y 15). Es importante resaltar que la medida de las métricas correspondientes a la característica *tiempo* es una aproximación, puesto que el tiempo para completar las actividades que conforman los MEU puede variar según el número de evaluadores y usuarios que participen en el proceso de evaluación, número de funcionalidades a evaluar, número de tareas diseñadas para los usuarios, entre otros factores. El tiempo en las actividades que son realizadas varias veces (como por ejemplo: la presentación de una prueba, la realización de tareas en el sistema por parte de los usuarios, la realización de preguntas para obtener información adicional, entre otras) corresponde al tiempo promedio que demora el *evaluador supervisor* o *usuario(s)* realizando la actividad en cuestión [46].

### **3.5.3 Entorno Virtual de Aprendizaje objeto de estudio**

Para el presente trabajo investigativo se ha tomado como entorno virtual de aprendizaje objeto de estudio la unidad académica virtual y a distancia, la cual hace parte de los modelos educativos ofertados por la Fundación Universitaria de Popayán, a continuación se hace la descripción de la misma.

La Unidad Académica Virtual y a Distancia UNIVIDA de la Fundación Universitaria de Popayán, es un área reconocida por su desempeño en los campos de la educación virtual y a distancia, y la proyección social, generando programas acorde a las necesidades regionales, nacionales e internacionales. Para ello, el desarrollo de los procesos está fundamentado en un marco de estándares de calidad internacional, que respondan a las necesidades educativas establecidas por el Ministerio de Educación Nacional y los entes certificadores.

UNIVIDA es una unidad que está soportada por la herramienta de gestión de aprendizaje MOODLE, la cual es de distribución abierta, escrita en PHP. Está concebida para ayudar a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea, Moodle es usada en educación a distancia, clase invertida y diversos proyectos de e-learning en escuelas, universidades, oficinas y otros sectores. La versión más reciente es la 3.5.

Moodle fue creado por Martin Dougiamas, quien fue administrador de WebCT en la Universidad Tecnológica de Curtin. Basó su diseño en las ideas del constructivismo en pedagogía que afirman que el conocimiento se construye en la mente del estudiante en lugar de ser transmitido sin cambios a partir de libros o enseñanzas, y en el aprendizaje cooperativo. Un profesor que opera desde este punto de vista crea un ambiente centrado en el estudiante que le ayuda a construir ese conocimiento con base en sus habilidades y conocimientos propios en lugar de simplemente publicar y transmitir la información que se considera que los estudiantes deben conocer.

Las características de Moodle son especificadas en el anexo E.1:

### **3.5.4 Evaluaciones realizadas**

#### **3.5.4.1 Condiciones de evaluación**

- El entorno virtual de aprendizaje UNIVIDA corresponde a la versión final y en funcionamiento del mismo.

- El *representante de la organización* brindó toda la información necesaria y mantuvo constante atención a las actividades realizadas por el *evaluador supervisor*.
- En la ejecución de los MEU el grupo de evaluadores estuvo conformado básicamente por investigadores de distintos temas relacionados con el área de usabilidad y/o TDi.
- Los usuarios que participaron en los métodos de prueba tienen entre 17 y 40 años de edad, con experiencia en el uso de tecnologías de la información.
- El lugar donde fueron realizadas las evaluaciones (Sala de cómputo FUP) es de fácil acceso para los participantes del proceso. La sala de cómputo ofrece condiciones óptimas (de infraestructura hardware y software, iluminación, muebles) para la realización de las actividades individuales y grupales.
- El encargado de realizar las pruebas con usuarios fue el *evaluador supervisor*, por lo cual otros evaluadores no participaron en el proceso de observación de las acciones de los usuarios en las aplicaciones evaluadas.
- Las pruebas con usuarios fueron grabadas y luego distribuidas a los evaluadores, lo cual ayudó en su posterior análisis puesto que no se pierde información.

#### **3.5.4.2 Métodos de inspección**

Para la evaluación heurística 5 evaluadores expertos realizaron la inspección de la interfaz del EVA objeto de estudio, basándose en 10 principios heurísticos creados por [49], Este método ha permitido identificar una serie de problemas mayores y menores en el EVA objeto de estudio. Los cuales atentan contra la facilidad de uso, y por lo tanto, con el buen aprovechamiento que los EVAs puedan tener. En general, el nivel de criticidad de los problemas es alto, un buen número de problemas (15 de 20) fueron calificados, en promedio, con notas mayores a 6 (en una escala de 0 a 8), y 5 de los 20 problemas detectados fueron calificados con notas inferiores a 6, las actividades realizadas para ejecutar dicho método se ven reflejadas en el anexo E.1.1.1.

Para el recorrido cognitivo 5 evaluadores expertos realizaron una serie de tareas con el fin de comprobar si las interfaces son adecuadas para los usuarios. Este método ha puesto en evidencia 13 problemas de usabilidad directamente relacionados con la facilidad de aprendizaje y de uso en el EVA objeto de estudio, de los cuales 7 también fueron identificados como problemas críticos en la evaluación heurística. Los problemas detectados revelan que los usuarios reales tomarán más tiempo del estimado para realizar las tareas sugeridas en la evaluación. De igual forma, los usuarios necesitarían en algunas situaciones ayuda y/o asesoría de otras personas para completar las tareas satisfactoriamente. En ese sentido, los evaluadores estimaron que la experiencia de los usuarios respecto al uso e interacción con las aplicaciones evaluadas será medianamente satisfactoria. Todas las actividades realizadas para la ejecución del presente método se encuentran especificadas en el anexo E.1.1.2.

#### **3.5.4.3 Métodos de prueba**

Para los experimentos formales se usaron con 10 usuarios representativos del sistema, a los cuales se les definió un escenario para ejecutar 3 tareas planteadas. La ejecución de este método permitió identificar 16 problemas de usabilidad en el EVA objeto de estudio, entre los cuales fueron confirmados 9 de los 15 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística.

Los cuestionarios fueron realizados luego de llevar a cabo los experimentos formales, por lo cual el número de usuarios que diligenciaron los cuestionarios antes (pre-test) y después (post-test) de los experimentos es 10 (mismo número de usuarios que participaron en los experimentos formales), una cifra aceptable para obtener conclusiones sobre la percepción subjetiva de los usuarios. Los cuestionarios 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 consistencia y control sobre el EVA, sin embargo, consideran que el diseño de este puede mejorarse para aumentar significativamente la productividad y satisfacción al usarlo.

El método interacción constructiva fue realizado por un conjunto de 5 evaluadores y 10 usuarios que se adecuan al perfil de usuario definido, por lo que, debido a la naturaleza de la prueba, fueron realizadas 5 interacciones constructivas. Previa firma del acuerdo de confidencialidad, las parejas de usuarios exploraban libremente las funcionalidades de las aplicaciones de TDi, al mismo tiempo que intercambiaban sus impresiones a viva voz. Los sucesos ocurridos durante las pruebas fueron grabados (previa autorización de los usuarios) y distribuidos entre los evaluadores para su posterior análisis. El desarrollo de este método de prueba permitió identificar 16 problemas de usabilidad, entre los cuales fueron confirmados los 12 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística. La interacción constructiva permitió identificar problemas en distintas partes de los EVAs, por lo que este método resulta apropiado para evaluar un EVA de forma global.

El método del conductor fue realizado por un conjunto de 4 evaluadores y 8 usuarios representativos que se adecuan al perfil de usuario definido. Previa firma del acuerdo de confidencialidad, los usuarios realizaron las tareas indicadas por el conductor sobre el EVA (con escenario de uso preestablecido). Los sucesos ocurridos durante la prueba fueron grabados (previa autorización de los usuarios) y distribuidos entre los evaluadores para su análisis (cada evaluador analizó 2 registros). La ejecución de este método permitió identificar 14 problemas de usabilidad en las funcionalidades estudiadas, entre los cuales fueron confirmados 8 de los 12 problemas más críticos identificados en la evaluación heurística.

Las entrevistas fueron realizadas luego de que los usuarios interactuaron con las aplicaciones mediante el método interacción constructiva. Así, fueron 10 los usuarios entrevistados (mismo número de usuarios que participaron en la interacción constructiva), con el fin de obtener información de su percepción acerca de distintos aspectos de los EVAs. Las entrevistas aunque identificaron algunos problemas de usabilidad que se evidenciaron en otros métodos aplicados yo representaron un gran aporte con respecto a los otros métodos.

### **3.5.4.3 Resumen de la ejecución de los métodos**

En la tabla 4 se presenta el resumen de la ejecución de los métodos de inspección y de prueba en EVA.



Tabla 4. Resumen de la ejecución de los métodos de inspección y de prueba en EVA.

MEU	Número Evaluadores	Número Usuarios	Problemas Encontrados	Problemas Críticos	Problemas diferentes a los encontrados en la evaluación heurística
Evaluación Heurística	5	0	20	15	NA
Recorrido Cognitivo	5	0	13	6	3
Experimentos formales	5	10	14	9	4
Interacción Constructiva	5	10	18	12	4
Método del conductor	4	8	13	8	3
Cuestionarios	5	10	0	0	0
Entrevistas	5	10	8	3	0

### 3.5.5 Análisis de Resultados

#### 3.5.5.1 Característica: Detección de problemas de usabilidad

#### Métrica: Cantidad total de problemas identificados (CTP)

La tabla 5 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CTP. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la evaluación heurística.

Tabla 5. Tabla de normalización propuesta para la métrica CTP

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
$V_{met} > 20$	0,95
$17 < V_{met} \leq 20$	0,8
$14 < V_{met} \leq 17$	0,65
$11 < V_{met} \leq 14$	0,5
$8 < V_{met} \leq 11$	0,35
$5 < V_{met} \leq 8$	0,2
$2 < V_{met} \leq 5$	0,05
$V_{met} \leq 2$	0,01

Con base en la información de la Tabla 5, la Tabla 6 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

Tabla 6. Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

MEU	CTP	CTP Normalizada
-----	-----	-----------------

Evaluación Heurística	20	0,8
Recorrido Cognitivo	13	0,5
Experimentos formales	14	0,65
Interacción Constructiva	18	0,8
Método del conductor	13	0,5
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	8	0,2

El MEU con los valores más altos respecto a la métrica CTP es evaluación heurística. Mediante la evaluación heurística fue identificado el mayor número de problemas de usabilidad, esto considerando que el EVA evaluado es un prototipo final y en funcionamiento, razón por la cual fue identificada una cantidad significativa de problemas. Por otro lado, los métodos de evaluación con los valores más bajos son los cuestionarios y entrevistas. Esto obedece a que en dichos métodos las preguntas planteadas están orientadas a obtener información acerca de la satisfacción subjetiva de los usuarios, con lo cual la cantidad de problemas de usabilidad identificados se reduce significativamente. Mediante la ejecución de los cuestionarios no fueron identificados problemas de usabilidad, sin embargo, se obtuvo una serie de cálculos estadísticos con base en las respuestas de los usuarios los cuales están relacionados a la satisfacción subjetiva de los mismos, resultados que no dejan de ser relevantes.

### Métrica: Cantidad de problemas críticos (CPC)

La tabla 7 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CPC. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la evaluación heurística.

Tabla 7. *Tabla de normalización propuesta para la métrica CPC*

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
$V_{met} > 14$	0,95
$11 < V_{met} \leq 14$	0,8
$8 < V_{met} \leq 11$	0,6
$5 < V_{met} \leq 8$	0,4
$2 < V_{met} \leq 5$	0,2
$V_{met} \leq 2$	0,01

Con base en la información de la Tabla 7, la Tabla 8 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

Tabla 8. *Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.*

MEU	CPC	CPC Normalizada
-----	-----	-----------------

Evaluación Heurística	15	0,95
Recorrido Cognitivo	7	0,4
Experimentos formales	9	0,6
Interacción Constructiva	12	0,8
Método del conductor	8	0,4
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	3	0,01

### Métrica: Cantidad de problemas frecuentes (CPF)

La tabla 9 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CPC. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la evaluación heurística.

Tabla 9. Tabla de normalización propuesta para la métrica CPF.

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
$V_{met} = 12$	1
$10 < V_{met} < 12$	0,84
$8 < V_{met} \leq 10$	0,67
$6 < V_{met} \leq 8$	0,5
$4 < V_{met} \leq 6$	0,33
$2 < V_{met} \leq 4$	0,16
$V_{met} \leq 2$	0,01

Con base en la información de la Tabla 9, la Tabla 10 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

Tabla 10. Medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

MEU	CPF	CPF Normalizada
Evaluación Heurística	12	1
Recorrido Cognitivo	6	0,33
Experimentos formales	6	0,33
Interacción Constructiva	8	0,5
Método del conductor	10	0,67
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	3	0,16

### 3.5.5.1 Característica: Tiempo

Tabla 11. Clasificación del valor obtenido de la métrica TEP (mins)

Clasificación del valor obtenido de la métrica(mins)	Calificación a asignar para normalizar
Tiempo_Actividades > 350	0,99
315 < Tiempo_Actividades <= 350	0,9
280 < Tiempo_Actividades <= 315	0,8
245 < Tiempo_Actividades <= 280	0,7
210 < Tiempo_Actividades <= 245	0,6
175 < Tiempo_Actividades <= 210	0,5
140 < Tiempo_Actividades <= 175	0,4
105 < Tiempo_Actividades <= 140	0,3
70 < Tiempo_Actividades <= 105	0,2
35 < Tiempo_Actividades <= 70	0,1
0 < Tiempo_Actividades <= 35	0,01

### Métrica: Tiempo empleado para completar la etapa de planeación (TEP)

Tabla 12. Resumen métrica TEP para cada método.

MEU	TEP (Mins)	TEP Normalizada	Complemento a TEP
Evaluación Heurística	350	0,9	0,1
Recorrido Cognitivo	270	0,7	0,3
Experimentos formales	315	0,8	0,2
Interacción Constructiva	110	0,3	0,7
Método del conductor	165	0,5	0,5
Cuestionarios	90	0,2	0,8
Entrevistas	50	0,1	0,9

Los MEU con los valores más altos respecto a la métrica TEP son los cuestionarios y entrevistas, los cuales son métodos de interrogación que no necesitaron una extensa preparación. Los métodos con los valores más bajos son la evaluación heurística y experimentos formales, puesto que la *etapa de planeación* incluye un mayor número de actividades en comparación a la de los demás MEU objeto de estudio. La preparación de la evaluación heurística empleó un menor tiempo en comparación a los experimentos formales; en la evaluación heurística fue necesario un acercamiento a los EVAs y sus principales características, y los principios de usabilidad aplicados al caso, mientras que en los experimentos formales fue necesario un diseño de tareas detallado que incluye criterios de éxito y fracaso, tiempos máximos, entre otra información.

**Métrica: Tiempo empleado para completar la etapa de ejecución (TEE)***Tabla 13. Resumen métrica TEE para cada método.*

MEU	TEE (Mins)	TEE Normalizada	Complemento a TEP
Evaluación Heurística	175	0,4	0,6
Recorrido Cognitivo	100	0,2	0,8
Experimentos formales	20	0,01	0,99
Interacción Constructiva	55	0,1	0,9
Método del conductor	35	0,01	0,99
Cuestionarios	25	0,01	0,99
Entrevistas	70	0,1	0,9

Los MEU con los valores más altos respecto a la métrica TEE son: cuestionarios, método del conductor y experimentos formales, por lo cual el tiempo promedio que invierte el *evaluador supervisor, evaluadores expertos y usuarios* realizando las actividades de la *etapa de ejecución* de dichos métodos, es reducido. Los cuestionarios tienen valores altos en esta métrica pues disponen de la información inmediatamente, por lo que rápidamente pueden hacerse los análisis estadísticos necesarios de las respuestas de los usuarios y sacar conclusiones. Por otro lado, el método más demorado en la etapa de ejecución fue la evaluación heurística. Este método, a pesar de ser calificado como simple para desarrollar, necesita de un período de tiempo considerable para que los evaluadores inspeccionen el EVA tranquilamente. A esto se suma que la inspección del EVA incluye fases de trabajo individual y grupal.

**Métrica: Tiempo para completar el análisis de resultados (TEA)***Tabla 14. Resumen métrica TEA para cada método.*

MEU	TEA (Mins)	TEA Normalizada	Complemento a TEA
Evaluación Heurística	140	0,3	0,7
Recorrido Cognitivo	70	0,1	0,9
Experimentos formales	200	0,5	0,5
Interacción Constructiva	100	0,2	0,8
Método del conductor	100	0,2	0,8
Cuestionarios	100	0,2	0,8
Entrevistas	70	0,1	0,9

Con relación a la métrica TEA, los MEU con los valores más altos son: entrevistas, y recorrido cognitivo. Esto indica que en dichos métodos el tiempo promedio invertido por los evaluadores analizando e interpretando la información (grabaciones en el caso de las entrevistas, cuestionarios diligenciados y consolidado de resultados, y anotaciones en los documentos guía en el caso del recorrido cognitivo) fue relativamente

bajo. Lo anterior también obedece a que la información recolectada fue distribuida, en la medida de lo posible, en partes iguales entre los evaluadores que participaron en el proceso. Por otro lado, en los experimentos formales (método más demorado respecto al análisis de resultados) los evaluadores invirtieron una cantidad de tiempo significativa analizando e interpretando la información recolectada (como: grabaciones, cálculos estadísticos con base en las acciones de los usuarios, documentos guía diligenciados, entre otra).

### **3.6 Construcción de la guía para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje**

Teniendo en cuenta los datos obtenidos al aplicar cada uno de los MEU de manera individual en el EVA Moodle de UNIVIDA en la Fundación Universitaria de Popayán se realizó la construcción de la guía combinando los MEU mencionados anteriormente, dicha combinación se realizó extrayendo de cada uno de ellos los aspectos que se consideraron más importantes y de mayor aporte a la evaluación de usabilidad en EVA, los cuales se describen a continuación.

Siguiendo con la construcción de la guía y basándose en los resultados obtenidos al aplicar los MEU de manera individual, se decidió que una parte de la guía abarque una evaluación realizada exclusivamente por evaluadores expertos, esto debido a que la evaluación heurística se consolidó como el método que mayor número de problemas de usabilidad encontró en su ejecución, de la misma manera la experiencia de los evaluadores expertos es un aspecto muy importante a tener en cuenta, ya que mediante ella, la evaluación se realiza teniendo en cuenta criterios que muy probablemente no son tenidos en cuenta por usuarios representativos del sistema. De otra parte se decidió realizar una evaluación exclusiva para usuarios representativos del sistema, para así tener en cuenta la interacción que tienen ellos con el EVA objeto de la evaluación. De esta manera se pretende tener una guía que realice una evaluación exhaustiva y profunda de la usabilidad en EVA.

Debido a que cada uno de los métodos seleccionados fueron aplicados bajo tres etapas de desarrollo, las cuales son planeación, ejecución y análisis de resultados, se decidió conservar dichas etapas dentro de la presente guía, esto con el fin de darle un mejor orden a la misma y de alguna manera hacerla más fácil de seguir y de ejecutar por cada uno de los participantes de la evaluación, sin embargo se definieron actividades previas a estas etapas para que llegado el momento de ejecutar dichas etapas estén dadas todas las condiciones para iniciar con ellas. Dicho esto fueron definidos cinco módulos que conforman la guía, cada uno de ellos con una función diferente y con una serie de pasos que dan indicaciones explícitas a los participantes de la evaluación.

Para completar cada uno de los pasos planteados dentro de la guía se vio la necesidad de crear documentos anexos a la guía que permitan a cada uno de los participantes generar entregables de las actividades que están realizando, así como facilitar el proceso de evaluación, cada uno de estos documentos y formatos anexos indican al participante de la evaluación como debe diligenciarlos de manera clara y concreta, para que así la evaluación se realice

A continuación son descritos cada uno de los módulos que conforman la guía con los pasos que los componen y las razones por las cuales fueron seleccionados para conformar la presente guía para la evaluación de la usabilidad en EVA.

## **Módulo I. ACTIVIDADES PREVIAS EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR EL REPRESENTANTE DE LA ORGANIZACIÓN.**

El primer paso para construir la guía fue establecer los roles de los participantes que van a intervenir dentro de la guía para realizar la evaluación, como la guía pretende realizar una evaluación profunda y completa de usabilidad se definieron 4 roles dentro de la misma, estos 4 roles son comunes en varios de los métodos aplicados individualmente y fueron elegidos intentando abarcar una evaluación hecha por evaluadores expertos de usabilidad y usuarios representativos de este tipo de sistemas (EVA), para que la evaluación tenga en cuenta todos los puntos de vista posibles, de igual manera dentro de los roles que se definen dentro de la guía se incluyó un representante de la organización con el conocimiento del funcionamiento del EVA, esto con el fin de que la evaluación esté mucho más cerca de la organización dueña del EVA, por último se decidió agregar a un evaluador supervisor que sea el encargado de dirigir la evaluación, que supervise y siga todos los pasos que componen la guía, cada uno de estos roles se describen a continuación:

- *Evaluador supervisor:* persona encargada de dirigir la evaluación de usabilidad; asume el rol de moderador en las sesiones grupales de la evaluación.
- *Evaluadores expertos:* son los participantes más importantes de la evaluación, ya que influyen directamente en los resultados y son los encargados de realizar las actividades. El grupo debe estar conformado entre 3 - 5 evaluadores, se recomienda que tengan entre 3 y 5 años de experiencia en el tema de evaluación de usabilidad y conocimiento acerca del dominio del EVA a evaluar.
- *Representante de la organización:* persona de la organización que tiene conocimiento acerca del EVA a evaluar. Es un participante importante, pero no necesariamente obligatorio.
- *Usuarios:* usuarios representativos del EVA a evaluar. Se recomienda ejecutar la guía con 10 o más usuarios.

Para realizar la evaluación de usabilidad de un EVA es de vital importancia realizar una descripción del mismo, se determinó que el representante de la organización sea quien se encargue de dicha tarea, esta actividad es realizada en todos los MEU aplicados, razón por la cual es un paso que se incluyó dentro de la guía, y se estableció como una actividad previa ejecutada exclusivamente por el representante de la organización.

## **Módulo 2. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA PLANEACIÓN DE LA EVALUACIÓN Y SON EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR LOS EVALUADORES**

Las actividades y pasos que se desarrollan dentro del presente módulo, buscan realizar la planeación de las evaluaciones que serán realizadas tanto a evaluadores expertos como a usuarios representativos del sistema, dichas actividades de planeación son realizadas exclusivamente por los evaluadores (supervisor y expertos), ya que son estos quienes basados en su experiencia en realizar evaluaciones de usabilidad definen como serán llevadas a cabo las evaluaciones de la presente guía.

El módulo de planeación incluye la planeación de ambas evaluaciones, la primera de ellas, la evaluación a expertos realiza una evaluación heurística de la usabilidad en EVA, para dicha evaluación se realiza la selección de los evaluadores que van a realizar la misma, y se definen cuáles son las heurísticas que se van a utilizar, para la presente guía fueron utilizados los principios de usabilidad propuestos por Jacob Nielsen en [38], los cuales fueron adaptados para ser aplicados específicamente en EVA.

La evaluación realizada a usuarios representativos del sistema comprende en su etapa de planeación una serie de actividades que son descritas y explicadas a continuación:

*Identificar las características de los usuarios:* Esta actividad fue seleccionada para conformar la guía debido a que es de vital importancia establecer qué tipo de usuarios son los que van a realizar la evaluación de usabilidad, se recomienda que en esta actividad se tengan en cuenta si los evaluadores lo consideran, usuarios con discapacidades físicas, para que así el EVA objeto de la evaluación sea evaluado en las necesidades propias de este tipo de usuarios.

*Definir el número de usuarios:* Es necesario definir la cantidad de usuarios que van a participar dentro de la evaluación, teniendo en cuenta los MEU aplicados individualmente, las características de los mismos y los resultados que ellos arrojaran, se decidió que el número de usuarios debe ser mayor o igual a 10, y el número de usuarios debe ser un número par, ya que para la evaluación realizada a usuarios se ha determinado que esta se realice en parejas de usuarios, esta característica hace parte del método interacción constructiva y fue seleccionada debido a que los valores de las métricas CTP y CPC obtenidos para este método son los más altos dentro de los métodos de prueba aplicados, dentro del análisis que se realizó y los resultados que obtuvieron los evaluadores expertos se pudo determinar que el trabajo en parejas contribuye de manera notable a una mejor evaluación de usabilidad, y que la interacción entre usuarios hace que estos expresen un mayor número de conceptos acerca de las acciones que están realizando dentro del EVA, todo esto se pudo concluir al analizar el registro video gráfico de las evaluaciones realizadas.

*Seleccionar las parejas de usuarios que van a realizar la prueba:* Las parejas de usuarios deben ser definidas para así poder realizar la evaluación, esta actividad se desprende de la actividad anterior y se recomienda que las características de los usuarios que conforman cada pareja sean los más dispersas posibles para que así sus opiniones y expresiones tengan un rango más amplio y así la evaluación tenga más aspectos a tener en cuenta por los evaluadores.

*Decidir el medio a utilizar para el registro de las actividades realizadas por los usuarios:* Esta actividad es común en la mayoría de los métodos aplicados individualmente, se consideró dentro de la presente guía que esta actividad debe conformarla debido a que los evaluadores expertos no deben estar presentes obligatoriamente en las evaluaciones realizadas a usuarios representativos, y el proceso que define la guía tiene como parte fundamental el análisis de las interacciones de las parejas de usuarios con el EVA, de igual manera el registro de las actividades permite que no escape ningún tipo de detalle en la evaluación realizada a cada pareja de usuarios.

*Elegir el lugar más adecuado para realizar las actividades ejecutadas por los usuarios:* Para cada uno de los métodos aplicados individualmente fue necesario definir un lugar apropiado para ser aplicados, dicho lugar debe facilitar el trabajo en parejas por lo cual es recomendable que este propicie un ambiente de silencio, tranquilidad y privacidad.



*Definir las funcionalidades del EVA sobre los cuales se desea obtener información:* El método experimentos formales incluye la presente actividad en su etapa de planeación, junto a la interacción constructiva este tiene el valor más alto en la métrica CTP, y el segundo lugar en la métrica CPC dentro de los MEU de prueba, el análisis realizado por los evaluadores expertos permitió destacar que el hecho de asignar tareas, tiempos para desarrollar cada una de ellas, pasos a seguir para completar las tareas, criterios de éxito y de error en cada uno de estos pasos facilitan a los evaluadores un mejor análisis de los resultados obtenidos en la evaluación, esto debido a que dichos artefactos mencionados anteriormente se constituyen como valores que luego de un proceso de análisis y validación se convierten en métricas que aportan significativamente en los resultados de la evaluación de usabilidad en EVA.

*Establecer tiempo máximo para realizar las tareas propuestas a los usuarios:* Como se mencionó anteriormente establecer el tiempo máximo para realizar las tareas es de vital importancia para la guía, ya que esta actividad permite un mejor análisis de los resultados obtenidos en la evaluación, claramente la presente actividad hace parte de la actividad anterior, y se presenta como una actividad independiente debido a que para poder establecer los tiempo máximos se hace necesario realizar una prueba piloto previa en la que se realicen todas las tareas y funcionalidades propuestas midiendo el tiempo que se emplea para completarlas.

*Definir el escenario en el que se van a realizar las tareas:* Esta actividad fue tomada del método experimentos formales, y se decidió incluirla debido a que se hace necesario dar a los usuarios representativos un escenario en el que ellos puedan ubicarse y de esa forma se sientan más a gusto con la evaluación que están realizando.

*Definir el (los) tipo (s) de pregunta (s) a utilizar durante la evaluación:* Esta actividad hace parte del método cuestionarios, esta fue incluida debido a la necesidad de obtener información aparte de las grabaciones de las interacciones, es decir obtener información que permita estandarizar valores cuantitativos para cada una de las evaluaciones a usuarios representativos, dichos valores posteriormente se convertirán en métricas que faciliten el análisis de los resultados obtenidos.

*Definir cómo se analizarán las respuestas de las preguntas, teniendo en cuenta los tipos definidos:* Esta actividad se desprende directamente de la anterior actividad, para la presente guía se establecieron las siguientes formas de análisis, debido a que los valores y resultados de las respuestas generan métricas que aportan a los resultados finales de la evaluación.

Para las preguntas de selección múltiple con única respuesta será utilizado el sistema SUS (System Usability Scale), de tal manera que cada pregunta tiene 5 opciones de respuesta. El diseño de las preguntas y el significado de las opciones han sido creados para que la nota mínima (1) corresponda a una evaluación que reprueba o califica de mala manera lo que se está preguntando, mientras que la nota máxima (5) corresponde a una aprobación o que la pregunta está siendo calificada positivamente. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de la impresión de los usuarios acerca del sistema en evaluación.

Las preguntas abiertas serán analizadas de la siguiente manera: los evaluadores que participen en el análisis de la información deberán generar proposiciones a partir de las respuestas de los usuarios, dichas proposiciones deben redactarse de acuerdo con el lenguaje utilizado por los usuarios, con el fin de lograr un mayor acercamiento a lo que realmente

quería decir el usuario al momento de interpretar la información. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de los aspectos que le gustan o disgustan a los usuarios respecto al sistema evaluado.

*Elaborar un conjunto de preguntas, junto con su forma de respuesta y determinar el orden de las preguntas:* esta actividad se desprende de las últimas dos actividades especificadas, hace parte también del método cuestionarios y su inclusión en la presente guía es por demás obvia, debido a que en esta se elaboran finalmente los cuestionarios que serán parte de la evaluación de usabilidad en EVA aplicada a usuarios significativos del sistema.

Como parte de la guía se decidió incluir dos formatos con cuestionarios pre-test y post-test, el uso de estos formatos no es de carácter obligatorio y pueden ser modificados a la conveniencia de los evaluadores, pero se incluyeron para hacer que la guía proporcione todos los elementos necesarios para realizar la evaluación.

### **Módulo 3. ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS EVALUADORES EXPERTOS**

*Las actividades Creación de una lista integrada de problemas, Calificación Individual de Problemas, Promediar las calificaciones de los evaluadores, Generar un ranking de problemas en orden de importancia* hacen parte del método evaluación heurística, la descripción de las mismas puede verse en el anexo C.1.

De igual manera como parte de la guía se decidió incluir documentos que permitan registrar todas las actividades que realizan los evaluadores, tanto el supervisor como los expertos, esto con el fin de brindar a los evaluadores todos los elementos que le permitan realizar la evaluación de una manera más fácil. Estos documentos están explicados debidamente para que el evaluador al seguir la guía no tenga ningún tipo de duda.

### **Módulo 4. ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS USUARIOS REPRESENTATIVOS DEL EVA**

*El evaluador supervisor presenta la prueba que será realizada por los usuarios:* Esta actividad se encuentra en cada uno de los métodos analizados individualmente, es incluida dentro de la presente guía con el fin de presentar a los usuarios el tipo de evaluación que se está realizando, así como cada una de las actividades que ellos como usuarios representativos del sistema deben realizar dentro de la prueba, es de vital importancia que la presentación no deje ninguna duda a los usuarios para que así la evaluación obtenga los mejores resultados posibles.

*Ejecución de la evaluación a usuarios:* La ejecución de la evaluación es una actividad obvia dentro de la evaluación, como se mencionó anteriormente se han determinado una serie de tareas para que los usuarios representativos del sistema las desarrollen dentro de la evaluación, así como una serie de pasos, criterios y tiempos para realizarlas, dicha información se determinó que llegue a los usuarios en un documento anexo a la presente guía, pensando en una mejor organización de la evaluación, de igual manera una mejor recolección de los resultados que la evaluación arroje, y consecuentemente un mejor análisis de los mismos. El documento que se anexa a la guía contiene una serie de pasos que facilitan el proceso de evaluación del EVA, tanto a evaluadores como a usuarios.

*Diligenciar cuestionario post-test y preguntas adicionales:* A pesar de que la evaluación al EVA por parte de los usuarios representativos del sistema se realiza en parejas, los cuestionarios pre y post- test son diligenciados de forma individual, esto se decidió pensando en tener en cuenta una muestra mayor de usuarios para el análisis de los mismos, lo que permite la posibilidad de incrementar el número de problemas de usabilidad encontrados al final de la evaluación, así como dar valores a las métricas definidas por los evaluadores con un mayor porcentaje de veracidad.

*El evaluador supervisor verifica que todos los usuarios hayan diligenciado el cuestionario:* Esta actividad hace parte del proceso de evaluación de usabilidad hecho en los cuestionarios, aunque su importancia no parece relevante, se tomó la decisión de incluirlo en la guía debido a que la información que arroja cada uno de los cuestionarios es de vital importancia para el análisis de los resultados, de esta manera se busca garantizar que cada uno de los usuarios realice la prueba de forma completa.

*Realizar cálculos estadísticos con base en las acciones de los usuarios:* Esta actividad fue incluida dentro de la guía debido a la necesidad de tener una medida que ofreciera al evaluador valores cuantitativos para evaluar la usabilidad del EVA, pese a que el análisis de las interacciones de los usuarios con el EVA son analizadas una a una por los evaluadores expertos, se vio la necesidad de brindar a cada uno de ellos una herramienta que sea común para todos y que les facilite el proceso de identificación de problemas de usabilidad en el EVA objeto de estudio.

De igual manera se creó una hoja en el documento que sirve de soporte a los evaluadores con el fin de que con los datos que se obtengan de los cuestionarios post-test y los tiempos empleados para realizar cada una de las tareas propuestas sean diligenciados en dicha hoja, y esta realice los cálculos de las métricas de forma automática para que así el evaluador supervisor no tenga que hacerlos de forma manual y el proceso de evaluación y análisis de resultados se agilicen.

*Análisis de la evaluación:* En esta actividad cada uno de los evaluadores expertos recibe del evaluador supervisor el registro de las actividades realizadas por cada una de las parejas de usuarios, así como los cálculos estadísticos que se obtienen en el paso anterior, para que así el evaluador pueda realizar el análisis de los resultados obtenidos.

## **Módulo 5. ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN EL ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS A EXPERTOS Y USUARIOS REPRESENTATIVOS DEL EVA**

Las actividades que se explican a continuación tienen como objetivo dejar evidencia de los resultados obtenidos en la evaluación, los métodos analizados de forma individual no establecen de manera clara un documento que permita realizar dicha acción, por lo cual a la presente guía se anexa un documento que sirve como herramienta para plasmar los resultados finales.

*Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación heurística realizada por evaluadores expertos:* En este paso se llevan a cabo 2 sub-actividades principales. Primero, los evaluadores realizan contribuciones teniendo en cuenta los resultados de las calificaciones, ranking de problemas y cantidad de problemas por principio, con el fin de obtener una serie de contribuciones preliminares a partir del análisis de la información recolectada en la evaluación. En

segundo lugar, los evaluadores explican las contribuciones realizadas teniendo en cuenta los rankings de frecuencia, severidad y criticidad con el fin de alcanzar alguna clase de consenso sobre ellas.

El evaluador supervisor se encarga de registrar las contribuciones de los evaluadores. Algunas contribuciones deben ser ajustadas por el *evaluador supervisor* para dar mayor claridad a los aportes realizados por los evaluadores.

Esta actividad pertenece exclusivamente al método evaluación heurística, la descripción de la misma puede verse en el anexo E.1.1.1.

*Identificar problemas de usabilidad:* Cada uno de los evaluadores elabora una lista con los problemas de usabilidad que logre encontrar en su análisis de las grabaciones y los cuestionarios, estas listas de problemas de usabilidad deben ser enviadas al *evaluador supervisor* para que este elimine las redundancias y genere una lista final.

Esta actividad hace parte del método interacción constructiva y es incluida dentro de la presente guía debido a que los resultados que arrojó este método al aplicarse individualmente fueron los mejores de los MEU de prueba, de igual manera el principal objetivo de la evaluación es identificar los problemas de usabilidad en el EVA, de ahí que la inclusión de esta actividad sea totalmente obligatoria.

*Interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación a usuarios:* Teniendo en cuenta la lista de problemas de usabilidad encontrados y las métricas calculadas, cada *evaluador experto* presentará digitalmente al *evaluador supervisor* las contribuciones y el análisis que hace a los problemas de usabilidad ya mencionados. Para realizar dicha actividad el documento mencionado al inicio de esta sección.

### **3.7 Evaluación objetiva de la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA por parte de expertos en experiencia de usuario, usabilidad y evaluaciones de usabilidad.**

Después de construir la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA se tomó la decisión de solicitar a algunos expertos en los temas relacionados a la presente investigación su colaboración para realizar una evaluación objetiva de la guía, debido a la ubicación geográfica de los expertos la evaluación fue realizada mediante un cuestionario usando la herramienta google drive, el objetivo principal de dicha evaluación fue refinar la guía, eliminando elementos que por la experiencia de los expertos no eran necesarios de incluir dentro de la guía, y agregando otros que la hicieran más completa. El documento principal de la guía inicial antes de la evaluación de los expertos se encuentra en el anexo F.1.

Según la evaluación realizada por los expertos, a estos les preocupaba que la evaluación como tal del EVA se hiciera sólo mediante las preguntas del cuestionario. Y sugirieron definir métricas concretas que permitan al evaluador (es), una vez realizadas una serie de tareas, analizar si el EVA cumple el objetivo para el cual fue creado y si los estudiantes también logran correctamente dichas tareas, razón por la cual se definieron dentro del paso número 27 de la guía una serie de métricas que generen valores cuantitativos de la evaluación para que así los *evaluadores expertos* puedan hacer un mejor análisis de los resultados obtenidos.

De igual manera, recomendaron profundizar en los aspectos subyacentes detrás de lo que contempla la característica “Capacidad para reconocer su adecuación”, y de este modo poder corroborar que esta característica sí está contemplada de manera pertinente y clara en la guía, para corregir dicha recomendación se incluyó dentro del documento guía para los evaluadores expertos una lista de chiqueo que permita no solo profundizar en los aspectos de dicha característica, si no en las otras características que hacen parte de la usabilidad.

Por otra parte los expertos sugirieron cambiar el nombre a los documentos anexos a la guía para así hacerla más fácil de seguir y de ejecutar, de igual forma realizaron recomendaciones en cuanto a la organización de los documentos, en algunos casos realizaron correcciones de gramática y semántica, correcciones que fueron realizadas y se ven plasmadas en el documento final de la guía. De otra parte los expertos sugirieron incluir como parte de la guía un diagrama del proceso que sigue la guía para realizar la evaluación de usabilidad, esto con el fin de dar una idea general a los participantes de la evaluación sobre cómo van a realizar la misma, dicho proceso se encuentra en el anexo G.1.

De acuerdo a las estadísticas que la herramienta cuestionarios de google drive proporciona la guía se constituye como una herramienta de valor para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje, esto debido a que obtuvo un 37,5 % con el valor más alto para esta pregunta y un 50 % con el segundo valor más alto en la misma pregunta, de igual manera los documentos y formatos adjuntos tuvieron un 80 % de aceptación entre los expertos, lo que da a pensar que al corregir los aspectos solicitados por los expertos la aceptación de los mismos va a tener un valor más alto.

La encuesta que fue realizada a los expertos se encuentra registrada en el anexo H1, en dicho anexo se encuentran las preguntas realizadas, y los datos estadísticos de las respuestas obtenidas.

### **3.8 Guía para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje**

Para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje (EVA) se propone la siguiente guía, la cual está compuesta por una combinación de métodos de evaluación de usabilidad de sistemas, que han sido estudiados, analizados y de los cuales se han seleccionado sus principales componentes para conformar la guía que se presenta a continuación.

La guía está compuesta de 5 módulos, el primero de ellos comprende las actividades de preparación de la evaluación de usabilidad en entornos virtuales, el segundo módulo comprende las actividades de planeación de la evaluación, las cuales son ejecutadas exclusivamente por los evaluadores, el tercer módulo contiene los pasos a seguir para realizar la evaluación de usabilidad a los expertos en usabilidad, el cuarto módulo contiene los pasos a seguir para realizar la evaluación de usabilidad a los usuarios, y finalmente el quinto módulo contiene las actividades que conforman el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación.

La guía para la evaluación de usabilidad puede ser aplicada en cualquier etapa del ciclo de desarrollo de un EVA, aunque se sugiere que la evaluación sea realizada sobre un prototipo funcional del EVA para que los resultados obtenidos por el grupo de evaluadores sean lo más completos posibles.

A continuación, se describen los pasos que conforman la guía, los cuales deben ser seguidos para completar la evaluación.

## **I. Módulo 1: ACTIVIDADES PREVIAS EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR EL REPRESENTANTE DE LA ORGANIZACIÓN**

### **Paso 1. Establecer los participantes del proceso de evaluación:**

Para realizar la evaluación de usabilidad en EVAs se definen los siguientes roles, los cuales son parte vital para la ejecución de esta, a continuación, se hace una pequeña descripción de estos con el fin de que sean identificados y elegidos de la mejor manera.

- *Evaluador supervisor: persona encargada de dirigir la evaluación de usabilidad; asume el rol de moderador en las sesiones grupales de la evaluación.*
- *Evaluadores expertos: son los participantes más importantes de la evaluación, ya que influyen directamente en los resultados y son los encargados de realizar las actividades. El grupo debe estar conformado entre 3 - 5 evaluadores, se recomienda que tengan entre 3 y 5 años de experiencia en el tema de evaluación de usabilidad y conocimiento acerca del dominio del EVA a evaluar.*
- *Representante de la organización: persona de la organización que tiene conocimiento acerca del EVA a evaluar. Es un participante importante, pero no necesariamente obligatorio.*
- *Usuarios: usuarios representativos del EVA a evaluar. Se recomienda ejecutar la guía con 10 o más usuarios.*

### **Paso 2. Definir el EVA a evaluar:**

El *representante de la organización* define el EVA que será evaluado por el grupo de expertos en usabilidad. Para ello el *representante de la organización* elabora una presentación del EVA para enviar al *evaluador supervisor*. Esto con el fin de que los participantes de la evaluación tengan una visión general del EVA que se desea evaluar.

### **Paso 3. Elaborar presentación general del EVA.**

El *representante de la organización* elabora una carta con la descripción del EVA que se va a evaluar para enviar al *evaluador supervisor*. La carta de presentación incluye la siguiente información: descripción del EVA a evaluar, alcance de la evaluación, forma de acceder al EVA e información de contacto.

## **II. Módulo 2. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA PLANEACIÓN DE LA EVALUACIÓN Y SON EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR LOS EVALUADORES**

### **Paso 4. Identificar y seleccionar los expertos a participar en la evaluación:**

El *evaluador supervisor* identifica un conjunto de posibles *evaluadores expertos* para que participen en la evaluación de usabilidad, dichos evaluadores deben cumplir con las características mencionadas en el paso número 1. Seguido a ello se elabora la *Lista de evaluadores a participar en la evaluación de usabilidad*.

// La información de los evaluadores debe ser diligenciada en la hoja “Evaluadores” del documento “Evaluadores.xlsx” que se anexa a la presente guía//

#### **Paso 5. Identificar las características de los usuarios**

El *representante de la organización* define cuáles son las características de los usuarios del EVA, para luego proporcionar esta información al *evaluador supervisor*, dentro de estas características se recomienda tener en cuenta la edad de los usuarios y la familiaridad de ellos con los EVAs.

#### **Paso 6. Definir el número de usuarios**

El *evaluador supervisor* establece el número de usuarios representativos que van a participar en las pruebas que serán realizadas por los usuarios, este número de usuarios debe ser mayor a 10 y se sugiere que dicho número sea par, esto debido a que las pruebas serán realizadas en parejas.

// Definir número de usuarios //

#### **Paso 7. Seleccionar las parejas de usuarios que van a realizar la prueba.**

El *evaluador supervisor* selecciona los usuarios que van a participar en las interacciones, los cuales se adecuan a los perfiles de usuario definidos.

// La información de los usuarios debe ser diligenciada en la hoja “Usuarios” del documento “Evaluadores.xlsx” que se anexa a la presente guía//

#### **Paso 8. Decidir el medio a utilizar para el registro de las actividades realizadas por los usuarios.**

El *evaluador supervisor* determina el medio físico o digital a utilizar para registrar la interacción (si en memoria, notas, grabadora o video).

// Definir el medio para realizar el registro //

#### **Paso 9. Elegir el lugar más adecuado para realizar las actividades ejecutadas por los usuarios.**

El *evaluador supervisor* selecciona un lugar apropiado para realizar la prueba, se sugiere que el lugar sea un lugar privado, con buena iluminación, cómodo, sin mucho ruido para que así los usuarios puedan interactuar y expresar sus impresiones tranquilamente.

// Definir el lugar para ejecutar la evaluación con los usuarios //

#### **Paso 10. Definir las funcionalidades del EVA sobre los cuales se desea obtener información.**

El *evaluador supervisor* define un conjunto representativo de tareas de los usuarios, que serán realizadas por los usuarios en la prueba, es recomendable que el número de tareas sea igual o mayor a cinco, esto debido a que dichas tareas serán realizadas en parejas de usuarios. Para cada una de dichas tareas el *evaluador supervisor* deberá establecer un conjunto de pasos para completar la misma, y un conjunto de criterios de error que ayuden al usuario a estimar si la realización de la tarea fue realizada con éxito o no.

// Tanto el nombre de las tareas como los pasos para completarlas y los criterios de error deben ser plasmados en el apartado 3 del documento “GUÍA USUARIOS.doc”, documento que se adjunta a la presente guía. //

#### **Paso 11. Establecer tiempo máximo para realizar las tareas propuestas a los usuarios.**

El *evaluador supervisor* se encarga de establecer un tiempo máximo para realizar cada una de las tareas propuestas en el paso 10 de la presente guía, se recomienda que el tiempo máximo tiempo para desarrollar cada tarea sea de 5 minutos, esto con el fin de no extender demasiado la evaluación.

// Dicho tiempo debe ser plasmado en el apartado 3 del documento “GUÍA USUARIOS.doc”, documento que se adjunta a la presente guía. //

#### **Paso 12. Definir el escenario en el que se van a realizar las tareas.**

El *evaluador supervisor* define el escenario para que sea tenido en cuenta por los usuarios al momento de realizar las tareas.

// Dicho escenario debe ser plasmado en el apartado 2 del documento “GUÍA USUARIOS.doc”, documento que se adjunta a la presente guía. //

#### **Paso 13. Definir el (los) tipo (s) de pregunta (s) a utilizar durante la evaluación.**

El *evaluador supervisor* define los tipos de preguntas más convenientes para incluir en el cuestionario, estas pueden ser preguntas de selección múltiple con única respuesta y preguntas abiertas.

// Describir el tipo de preguntas que se van a utilizar //

#### **Paso 14. Definir cómo se analizarán las respuestas de las preguntas, teniendo en cuenta los tipos definidos.**

La presente guía propone analizar las respuestas de la siguiente manera:

Para las preguntas de selección múltiple con única respuesta será utilizado el sistema SUS (System Usability Scale), de tal manera que cada pregunta tiene 5 opciones de respuesta. El diseño de las preguntas y el significado de las opciones han sido creados para que la nota mínima (1) corresponda a una evaluación que reprueba o califica de mala manera lo que se está preguntando, mientras que la nota máxima (5) corresponde a una aprobación o que la pregunta está siendo calificada positivamente. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de la impresión de los usuarios acerca del sistema en evaluación.

Las preguntas abiertas serán analizadas de la siguiente manera: los evaluadores que participen en el análisis de la información deberán generar proposiciones a partir de las respuestas de los usuarios, dichas proposiciones deben redactarse de acuerdo con el lenguaje utilizado por los usuarios, con el fin de lograr un mayor acercamiento a lo que realmente quería decir el usuario al momento de interpretar la información. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de los aspectos que le gustan o disgustan a los usuarios respecto al sistema evaluado.



**Paso 15. Elaborar un conjunto de preguntas, junto con su forma de respuesta y determinar el orden de las preguntas.**

Los evaluadores elaboran individualmente una lista general de preguntas con su respectiva forma de respuesta. En segundo lugar, el evaluador crea la lista general con aquellas preguntas de mayor relevancia y elimina las repetidas o que presentan ambigüedades, con el fin de obtener una lista final de preguntas. Previo a la realización de esta actividad, el *evaluador supervisor* señala al grupo de evaluadores los tipos de preguntas a incluir en el cuestionario.

Después de que es creada la lista de preguntas, el *evaluador supervisor* determina el orden de las preguntas según como se van a realizar en el cuestionario y elabora el cuestionario en formato digital.

**Paso 16. Elaborar el cuestionario en formato escrito (o digital) para entregar a los usuarios.**

El entregable de esta actividad corresponde a los cuestionarios pre-test y post-test. El cuestionario que será realizado antes (pre-test) de la evaluación para usuarios tiene como objetivo obtener información sobre el perfil y experiencia previa del usuario en el uso de tecnologías de la información y EVAs, mientras que el cuestionario que será realizado posteriormente (post-test) tiene como objetivo obtener información acerca de la percepción del usuario frente al EVA evaluado.

// A la presente guía se adjuntan los documentos “CUESTIONARIO PRE-TEST.doc” y “CUESTIONARIO POST-TEST.doc” que han sido validados para que sirvan como cuestionarios pre-test y post-test en la evaluación de usabilidad de EVAs, los cuales pueden ser usados para la evaluación, y pueden ser modificados en caso de que los evaluadores lo deseen //

**Paso 17. Identificar el conjunto de heurísticas a utilizar**

Se tendrán en cuenta para ejecutar la presente guía los principios de usabilidad establecidos por Jakob Nielsen para el diseño de interfaces de usuario, los cuales están descritos en el documento “GUÍA EVALUADORES.doc” que se adjunta a la presente guía.

**III. Módulo 3. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS EVALUADORES EXPERTOS**

**Paso 18. Diligenciar el documento “GUÍA EVALUADORES.DOC”.**

// Los *evaluadores expertos* diligencian de forma independiente e individual el documento “GUÍA EVALUADORES.DOC” que se anexa a la presente guía, para ello deberá seguir las indicaciones que en el mismo se incluyen. //

**Paso 19. Creación de una lista integrada de problemas**

El *evaluador supervisor* elabora una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por cada uno de los *evaluadores expertos*.

// Para ello el *evaluador supervisor* debe diligenciar la hoja “Lista Integrada de Problemas” del documento “Evaluadores.xlsx” y la hoja “Calificaciones Individuales” del documento “EvaluadoresIndividual.xlsx” en las celdas de color azul que se anexan a la presente guía.

Seguido a ello el evaluador supervisor entregará a cada uno de los evaluadores expertos el formato 3.xlsx para realizar el siguiente paso. //

#### **Paso 20. Calificación Individual de Problemas.**

En esta actividad cada evaluador asigna calificaciones de severidad y frecuencia a los problemas de la lista integrada, dichas calificaciones deben estar entre 0 y 10, donde 0 es el valor mínimo y 10 es el valor máximo.

// Para realizar dicha actividad debe diligenciar individualmente la hoja “Calificaciones Individuales” del documento “EvaluadoresIndividual.xlsx” en las celdas de color amarillo que se anexa a la presente guía.

Cada *evaluador experto* debe entregar el documento “EvaluadoresIndividual.xlsx” debidamente diligenciado al *evaluador supervisor* para que este siga con el curso de la guía. //

#### **Paso 21. Promediar las calificaciones de los evaluadores.**

El *evaluador supervisor* calcula promedios y desviación estándar para la severidad, frecuencia y criticidad de cada problema, teniendo en cuenta las calificaciones asignadas por los *evaluadores expertos* en los documentos “EvaluadoresIndividual.xlsx”.

// Dichos cálculos se realizan al diligenciar la hoja “Promedio de Calificaciones” del documento “Evaluadores.xlsx” en las celdas amarillas, formato que se anexa a la guía. //

#### **Paso 22. Generar un ranking de problemas en orden de importancia.**

El *evaluador supervisor*, con base en las calificaciones promediadas, realiza una priorización de los problemas encontrados según su criticidad y severidad. Dichos problemas deben ser agrupados según el principio de usabilidad que incumplen.

// Para cumplir con este paso debe ser diligenciada la hoja “Ranking de Problemas” del documento “Evaluadores.xlsx” en las celdas amarillas, formato que se anexa a la guía. //

Seguido a ello se debe realizar el ordenamiento de manera descendente de los problemas según cada uno de los criterios que se han especificado, los cuales son (frecuencia, severidad y criticidad), es decir se deben organizar los problemas según la frecuencia, según la severidad y según la criticidad, de manera que los problemas con mayor valor queden en primer lugar y los problemas con menor valor queden en último lugar.

// Para cumplir con este paso la hoja “Ranking de Problemas” del documento “Evaluadores.xlsx” en sus celdas verdes se autocompletarán, formato que se anexa a la guía. //

### **IV. Módulo 4. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS USUARIOS SIGNIFICATIVOS DEL EVA**

Pese a que los siguientes pasos se enfocan exclusivamente en la evaluación que es realizada por parte de los usuarios, algunos de ellos contienen actividades que deben ser realizadas por los evaluadores quienes son los encargados de preparar y guiar la evaluación, y realizar el análisis de los resultados obtenidos de la misma.

#### **Paso 23. El *evaluador supervisor* presenta la prueba que será realizada por los usuarios.**

Para el desarrollo de las pruebas se cita a cada pareja de usuarios en el lugar designado para realizar la prueba. Una vez la pareja de usuarios esté en el lugar, el *evaluador supervisor* (que asume el rol de conductor de la prueba) y los usuarios se presentan con el fin de conocerse y generar confianza entre ellos. Después, el *evaluador supervisor* realiza la presentación de la prueba, indicando a los usuarios las funcionalidades del EVA en evaluación, mientras verbalizan sus impresiones mutuamente en voz alta, como una conversación. Adicionalmente, antes de iniciar la prueba se solicita a los usuarios responder el cuestionario pre-test que se ha indicado en el paso 18 de la presente guía, además se les pide firmar el respectivo acuerdo de confidencialidad y el *conductor solicita* su consentimiento para ser grabados.

// Para completar este paso es necesario que el evaluador supervisor diligencie el documento “GUÍA USUARIOS.doc”, el cual indica la descripción del EVA a evaluar, las tareas que deben ser realizadas dentro del sistema junto con los pasos necesarios para completarla y el tiempo máximo para la ejecución de cada una de ellas. Dicho formato debe ser entregado a cada uno de los usuarios que participarán en la evaluación. //

// Se adjunta a la presente guía una plantilla del acuerdo de confidencialidad llamada “ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.DOC” que puede ser usada y modificada de acuerdo a las condiciones propias de cada evaluación//

#### **Paso 24. Ejecución de la evaluación a usuarios**

Una vez los usuarios son informados sobre la dinámica de la prueba, deben completar el cuestionario pre-test en un tiempo no mayor a 5 minutos, seguido a ello comienzan a realizar las tareas sugeridas por el *evaluador supervisor* de la prueba que se encuentran en el “GUÍA USUARIOS.doc” que se adjunta a la presente guía y que es entregada a cada uno de los usuarios que participan en la evaluación. Como resultado de esta actividad se tiene el documento “GUÍA USUARIOS.doc” diligenciado por los usuarios y las grabaciones de las acciones de los usuarios y de las interacciones con el *evaluador supervisor*, las cuales más adelante serán analizadas por el grupo de evaluadores.

#### **Paso 25. Diligenciar cuestionario post-test y preguntas adicionales.**

Al finalizar la prueba, el *evaluador supervisor* entrega a cada uno de los usuarios el cuestionario post-test que se ha indicado en el paso 18 de la presente guía para que sea diligenciado por los usuarios, y realiza preguntas adicionales a los usuarios con el fin de complementar la información recolectada. Como resultado de esta actividad se tiene la grabación de las respuestas de los usuarios y el cuestionario post-test diligenciado por ellos.

**Paso 26. El *evaluador supervisor* verifica que todos los usuarios hayan diligenciado el cuestionario.**

**Paso 27. Realizar cálculos estadísticos con base en las acciones de los usuarios.**

A partir de la ejecución de los experimentos, el *evaluador supervisor* calcula los porcentajes asociados a realización exitosa de las tareas solicitadas, además del tiempo promedio que los usuarios demoraron en la realización de cada una de ellas.

// Para completar este paso es necesario completar las celdas amarillas de la hoja “Métricas Usuarios” del documento “Evaluadores.xlsx” que se anexa a la presente guía //

Después de completar las celdas amarillas, la hoja de Excel autocompletará los valores restantes de las celdas, de esta manera los valores “Diferencia Promedio (Segundos)”, “Promedio Tareas Completadas (PTC)”, “Satisfacción con el uso del EVA”(SUS), servirán como métricas que aporten a los evaluadores expertos criterios para el análisis de los problemas encontrados en la evaluación.

### **Paso 28. Análisis de la evaluación**

En este paso cada evaluador se encarga de revisar las grabaciones y los cuestionarios pre-test y post-test de una de las parejas, lo ideal es que los resultados de las evaluaciones sean repartidos entre los evaluadores expertos para agilizar el análisis de los resultados.

## **V. Módulo 5. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN EL ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS A EXPERTOS Y USUARIOS REPRESENTATIVOS DEL EVA**

### **Paso 29. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación heurística realizada por evaluadores expertos.**

En este paso se llevan a cabo 2 subactividades principales. Primero, los evaluadores realizan contribuciones teniendo en cuenta los resultados de las calificaciones, ranking de problemas y cantidad de problemas por principio, con el fin de obtener una serie de contribuciones preliminares a partir del análisis de la información recolectada en la evaluación. En segundo lugar, los evaluadores explican las contribuciones realizadas teniendo en cuenta los rankings de frecuencia, severidad y criticidad con el fin de alcanzar alguna clase de consenso sobre ellas.

El *evaluador supervisor* se encarga de registrar las contribuciones de los evaluadores. Algunas contribuciones deben ser ajustadas por el *evaluador supervisor* para dar mayor claridad a los aportes realizados por los evaluadores.

//El análisis e interpretación de los resultados deben ser plasmados en los apartados 1.2 y 1.3 DOCUMENTO FINAL DE RESULTADOS.doc que se anexa a la presente guía //

### **Paso 30. Identificar problemas de usabilidad**

Cada uno de los evaluadores elabora una lista con los problemas de usabilidad que logre encontrar en su análisis de las grabaciones y los cuestionarios, estas listas de problemas de usabilidad deben ser enviadas al *evaluador supervisor* para que este elimine las redundancias y genere una lista final.

// Las listas de cada *evaluador experto* deben ser diligenciadas individualmente en la hoja “Problemas Usabilidad Usuarios” del documento “EvaluadoresIndividual.Xslx” que se adjunta a la presente guía, el *evaluador supervisor* debe diligenciar la hoja “Problemas Usabilidad Usuarios”

del documento “Evaluadores. Xslx” que se adjunta a la presente guía con la lista final de los problemas encontrados en la evaluación. //

### **Paso 31. Interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación a usuarios**

Teniendo en cuenta la lista de problemas de usabilidad encontrados y la tabla de tiempos, cada *evaluador experto* presentará digitalmente al *evaluador supervisor* las contribuciones y el análisis que hace a los problemas de usabilidad ya mencionados.

// El evaluador supervisor diligencia el apartado 2.2 del DOCUMENTO FINAL DE RESULTADOS.doc que se anexa a la presente guía //

## **4. CAPITULO IV: EJECUCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO**

Teniendo en cuenta la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA obtenido a partir de lo realizado en los capítulos anteriores, se procede a aplicar dicha guía en un caso de estudio, que permita verificar que la guía diseñada, cumple con las características deseadas.

### **4.1. Pregunta de investigación**

A partir de la pregunta de investigación del proyecto se requirió evaluar la aplicabilidad de la guía para la evaluación de usabilidad en EVA. Por tanto, la pregunta para este estudio de caso es: ¿La evaluación de la usabilidad en EVA se realiza de manera completa, clara, profunda y sistemática mediante el uso de la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA consolidándose como una herramienta útil y aplicable?

### **4.2. Objeto del estudio de caso**

El objetivo del estudio de caso es verificar que la guía para la evaluación de la usabilidad generada en el presente proyecto es útil y aplicable dentro del marco de las evaluaciones de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje y que los resultados de realizar dicha evaluación usando la guía propuesta mejoran los resultados obtenidos al aplicar los MEU que la conforman de manera individual.

### **4.3. Selección del estudio de caso**

El estudio de caso busca realizar una comparación entre los resultados obtenidos al aplicar MEU de forma individual en un EVA y aplicar la guía para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje en un EVA, debido a que previamente dichos MEU que fueron aplicados de forma individual a un EVA específico, la guía propuesta en la presente investigación es aplicada en el mismo EVA, esto con el fin de realizar una comparación justa.

### **4.4. Instrumentos de evaluación**

Para la guía para la evaluación de usabilidad se utilizan diferentes instrumentos que permiten obtener datos que son analizados y evaluados para validar la información recogida.

- Encuesta: Establece una comunicación entre los investigadores y los sujetos de estudio con el fin de obtener datos por escrito de las respuestas de los encuestados y así conocer los estados de opinión, características o hechos específicos, que estén relacionados con el tema propuesto.
- Documentos: Resultantes del trabajo de investigación
- Protocolo de Observación: Este método establece una relación concreta e intensiva entre los investigadores y el hecho social o los actores sociales de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación. La observación es un procedimiento de recolección de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para observar hechos y realidades sociales presentes y a la gente donde desarrolla normalmente sus actividades.

#### 4.5. Indicadores y métricas

Para evaluar de manera objetiva éste caso y dar respuesta a la pregunta formulada para el estudio de caso fue necesario definir un conjunto de métricas e indicadores, los cuales se describen a continuación:

*Tabla 15. Métricas e indicadores del estudio de caso.*

<b>Pregunta de estudio de caso</b>	<b>Indicador</b>	<b>Métrica</b>	<b>Instrumento</b>
¿La evaluación de la usabilidad en EVA se realiza de manera completa, clara, profunda y sistemática mediante el uso de la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA consolidándose como una herramienta útil y aplicable?	Utilidad	<p>El desempeño de los usuarios al realizar la evaluación.</p> <p>La percepción de utilidad de la guía para evaluar la usabilidad en EVA por parte de los evaluadores expertos.</p> <p>La percepción de utilidad de la guía para evaluar la usabilidad en EVA por parte del evaluador supervisor.</p> <p>La percepción de utilidad de la guía para evaluar la usabilidad en EVA por parte del representante de la organización.</p>	Cuestionarios Post-Test

	Aplicabilidad	<p>La percepción de aplicabilidad de la guía para evaluar la usabilidad en EVA por parte del evaluador supervisor.</p> <p>La percepción de aplicabilidad de la guía para evaluar la usabilidad en EVA por parte de los evaluadores expertos.</p>	Cuestionarios Post-Test
	Complejidad	<p>La complejidad percibida por el evaluador experto al aplicar la guía para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje.</p> <p>La complejidad percibida por el evaluador supervisor al aplicar la guía para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje.</p> <p>La complejidad percibida por los usuarios al aplicar la guía para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje.</p>	Cuestionarios Post-Test

La descripción en detalle de los indicadores y la forma en que estos son calculados a través de las métricas identificadas es la siguiente:

**Utilidad:** La utilidad se define como la propiedad por la cual la guía definida en esta propuesta adquiere la condición de valor útil para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Las pautas que se han establecido para calcular la utilidad son:

- El valor normalizado de la métrica PTC es mayor o igual a 0,8

- El rango de evaluadores expertos que consideren que guía para la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.
- El valor que considera el evaluador supervisor que guía para la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.
- El valor que considera el representante de la organización que la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.

**Aplicabilidad:** La aplicabilidad se define como la propiedad por la cual la guía se puede emplear fácilmente para obtener resultados eficientes en la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Las pautas que se han establecido para determinar la aplicabilidad son:

- El grado de aplicabilidad de la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.
- El promedio del grado de aplicabilidad de la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.
- El grado de aplicabilidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.
- El promedio del grado de aplicabilidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.

**Complejidad:** La complejidad se define como la diversidad de elementos que componen una situación, los cuales se encuentran entrelazados y/o interconectados que contiene información adicional y oculta al evaluador supervisor. Las pautas que se han establecido para determinar la complejidad son:

- El promedio del grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esta entre 1 y 5 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).
- El grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esta entre 1 y 5 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).
- El promedio del grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esta entre 1 y 5 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).
- El grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esta entre 1 y 5 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).



#### 4.6. Ejecución de estudio de caso

Para la ejecución del estudio de caso se decidió ejecutar la guía para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje en el mismo ambiente que fueron aplicados los MEU de forma individual, esto con el fin de realizar una comparación final entre los resultados obtenidos con la guía propuesta y los MEU aplicados individualmente y así poder ver cada una de las ventajas y desventajas de la guía propuesta en el presente trabajo investigativo.

A continuación se presenta la ejecución de la guía propuesta, aunque la guía brinda los documentos anexos para su ejecución, dentro de este documento se plasman los resultados para un mejor entendimiento del estudio de caso.

### I. **Módulo 1: ACTIVIDADES PREVIAS EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR EL REPRESENTANTE DE LA ORGANIZACIÓN**

#### **Paso 1. Establecer los participantes del proceso de evaluación:**

Para realizar la evaluación de usabilidad en EVAs se definen los siguientes roles, los cuales son parte vital para la ejecución de esta, a continuación, se hace una pequeña descripción de estos con el fin de que sean identificados y elegidos de la mejor manera.

- *Evaluador supervisor: persona encargada de dirigir la evaluación de usabilidad; asume el rol de moderador en las sesiones grupales de la evaluación.*
- *Evaluadores expertos: son los participantes más importantes de la evaluación, ya que influyen directamente en los resultados y son los encargados de realizar las actividades. El grupo debe estar conformado entre 3 - 5 evaluadores, se recomienda que tengan entre 3 y 5 años de experiencia en el tema de evaluación de usabilidad y conocimiento acerca del dominio del EVA a evaluar.*
- *Representante de la organización: persona de la organización que tiene conocimiento acerca del EVA a evaluar. Es un participante importante, pero no necesariamente obligatorio.*
- *Usuarios: usuarios representativos del EVA a evaluar. Se recomienda ejecutar la guía con 10 o más usuarios.*

#### **Paso 2. Definir el EVA a evaluar:**

El representante de la organización comunicó al evaluador supervisor que la plataforma a evaluar va a ser Moodle el cuál sirve con herramienta a los programas ofrecidos por la Universidad Virtual a Distancia (Univida).

#### **Paso 3. Elaborar presentación general del EVA.**

El representante de la organización elabora una carta con la descripción del sistema que se va a evaluar para enviar al *evaluador supervisor*. La carta de presentación incluye la siguiente información: descripción de las aplicaciones a evaluar, alcance de la evaluación, forma de acceder a las aplicaciones e información de contacto.

La carta se puede ver en el anexo F.1.1.1.

## II. Módulo 2. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA PLANEACIÓN DE LA EVALUACIÓN Y SON EJECUTADAS EXCLUSIVAMENTE POR LOS EVALUADORES

### Paso 4. Identificar y seleccionar los expertos a participar en la evaluación:

Tabla 16. Expertos a participar en la evaluación.

Evaluador	Experiencia previa	Organización
<b>Evaluador 1</b>	Experiencia en evaluaciones de usabilidad Años de experiencia: 2	Unicomfacauca - Popayán
<b>Evaluador 2</b>	Experiencia en evaluaciones de usabilidad Años de experiencia: 6	UNAD - Cali
<b>Evaluador 3</b>	Experiencia en evaluaciones de usabilidad Años de experiencia: 3	Uniminuto - Bogotá
<b>Evaluador 4</b>	Experiencia en evaluaciones de usabilidad Años de experiencia: 4	Universidad del Cauca - Popayán
<b>Evaluador 5</b>	Experiencia en evaluaciones de usabilidad Años de experiencia: 3	Bizagi - Bogotá

### Paso 5. Identificar las características de los usuarios

El representante de la organización identificó las características de usuario a los cuales está dirigida el EVAs a evaluar. Una vez identificados los perfiles de usuario, esa información fue enviada al *evaluador supervisor* señalando que para esta evaluación en particular deben considerarse usuarios con el siguiente perfil: experiencia en el uso de tecnologías de la información y poca/nula experiencia en el uso de EVAs.

### Paso 6. Definir el número de usuarios

El *evaluador supervisor* decidió que el número de usuarios a participar en las pruebas es 10. Así, debido a la naturaleza de la prueba, es posible realizar 5 interacciones constructivas.

### Paso 7. Seleccionar las parejas de usuarios que van a realizar la prueba.

El *evaluador supervisor* selecciona los usuarios que participaron en las interacciones, los cuales se adecuan a los perfiles de usuario definidos.

Tabla 17. Usuarios que participaron en las interacciones

Usuario	Edad	Organización	Experiencia previa (Si/No)
Usuario 1	24	FUP	No
Usuario 2	22	FUP	No
Usuario 3	18	FUP	No
Usuario 4	19	FUP	No
Usuario 5	22	FUP	No
Usuario 6	26	FUP	No
Usuario 7	29	FUP	No
Usuario 8	21	FUP	No
Usuario 9	21	FUP	No
Usuario 10	20	FUP	No

**Paso 8. Decidir el medio a utilizar para el registro de las actividades realizadas por los usuarios.**

El *evaluador supervisor* decidió que para el registro de las interacciones e impresiones a viva voz de las parejas de usuarios debe ser utilizada una cámara de video, con el fin de no perder detalle alguno durante la prueba.

**Paso 9. Elegir el lugar más adecuado para realizar las actividades ejecutadas por los usuarios.**

Este método de prueba de la usabilidad debe ser realizado en un lugar cómodo, así los usuarios pueden interactuar y expresar sus impresiones tranquilamente, es por ello que el *evaluador supervisor* decidió que las pruebas deben ser realizadas en la sala 202, la cual está ubicada en la Fundación Universitaria de Popayán sede San José.

**Paso 10. Definir las funcionalidades del EVA sobre los cuales se desea obtener información.**

El *evaluador supervisor* define un conjunto representativo de tareas de los usuarios, que serán realizadas por los usuarios en la prueba, es recomendable que el número de tareas sea igual o mayor a cinco, esto debido a que dichas tareas serán realizadas en parejas de usuarios. Para cada una de dichas tareas el *evaluador supervisor* deberá establecer un conjunto de pasos para completar la misma, y un conjunto de criterios de error que ayuden al usuario a estimar si la realización de la tarea fue realizada con éxito o no.

Tabla 18. Tareas realizadas dentro de la evaluación a usuarios.

TAREA 1: Realizar un Quiz		
PASOS	1	Ingresar a la plataforma virtual de Univida <a href="https://univida.fup.edu.co/">https://univida.fup.edu.co/</a>
	2	Iniciar sesión como usuario de la plataforma
	3	Seleccionar el usuario que se encuentra en la parte superior derecha.
	4	Seleccionar "Mis calificaciones".

	5	Seleccionar "Mis cursos " que se encuentra en la parte inferior y seleccionamos un curso.
	6	Seleccionar "This course" y seleccionamos "Cuestionarios".
	7	Seleccionar el Quiz que vamos a responder.
	8	Responder el quiz.
	9	Guardar respuestas del quiz.
<b>TIEMPO MÁXIMO: 10 minutos</b>		
<b>CRITERIOS DE ERROR</b>	1	Error de conexión o página no disponible.
	2	Conexión lenta.
	3	Error al cargar página.
	4	No se encontró ningún curso disponible.
	5	Conexión lenta.
	6	No se encuentra disponible.
	7	No se encuentra disponible.
<b>TAREA 2: Búsqueda de Calificaciones</b>		
<b>PASOS</b>	1	Ingresar a la plataforma virtual de Univida <a href="https://unividafulp.edu.co/">https://unividafulp.edu.co/</a>
	2	Iniciar sesión como usuario de la plataforma.
	3	Ir a "Mis calificaciones".
		Acceder al curso que se desea ver.
	4	Seleccionar el trabajo para ver su calificación.
	5	Corroborar que el trabajo haya sido revisado correctamente.
<b>TIEMPO MÁXIMO: 1 minuto</b>		
<b>CRITERIOS DE ERROR</b>	1	Denegar el acceso al sistema pues no reconoce los datos ingresados (se debe solicitar cambio de contraseña)
	2	No se ha inscrito a ningún curso existente, por lo tanto no hay calificaciones que mostrar
	3	No se han subido las notas del curso.
	4	No se ha vencido el tiempo de entrega y/o no se ha entregado
	5	El trabajo no ha sido revisado
<b>TAREA 3: Descarga de tareas</b>		
<b>PASOS</b>	1	Ingresar a la plataforma virtual de Univida <a href="https://unividafulp.edu.co/">https://unividafulp.edu.co/</a>
	2	Iniciar sesión como usuario de la plataforma.
	3	Seleccionar la sede.
	4	Seleccionar la categoría.
	5	Buscar el curso específico.
	6	Buscar la semana en que la tarea fue asignada.
	7	Buscar en que parte de la interfaz se encuentra la tarea a descargar.
	8	Abrir la tarea a descargar.
	9	Descargar la tarea.
<b>TIEMPO MÁXIMO: 3 minutos</b>		
<b>CRITERIOS DE ERROR</b>	1	Denegar el acceso al sistema pues no reconoce los datos ingresados (se debe solicitar cambio de contraseña)

	2	No se ha inscrito a ningún curso existente
	3	No aparece la semana en que está la tarea a descargar
	4	No está subida la tarea a descargar
	5	La tarea se encuentra vacía
<b>Tarea 4: Inscribirse a un Curso</b>		
<b>PASOS</b>	1	Ingresar a la plataforma virtual de univida <a href="https://unividafulp.edu.co/">https://unividafulp.edu.co/</a>
	2	Iniciar sesión como usuario de la plataforma
	3	Seleccionar categoría en este caso sería la opción cursos
	4	Seleccionar el curso de interés para el estudiante
	5	Verificar que la matricula al curso no requiera clave en el botón "Auto-matricula"
	6	Seleccionar el botón matricular para asegurar que todo está correcto.
	7	Ingresar al correo institucional
	8	Confirmar en el correo institucional la matricula
<b>TIEMPO MÁXIMO: 2 minutos</b>		
<b>CRITERIOS DE ERROR</b>	1	Error de conexión o página no disponible.
	2	Conexión lenta.
	3	Error al cargar página.
	4	No se encontró ningún curso disponible.
	5	Conexión lenta.
<b>Tarea 5: Subir un archivo</b>		
<b>PASOS</b>	1	Ingresar a la plataforma virtual de univida <a href="https://unividafulp.edu.co/">https://unividafulp.edu.co/</a>
	2	Iniciar sesión como usuario de la plataforma
	3	Seleccionar el usuario que se encuentra en la parte superior derecha.
	4	Seleccionar "Mis calificaciones".
	5	Seleccionar "Mis cursos " que se encuentra en la parte inferior y seleccionamos un curso.
	6	Seleccionar "This course" y seleccionamos "Tareas".
	7	Seleccionar el Tarea que vamos a responder.
	8	Subir archivo
	9	Guardar archivo
<b>TIEMPO MÁXIMO: 3 minutos</b>		

**Paso 11. Establecer tiempo máximo para realizar las tareas propuestas a los usuarios.**

El *evaluador supervisor* se encargó de establecer un tiempo máximo para realizar cada una de las tareas propuestas en el paso 10 de la presente guía, dicho tiempo se encuentra plasmado en la tabla anterior.

**Paso 12. Definir el escenario en el que se van a realizar las tareas.**

El *evaluador supervisor* definió el siguiente escenario para que sea tenido en cuenta por los usuarios al momento de realizar las tareas:

*Usted es estudiante de la Fundación Universitaria de Popayán y en una de las materias en las que se encuentra matriculado se le ha solicitado hacer uso de la herramienta Moodle, la cual se usa para dar soporte a UNIVIDA, para hacer uso de dicha herramienta se le ha asignado un usuario y una contraseña, al ingresar a la plataforma con este usuario, usted ya se encuentra matriculado al curso “Bases de Datos”, de esta forma se le facilitará realizar las tareas propuestas dentro del presente método.*

### **Paso 13. Definir el (los) tipo (s) de pregunta (s) a utilizar durante la evaluación.**

El *evaluador supervisor* definió que los tipos de preguntas más convenientes para incluir en el cuestionario son preguntas de selección múltiple con única respuesta y preguntas abiertas. Estas últimas son incluidas porque permiten obtener información subjetiva acerca de la percepción de los usuarios frente a la interacción con el sistema evaluado.

### **Paso 14. Definir cómo se analizarán las respuestas de las preguntas, teniendo en cuenta los tipos definidos.**

La presente guía propone analizar las respuestas de la siguiente manera:

Para las preguntas de selección múltiple con única respuesta será utilizado el sistema SUS (System Usability Scale), de tal manera que cada pregunta tiene 5 opciones de respuesta. El diseño de las preguntas y el significado de las opciones han sido creados para que la nota mínima (1) corresponda a una evaluación que reprueba o califica de mala manera lo que se está preguntando, mientras que la nota máxima (5) corresponde a una aprobación o que la pregunta está siendo calificada positivamente. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de la impresión de los usuarios acerca del sistema en evaluación.

Las preguntas abiertas serán analizadas de la siguiente manera: los evaluadores que participen en el análisis de la información deberán generar proposiciones a partir de las respuestas de los usuarios, dichas proposiciones deben redactarse de acuerdo con el lenguaje utilizado por los usuarios, con el fin de lograr un mayor acercamiento a lo que realmente quería decir el usuario al momento de interpretar la información. Las preguntas de este tipo intentan obtener información acerca de los aspectos que le gustan o disgustan a los usuarios respecto al sistema evaluado.

### **Paso 15. Elaborar un conjunto de preguntas, junto con su forma de respuesta y determinar el orden de las preguntas.**

Los evaluadores elaboran individualmente una lista general de preguntas con su respectiva forma de respuesta. En segundo lugar, el evaluador crea la lista general con aquellas preguntas de mayor relevancia y elimina las repetidas o que presentan ambigüedades, con el fin de obtener una lista final de preguntas. Previo a la realización de esta actividad, el *evaluador supervisor* señala al grupo de evaluadores los tipos de preguntas a incluir en el cuestionario.

Después de que es creada la lista de preguntas, el *evaluador supervisor* determina el orden de las preguntas según como se van a realizar en el cuestionario y elabora el cuestionario en formato digital.

**Paso 16. Elaborar los cuestionarios en formato escrito (o digital) para entregar a los usuarios.**

### **CUESTIONARIO PRE TEST**

#### **I. Datos personales**

1. Sexo.

Femenino ( )

Masculino ( )

2. Edad \_\_\_\_\_

3. Nivel más alto de educación alcanzado.

Técnico ( )

Universitario ( )

Especialización ( )

Maestría ( )

Doctorado ( )

#### **II. Experiencia en uso de tecnologías de la información y EVAs.**

1. ¿Con qué frecuencia usa internet?

Nunca ( )

Ocasionalmente ( )

Una vez al día ( )

Más de una vez al día ( )

Todo el día ( )

2. ¿Ha usado algún EVAs antes?

Si ( )

No ( )

¿Qué EVAs ha usado?

---

---

**¡Muchas gracias por su colaboración!**

**CUESTIONARIO POST- TEST**

Encierre en un círculo la nota más apropiada para cada una de las siguientes preguntas, donde 1 es el valor más bajo y 5 el valor más alto.

1. ¿Pudo completar las tareas?

1 2 3 4 5

2. ¿La información disponible en el EVA es completa?

1 2 3 4 5

3. ¿La información disponible en el EVA es fácil de entender?

1 2 3 4 5

4. ¿La información requerida en la prueba ha sido fácil de encontrar?

1 2 3 4 5

5. ¿La navegación en el EVA ha sido fácil?

1 2 3 4 5

6. ¿El sitio web es consistente?

1 2 3 4 5

7. ¿Se ha sentido bien informado u orientado dentro del EVA?

1 2 3 4 5

8. ¿El EVA le da confianza para realizar cualquier acción?

1 2 3 4 5

9. ¿Las acciones dentro del EVA se realizan con rapidez?

1 2 3 4 5

10. Usted califica su grado de satisfacción en el uso del EVA (Donde 1 Es la satisfacción menor y 5 la mayor satisfacción)

1 2 3 4 5

11. ¿En comparación con otros EVAS que ha usado antes, la experiencia con este le ha parecido? (Donde 1 Es una experiencia mala y 5 una experiencia mejor)

1 2 3 4 5

12. ¿Cómo evalúa su experiencia como colaborador en esta prueba?

1 2 3 4 5



13. ¿Qué fue lo que más les gustó del EVA?

---

---

---

---

---

14. ¿Qué fue lo que más les disgustó del EVA?

---

---

---

---

---

**¡Muchas gracias por su colaboración!**

### **Paso 17. Identificar el conjunto de heurísticas a utilizar**

Se tendrán en cuenta para ejecutar la presente guía los principios de usabilidad establecidos por Jakob Nielsen para el diseño de interfaces de usuario, los cuales están descritos en el documento “GUÍA EVALUADORES.doc” que se adjunta a la presente guía.

### **III. Módulo 3. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS EVALUADORES EXPERTOS**

#### **Paso 18. Diligenciar el documento “GUÍA EVALUADORES.DOC”.**

Cada uno de los evaluadores expertos diligenció el documento que se especifica para la presente actividad.

#### **Paso 19. Creación de una lista integrada de problemas**

El *evaluador supervisor* elabora una lista integrada con los problemas de usabilidad identificados por cada uno de los *evaluadores expertos*.

*Tabla 19. Problemas de usabilidad en evaluación a expertos.*

<b>Id</b>	<b>Problema</b>
P1	El sistema no permite navegar de una pantalla a otra.
P2	No se guarda historial de las clases a las que se ha inscrito.
P3	Todo el sistema posee el mismo tipo de letra.
P4	No se muestra un mensaje de alerta antes de eliminar un trabajo entregado.

P5	No se muestra ningún mensaje de alerta para publicar un enlace o un archivo.
P6	No se permite modificar el tamaño o color de la letra de la interfaz.
P7	No se informa cuanto tiempo se demorará en subir un archivo.
P8	No tienen ningún sonido que indique algún error o alerta.
P9	No se cuenta con un foro de ayuda en idiomas diferentes al inglés.
P10	El botón de ayuda no redirige a otra página.
P11	No todos los elementos del sistema tienen una descripción de sus funcionalidades.
P12	No se indica el tamaño de los archivos que se pueden subir al sistema.
P13	No siempre está visibles las instrucciones de uso del sistema
P14	Los cambios sobre la interfaz solo pueden ser realizados por el administrador del sistema.
P15	Los mensajes de error no aparecen en todas las circunstancias.
P16	El icono de ayuda es muy pequeño y no aparece en todas las pantallas del sistema.
P17	Siempre es necesario volver al menú principal para cambiar de curso.
P18	No es posible cancelar acciones, eliminar un curso o trabajo.
P19	No se proporcionan asistentes para realizar tareas comunes.
P20	No se proveen mecanismos alternativos para usuarios con problemas visuales.

### **Paso 20. Calificación Individual de Problemas.**

En esta actividad cada evaluador asigna calificaciones de severidad y frecuencia a los problemas de la lista integrada, dichas calificaciones deben estar entre 0 y 10, donde 0 es el valor mínimo y 10 es el valor máximo.

Los resultados de este paso se ven en el siguiente, debido a que en el siguiente se pueden ver las calificaciones de cada uno de los evaluadores.

### **Paso 21. Promediar las calificaciones de los evaluadores.**

El *evaluador supervisor* calcula promedios y desviación estándar para la severidad, frecuencia y criticidad de cada problema, teniendo en cuenta las calificaciones asignadas por los *evaluadores expertos* en los documentos “EvaluadoresIndividual.xlsx”.

Tabla 20. Clasificación de problemas por cada evaluador.

Id	Problema	Evaluador 1			Evaluador 2			Evaluador 3			Evaluador 4			Evaluador 5			Promedios			Desviación Estándar		
		C	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C
P1	El sistema no permite navegar de una pantalla a otra	3	4	7	3	4	7	3	3	6	3	2	5	3	4	7	3	3,4	6,4	0	0,894	0,894
P2	No se guarda historial de las clases a las que se ha inscrito	2	3	5	3	3	6	4	2	6	2	3	5	2	3	5	2,6	2,8	5,4	0,894	0,447	0,548
P3	Todo el sistema posee el mismo tipo de letra	3	4	7	3	3	6	2	3	5	4	2	6	3	4	7	3	3,2	6,2	0,707	0,837	0,837
P4	No se muestra un mensaje de alerta antes de eliminar un trabajo entregado	2	4	6	2	4	6	3	2	5	3	3	6	4	3	7	2,8	3,2	6	0,837	0,837	0,707
P5	No se muestra ningún mensaje de alerta para publicar un enlace o un archivo	3	4	7	2	3	5	4	4	8	2	3	5	3	4	7	2,8	3,6	6,4	0,837	0,548	1,342
P6	No se permite modificar el tamaño o color de la letra de la interfaz	2	4	6	3	3	6	3	2	5	3	4	7	3	4	7	2,8	3,4	6,2	0,447	0,894	0,837
P7	No se informa cuanto tiempo se demorará en subir un archivo	2	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3	5	3	3	6	2,2	3	5,2	0,447	0	0,447
P8	No tienen ningún sonido que indique algún error o alerta	3	3	6	2	3	5	4	2	6	3	3	6	3	4	7	3	3	6	0,707	0,707	0,707
P9	No se cuenta con un foro de ayuda en idiomas diferentes al inglés	3	4	7	2	2	4	3	4	7	3	2	5	3	3	6	2,8	3	5,8	0,447	1	1,304

P10	El botón de ayuda no redirige a otra página	2	4	6	3	3	6	4	3	7	3	3	6	2	4	6	2,8	3,4	6,2	0,837	0,548	0,447
P11	No todos los elementos del sistema tienen una descripción de sus funcionalidades	3	3	6	4	2	6	3	4	7	4	2	6	3	3	6	3,4	2,8	6,2	0,548	0,837	0,447
P12	No se indica el tamaño de los archivos que se pueden subir al sistema	3	4	7	2	3	5	2	4	6	3	3	6	2	4	6	2,4	3,6	6	0,548	0,548	0,707
P13	No siempre está visibles las instrucciones de uso del sistema	1	3	4	3	2	5	3	3	6	2	2	4	4	4	8	2,6	2,8	5,4	1,14	0,837	1,673
P14	Los cambios sobre la interfaz solo pueden ser realizados por el administrador del sistema	1	4	5	2	4	6	3	2	5	3	4	7	3	4	7	2,4	3,6	6	0,894	0,894	1
P15	Los mensajes de error no aparecen en todas las circunstancias	2	4	6	4	4	8	4	3	7	3	2	5	2	2	4	3	3	6	1	1	1,581
P16	El icono de ayuda es muy pequeño y no aparece en todas las pantallas del sistema	2	3	5	3	4	7	3	2	5	4	3	7	3	4	7	3	3,2	6,2	0,707	0,837	1,095
P17	Siempre es necesario volver al menú principal para cambiar de curso	3	4	7	2	4	6	2	2	4	3	4	7	2	3	5	2,4	3,4	5,8	0,548	0,894	1,304
P18	No es posible cancelar acciones, eliminar un curso o trabajo	3	4	7	3	5	8	3	3	6	2	3	5	2	4	6	2,6	3,8	6,4	0,548	0,837	1,14
P19	No se proporcionan asistentes para realizar tareas comunes	3	4	7	2	4	6	2	4	6	3	3	6	3	3	6	2,6	3,6	6,2	0,548	0,548	0,447

P20	No se proveen mecanismos alternativos para usuarios con problemas visuales	4	5	9	3	4	7	2	3	5	4	4	8	4	2	6	3,4	3,6	7	0,894	1,14	1,581
-----	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	---	-------	------	-------

## Paso 22. Generar un ranking de problemas en orden de importancia.

El *evaluador supervisor*, con base en las calificaciones promediadas, realiza una priorización de los problemas encontrados según su criticidad y severidad. Dichos problemas deben ser agrupados según el principio de usabilidad que incumplen.

Tabla 21. Ranking de problemas en orden de importancia.

ID	PRINCIPIO HEURÍSTICO	PROBLEMAS QUE INCUMPLEN EL PRINCIPIO	TOTAL
H1	Visibilidad del estado del sistema	P1,P17	2
H2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real	P11	1
H3	Control de usuario	P2,P4	2
H4	Consistencia y estándares	P3,P9	2
H5	Prevención de errores	P5,P12	2
H6	Reconocer mejor que recordar	P13,P20	2
H7	Flexibilidad y eficiencia de uso	P6,P7,P14	3
H8	Estética y diseño minimalista		
H9	Ayuda a usuarios a recuperarse de errores	P8,P15,P18	3
H10	Ayuda y documentación	P10,P16,P19	3
Total			20

Seguido a ello se debe realizar el ordenamiento de manera descendente de los problemas según cada uno de los criterios que se han especificado, los cuales son (frecuencia, severidad y criticidad), es decir se deben organizar los problemas según la frecuencia, según la severidad y según la criticidad, de manera que los problemas con mayor valor queden en primer lugar y los problemas con menor valor queden en último lugar.

*Clasificación de acuerdo a la severidad*

Tabla 22. Clasificación de acuerdo a la severidad.

Id	Problema	Promedio
		Severidad
P11	No todos los elementos del sistema tienen una descripción de sus funcionalidades	3,4
P20	No se proveen mecanismos alternativos para usuarios con problemas visuales	3,4
P1		3
P3	Todo el sistema posee el mismo tipo de letra	3
P8	No tienen ningún sonido que indique algún error o alerta	3
P15	Los mensajes de error no aparecen en todas las circunstancias	3

P16	El icono de ayuda es muy pequeño y no aparece en todas las pantallas del sistema	3
P4	No se muestra un mensaje de alerta antes de eliminar un trabajo entregado	2,8
P5	No se muestra ningún mensaje de alerta para publicar un enlace o un archivo	2,8
P6	No se permite modificar el tamaño o color de la letra de la interfaz	2,8
P9	No se cuenta con un foro de ayuda en idiomas diferentes al inglés	2,8
P10	El botón de ayuda no redirige a otra página	2,8
P2	No se guarda historial de las clases a las que se ha inscrito	2,6
P13	No siempre está visibles las instrucciones de uso del sistema	2,6
P18	No es posible cancelar acciones, eliminar un curso o trabajo	2,6
P19	No se proporcionan asistentes para realizar tareas comunes	2,6
P12	No se indica el tamaño de los archivos que se pueden subir al sistema	2,4
P14	Los cambios sobre la interfaz solo pueden ser realizados por el administrador del sistema	2,4
P17	Siempre es necesario volver al menú principal para cambiar de curso	2,4
P7	No se informa cuanto tiempo se demorará en subir un archivo	2,2

*Clasificación de acuerdo a la frecuencia*

*Tabla 23. Clasificación de acuerdo a la frecuencia.*

Id	Problema	Promedio
		Frecuencia
P18	No es posible cancelar acciones, eliminar un curso o trabajo	3,8
P5	No se muestra ningún mensaje de alerta para publicar un enlace o un archivo	3,6
P12	No se indica el tamaño de los archivos que se pueden subir al sistema	3,6
P14	Los cambios sobre la interfaz solo pueden ser realizados por el administrador del sistema	3,6
P19	No se proporcionan asistentes para realizar tareas comunes	3,6

P20	No se proveen mecanismos alternativos para usuarios con problemas visuales	3,6
P1	El sistema no permite navegar de una pantalla a otra	3,4
P6	No se permite modificar el tamaño o color de la letra de la interfaz	3,4
P10	El botón de ayuda no redirige a otra página	3,4
P17	Siempre es necesario volver al menú principal para cambiar de curso	3,4
P3	Todo el sistema posee el mismo tipo de letra	3,2
P4	No se muestra un mensaje de alerta antes de eliminar un trabajo entregado	3,2
P16	El icono de ayuda es muy pequeño y no aparece en todas las pantallas del sistema	3,2
P7	No se informa cuanto tiempo se demorará en subir un archivo	3
P8	No tienen ningún sonido que indique algún error o alerta	3
P9	No se cuenta con un foro de ayuda en idiomas diferentes al inglés	3
P15	Los mensajes de error no aparecen en todas las circunstancias	3
P2	No se guarda historial de las clases a las que se ha inscrito	2,8
P11	No todos los elementos del sistema tienen una descripción de sus funcionalidades	2,8
P13	No siempre está visibles las instrucciones de uso del sistema	2,8

*Clasificación de acuerdo a la criticidad*

*Tabla 24. Clasificación de acuerdo a la criticidad.*

Id	Problema	Promedios		
		Severidad	Frecuencia	Criticidad
P20	No se proveen mecanismos alternativos para usuarios con problemas visuales	3,4	3,6	7
P1	El sistema no permite navegar de una pantalla a otra	3	3,4	6,4
P5	No se muestra ningún mensaje de alerta para publicar un enlace o un archivo	2,8	3,6	6,4
P18	No es posible cancelar acciones, eliminar un curso o trabajo	2,6	3,8	6,4
P3	Todo el sistema posee el mismo tipo de letra	3	3,2	6,2
P6	No se permite modificar el tamaño o color de la letra de la interfaz	2,8	3,4	6,2



P10	El botón de ayuda no redirige a otra página	2,8	3,4	6,2
P11	No todos los elementos del sistema tienen una descripción de sus funcionalidades	3,4	2,8	6,2
P16	El icono de ayuda es muy pequeño y no aparece en todas las pantallas del sistema	3	3,2	6,2
P19	No se proporcionan asistentes para realizar tareas comunes	2,6	3,6	6,2
P4	No se muestra un mensaje de alerta antes de eliminar un trabajo entregado	2,8	3,2	6
P8	No tienen ningún sonido que indique algún error o alerta	3	3	6
P12	No se indica el tamaño de los archivos que se pueden subir al sistema	2,4	3,6	6
P14	Los cambios sobre la interfaz solo pueden ser realizados por el administrador del sistema	2,4	3,6	6
P15	Los mensajes de error no aparecen en todas las circunstancias	3	3	6
P9	No se cuenta con un foro de ayuda en idiomas diferentes al inglés	2,8	3	5,8
P17	Siempre es necesario volver al menú principal para cambiar de curso	2,4	3,4	5,8
P2	No se guarda historial de las clases a las que se ha inscrito	2,6	2,8	5,4
P13	No siempre está visibles las instrucciones de uso del sistema	2,6	2,8	5,4
P7	No se informa cuanto tiempo se demorará en subir un archivo	2,2	3	5,2

#### IV. Módulo 4. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN LA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN A LOS USUARIOS SIGNIFICATIVOS DEL EVA

Pese a que los siguientes pasos se enfocan exclusivamente en la evaluación que es realizada por parte de los usuarios, algunos de ellos contienen actividades que deben ser realizadas por los evaluadores quienes son los encargados de preparar y guiar la evaluación, y realizar el análisis de los resultados obtenidos de la misma.

##### **Paso 23. El *evaluador supervisor* presenta la prueba que será realizada por los usuarios.**

Para el desarrollo de las pruebas se cita a cada pareja de usuarios en el lugar designado para realizar la prueba. Una vez la pareja de usuarios esté en el lugar, el *evaluador supervisor* (que asume el rol de conductor de la prueba) y los usuarios se presentan con el fin de conocerse y generar confianza entre ellos. Después, el *evaluador supervisor* realiza la presentación de la prueba, indicando a los usuarios las funcionalidades del EVA en evaluación, mientras verbalizan sus impresiones mutuamente en voz alta, como una conversación. Adicionalmente, antes de iniciar la prueba se solicita a los usuarios responder el cuestionario pre-test que se ha indicado en el paso

18 de la presente guía, además se les pide firmar el respectivo acuerdo de confidencialidad y el *conductor solicita* su consentimiento para ser grabados.

**Paso 24. Ejecución de la evaluación a usuarios**

Una vez los usuarios son informados sobre la dinámica de la prueba, deben completar el cuestionario pre-test en un tiempo no mayor a 5 minutos, seguido a ello comienzan a realizar las tareas sugeridas por el *evaluador supervisor* de la prueba que se encuentran en el “GUÍA USUARIOS.doc” que se adjunta a la presente guía y que es entregada a cada uno de los usuarios que participan en la evaluación. Como resultado de esta actividad se tiene el documento “GUÍA USUARIOS.doc” diligenciado por los usuarios y las grabaciones de las acciones de los usuarios y de las interacciones con el *evaluador supervisor*, las cuales más adelante serán analizadas por el grupo de evaluadores.

**Paso 25. Diligenciar cuestionario post-test y preguntas adicionales.**

Al finalizar la prueba, el *evaluador supervisor* entrega a cada uno de los usuarios el cuestionario post-test que se ha indicado en el paso 18 de la presente guía para que sea diligenciado por los usuarios, y realiza preguntas adicionales a los usuarios con el fin de complementar la información recolectada. Como resultado de esta actividad se tiene la grabación de las respuestas de los usuarios y el cuestionario post-test diligenciado por ellos.

**Paso 26. El *evaluador supervisor* verifica que todos los usuarios hayan diligenciado el cuestionario.**

**Paso 27. Realizar cálculos estadísticos con base en las acciones de los usuarios.**

A partir de la ejecución de los experimentos, el *evaluador supervisor* calcula los porcentajes asociados a realización exitosa de las tareas solicitadas, además del tiempo promedio que los usuarios demoraron en la realización de cada una de ellas.

*Tabla 25. Tiempo de ejecución de tareas propuestas.*

Número Tarea	Tiempo Promedio(Segundos)	Tiempo Máximo(Segundos)	Diferencia(Segundos)
Tarea 1	540	600	60
Tarea 2	45	60	15
Tarea 3	160	180	20
Tarea 4	100	120	20
Tarea 5	160	180	20
Tarea 6			0
	<b>Tiempo Promedio Tareas(Segundos)</b>	<b>Tiempo Máximo Promedio(Segundos)</b>	<b>Diferencia promedios(Segundos)</b>
	201	228	27

Tabla 26. Promedio de preguntas de usuarios.

Respuestas a preguntas de Cuestionario Pos-Test(Preguntas)											
Usuario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Usuario 1	5	3	3	4	2	2	3	2	3	3	4
Usuario 2	5	3	4	4	3	3	2	2	4	3	3
Usuario 3	5	3	4	3	3	3	3	1	3	3	4
Usuario 4	5	2	3	4	4	2	4	2	4	2	4
Usuario 5	5	4	5	2	3	3	3	2	3	3	3
Usuario 6	5	3	3	4	4	3	2	3	3	4	3
Usuario 7	5	4	5	5	3	3	2	2	4	3	4
Usuario 8	5	3	3	3	2	2	3	2	4	3	3
Usuario 9	5	2	3	4	3	3	3	1	3	2	4
Usuario 10	5	4	4	3	2	4	3	1	2	2	3
Usuario 11											
Usuario 12											
Usuario 13											
Usuario 14											
Promedios	5	3,1	3,7	3,6	2,9	2,8	2,8	1,8	3,3	2,8	3,5

Tabla 27. Promedio de tareas completadas por los usuarios

Promedio de Tareas Completadas (PTC)	5
--------------------------------------	---

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
PTC = 5	1
4 ≤ PTC < 5	0,8
3 ≤ PTC < 4	0,6
2 ≤ PTC < 3	0,4
1 ≤ PTC < 2	0,2
PTC ≤ 1	0,01

Tabla 28. Satisfacción de usuarios con el EVA

<b>Satisfacción con el uso del EVA (SUS)</b>	3,03
--	------

<b>Clasificación del valor obtenido de la métrica</b>	<b>Calificación a asignar para normalizar</b>
SUS = 5	1
4 < SUS < 5	0,8
3 < SUS <= 4	0,6
2 < SUS <= 3	0,4
1 < SUS <= 2	0,2
SUS <= 1	0,01

### **Paso 28. Análisis de la evaluación**

En este paso cada evaluador se encarga de revisar las grabaciones y los cuestionarios pre-test y post-test de una de las parejas, lo ideal es que los resultados de las evaluaciones sean repartidos entre los evaluadores expertos para agilizar el análisis de los resultados.

Los resultados de la evaluación fueron repartidos entre cada uno de los evaluadores, por lo cual cada evaluador experto analizó los resultados de una de las parejas de usuarios.

### **V. Módulo 5. ACTIVIDADES QUE COMPRENEN EL ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS A EXPERTOS Y USUARIOS REPRESENTATIVOS DEL EVA**

### **Paso 30. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación heurística realizada por evaluadores expertos.**

#### *Contribuciones generales*

A partir de los resultados presentados en la Tabla (Cantidad de problemas por principio), en los principios *Ayuda y documentación (H10)*, *Ayuda a usuarios a recuperarse de errores (H9)* y *Flexibilidad y eficiencia de uso (H7)* la suma de problemas identificados es significativa. Por otro lado, el EVA presentan problemas en la utilización de convenciones del mundo real (P11); Los otros principios que se incumplen mayormente son H1, H3, H4, H5, H6, que presentan 2 problemas cada uno. Respecto al principio H8, en el menú principal del EVA no resulta clara la navegación a través de las opciones presentadas, puesto que siempre hay que volver al menú principal para poder cambiar de pantalla. Además, el EVA no es personalizable de acuerdo a las necesidades, características, preferencias personales, etc., de los usuarios, este no ofrece a los usuarios la posibilidad de ajustar el tamaño, ubicación, brillo, contraste, transparencia, entre otras características de los elementos de las interfaces (P6). Los problemas anteriores son críticos ya que provocan en el usuario pérdida de interés en la interacción con las aplicaciones.

## *Contribuciones acerca del ranking de criticidad*

Considerando el punto de corte (valor de criticidad 6), 16 problemas presentan un alto nivel de criticidad los cuales tienen valores que van desde el punto de corte hasta 7. Esto indica que no hay problemas extremadamente graves o catastróficos (criticidad 8), sin embargo, los 15 problemas críticos deben ser solucionados prioritariamente. “Los problemas con mayor criticidad corresponden a los principios: *Visibilidad del estado del sistema (H1)*, *Ayuda a usuarios a recuperarse de errores (H6)*, *Ayuda a usuarios a recuperarse de errores (H9)* y *Prevención de errores (H5)*”.

“Un solo problema obtuvo el valor de criticidad más alto que es 7”. Este se refiere a que la imagen utilizada para representar la opción de borrar un carácter en los campos de entrada de datos no se observa claramente (P8), por lo que “se dificulta identificar cuál es el botón correcto para borrar un carácter en el campo de entrada de datos”. Otros de los problemas que obtuvieron el valor de criticidad más alto están relacionados con la inexistencia de mecanismos que hagan más eficiente el uso del EVA, ausencia de una ayuda general o para cada una de las aplicaciones (P24). “Problemas como los anteriores provocan en los usuarios pérdida de interés en la interacción con los EVAs, por lo que no tendrán la motivación necesaria ni las ganas para volver a utilizarlos en el futuro”.

El problema con un valor de criticidad 6.2 se refiere a que al momento de publicar un comentario sobre un mensaje del Tablón, que tiene dos o más comentarios asociados, no hay realimentación para el usuario que le permita darse cuenta que el comentario fue publicado exitosamente (P12). Dado que el Tablón no provee una realimentación clara en este aspecto, “para los usuarios resultaría molesto publicar un comentario sobre mensajes que tienen más de dos comentarios asociados, pues ellos pueden creer que las acciones realizadas no han tenido éxito”.

Varios problemas obtuvieron el valor de criticidad 6. Uno de ellos se presenta en el Chat ya que no es posible ingresar letras mayúsculas ni algunos símbolos que generalmente utilizan los usuarios (P13). También, en las interfaces del EVA no se evitan los colores muy claros o muy oscuros (P16), lo cual hace que “algunas partes de la pantalla resulten incómodas a la vista de las personas”. Otro problema consiste en que el EVA no ofrece mecanismos alternativos para el ingreso de información (P18).

### **Paso 31. Identificar problemas de usabilidad en prueba realizada a usuarios.**

En la tabla 29 se listan los problemas de usabilidad encontrados por los evaluadores expertos a revisar las interacciones de los usuarios representativos del sistema con el EVA, en esta tabla no se encuentran los errores que fueron identificados en la evaluación realizada por los evaluadores expertos, esto con el fin de evitar redundancia de información y medir con exactitud la cantidad de problemas de usabilidad identificados por la presente guía, y así poder realizar un mejor análisis del funcionamiento de la misma.

*Tabla 29. Problemas de usabilidad identificados en prueba a usuarios.*

<b>Id</b>	<b>Problema</b>
P1	El EVA no diferencia claramente una opción seleccionada respecto a otra.
P2	Cuando se presiona el botón de ayuda, no se puede continuar en el mismo punto donde estaba antes.
P3	Los campos de entrada no contienen valores por defecto cuando corresponde.
P4	El EVA no permite a los usuarios volver a la configuración por defecto de los elementos que lo conforman.
P5	La estructura de los elementos en pantalla es compleja.
P6	Los mecanismos de búsqueda de la información no funcionan correctamente.
P7	La información de ayuda no describe correctamente las opciones que ofrece el sistema.
P8	El sistema no permite una navegación simple, clara y previsible.
P9	El EVA no permite la configuración del uso de colores restringidos.
P10	Los elementos del EVA no se sobre explican
P11	El EVA no permite la configuración de mecanismos alternativos para usuarios con problemas auditivos

### **Paso 32. Interpretación de los resultados obtenidos de la evaluación a usuarios**

Con respecto a los resultados obtenidos en la evaluación realizada a usuarios, se pudieron identificar un total de 11 problemas de usabilidad diferentes a los encontrados en la evaluación realizada a evaluadores expertos.

Concordando con la evaluación de los expertos, en la evaluación a usuarios se encontraron problemas relacionados con la navegabilidad dentro del EVA, las interacciones entre los usuarios permitieron identificar que los elementos de la interfaz no la consolidan como simple, clara y previsible en el momento de navegar por todo el EVA, los usuarios representativos del sistemas manifestaron su inconformidad con el hecho de tener que volver siempre al menú principal para poder realizar otra tarea, de igual forma en sus interacciones se pudo ver como se generaban discrepancias en la forma como sugerían a su compañero realizar algunas tareas, esto permite denotar que la navegabilidad del EVA no es clara y precisa para todos los usuarios.

De otra parte y gracias a que uno de los usuarios representativos del sistema tenía problemas auditivos y visuales se pudo identificar que el EVA no provee a sus usuarios mecanismos que permitan configurar ayudas a este tipo de usuarios, ni configurar el uso de colores restringidos, lo que es realmente preocupante debido a que por las características propias de los EVAs, estos tienen como objetivo llegar a personas que puedan tener algún tipo de discapacidad física y que por cualquier motivo no puedan acceder a la educación tradicional.

Igualmente el análisis de las interacciones permitió identificar que la búsqueda de cualquier tipo de información dentro del sistema no se puede realizar de forma natural, ya que los usuarios

tuvieron en algunos casos “discusiones” sobre el cómo realizar las búsquedas de información, este problema es también de un alto nivel de gravedad ya que dentro de un entorno virtual de aprendizaje donde el objetivo principal es la educación del estudiante, es de vital importancia que este pueda llegar a cualquier elemento del sistema de la manera más fácil sencilla posible.

Al igual que en la evaluación realizada a los expertos en esta se pudieron identificar problemas con relación a la ayuda que brinda el EVA a sus usuarios, si bien son problemas que ya habían sido descritos anteriormente, cabe destacar la inconformidad manifestada por los usuarios en sus interacciones con respecto a este aspecto del EVA, debido a que no todas las personas que acceden al EVA manejan a la perfección el idioma inglés que es el que por defecto brinda la herramienta en su opción de ayuda, lo que genera en los usuarios mucha confusión en la forma de utilizar la ayuda del EVA, de igual manera y siguiendo con los problemas en la ayuda se pudo identificar también que al usar dicha opción los usuarios no podían continuar realizando la tarea que estaban realizando desde el punto en el que se encontraban, lo que se suma a un error conjunto con la navegabilidad del EVA.

*Tabla 30. Tiempos estimados para ejecución de la guía.*

<b>Nro</b>	<b>Tiempo estimado(mins)</b>
<b><i>Etapa previa</i></b>	
1	10
2	10
3	20
40	
<b><i>Etapa de planeación</i></b>	
4	10
5	20
6	5
7	5
8	5
9	5
10	40
11	20
12	10
13	10
14	10
15	30
16	30
17	10
210	
<b>Etapa de ejecución en evaluadores expertos</b>	
18	120

19	50
20	20
21	20
22	20
230	
<b>Etapas de ejecución en usuarios representativos</b>	
23	30
24	20
25	10
26	5
27	20
28	40
125	
<b>Etapas análisis de resultados</b>	
29	40
30	40
31	40
120	

#### 4.7. Análisis comparativo de la guía propuesta para la evaluación de usabilidad en EVAs y los MEU aplicados individualmente.

##### 4.7.1. Comparación con base en problemas de usabilidad encontrados.

La tabla 30 realiza una comparación entre los MEU aplicados de forma individual y la guía objeto de la presente investigación.

*Tabla 31. Comparación con base en problemas de usabilidad encontrados*

MEU	Número Evaluadores	Número Usuarios	Problemas Encontrados	Problemas Críticos	Problemas diferentes a los encontrados en la evaluación heurística
Evaluación Heurística	5	0	20	15	NA
Recorrido Cognitivo	5	0	15	6	3
Experimentos formales	5	10	16	9	4
Interacción Constructiva	5	10	16	12	4
Método del conductor	4	8	13	8	3
Cuestionarios	5	10	0	0	0



Entrevistas	5	10	8	3	0
Guía propuesta	5	10	31	23	11

Al realizar un análisis comparativo entre los MEU aplicados de forma individual y la guía propuesta en el presente trabajo investigativo, se puede ver que el total de problemas encontrados por la guía es mayor al total de problemas encontrados por cualquiera de los MEU que se aplicaron individualmente, si bien la guía propuesta está conformada en parte por la evaluación heurística, el total de problemas encontrados por la guía diferentes a los encontrados por la evaluación heurística supera en gran medida a los encontrados por el resto de MEU, consideramos que la interacción de los usuarios al realizar la evaluación es un gran aporte a la evaluación, debido a que el hecho de que los usuarios interactuaran de manera natural con el EVA, permite que estos expresen un mayor número de impresiones sobre las tareas que están realizando, de igual manera el establecer 5 tareas como mínimo para realizar la evaluación es un aspecto que hace que la evaluación se realice de una manera más profunda.

De otra parte el haber establecido una guía concreta para evaluar la usabilidad hace que dicha evaluación se realice de una mejor manera, esto debido a la carencia de información del cómo deben ser aplicados los MEU de manera individual, de la falta de entregables definidos para cada una de las actividades que los conforman, y a la falta de estandarización de las actividades que deben ser seguidas para completar su ejecución, desde este aspecto es destacable que la guía provee todos los aspectos necesarios para realizar la evaluación de usabilidad en EVA, desde un proceso definido para la evaluación, conformado por actividades y entregables para cada una de ellas, estimaciones de tiempo, métricas y una serie de pasos que brindan a los evaluadores un camino a seguir en el objetivo de realizar una evaluación completa y precisa.

A continuación se muestran las comparaciones de los resultados de las métricas asociadas a los problemas de usabilidad identificados.

### **Métrica: Cantidad total de problemas identificados (CTP)**

La tabla 32 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CTP. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la guía propuesta.

*Tabla 32. Cantidad de problemas identificados*

<b>Clasificación del valor obtenido de la métrica</b>	<b>Calificación a asignar para normalizar</b>
$V_{met} > 30$	0,95
$26 < V_{met} \leq 30$	0,8
$22 < V_{met} \leq 26$	0,65
$18 < V_{met} \leq 22$	0,5
$14 < V_{met} \leq 18$	0,35
$10 < V_{met} \leq 14$	0,2
$6 < V_{met} \leq 10$	0,05

V_met <= 6	0,01
------------	------

Con base en la información de la Tabla 32, la Tabla 33 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

*Tabla 33. CTP normalizados*

MEU	CTP	CTP Normalizada
Evaluación Heurística	20	0,5
Recorrido Cognitivo	13	0,2
Experimentos formales	14	0,2
Interacción Constructiva	18	0,35
Método del conductor	13	0,2
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	8	0,05
Guía propuesta	31	0,95

#### **Métrica: Cantidad de problemas críticos (CPC)**

La tabla 34 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CPC. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la guía propuesta.

*Tabla 34. Cantidad de problemas críticos*

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
V_met = 23	1
18 < V_met <= 23	0,8
13 < V_met <= 18	0,6
8 < V_met <= 13	0,4
3 < V_met <= 8	0,2
V_met <= 3	0,01

Con base en la información de la Tabla 34, la Tabla 35 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

Tabla 35. CPC normalizada

MEU	CPC	CPC Normalizada
Evaluación Heurística	15	0,6
Recorrido Cognitivo	7	0,2
Experimentos formales	9	0,4
Interacción Constructiva	12	0,4
Método del conductor	8	0,2
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	3	0,01
Guía propuesta	23	1

### Métrica: Cantidad de problemas frecuentes (CPC)

La tabla 36 presenta la *tabla de normalización* propuesta para la métrica CPC. En la tabla fue tomado como valor de referencia (valor máximo) la cantidad de problemas detectados en la guía propuesta.

Tabla 36. Cantidad de problemas frecuentes

Clasificación del valor obtenido de la métrica	Calificación a asignar para normalizar
$V_{met} = 18$	1
$15 < V_{met} < 18$	0,84
$12 < V_{met} \leq 15$	0,67
$9 < V_{met} \leq 12$	0,5
$6 < V_{met} \leq 9$	0,33
$3 < V_{met} \leq 6$	0,16
$V_{met} \leq 3$	0,01

Con base en la información de la Tabla 36, la Tabla 37 presenta las medidas obtenidas y normalizadas de la métrica CTP.

Tabla 37. CPF normalizada

MEU	CPF	CPF Normalizada
Evaluación Heurística	12	0,67
Recorrido Cognitivo	6	0,16
Experimentos formales	6	0,16

Interacción Constructiva	8	0,33
Método del conductor	10	0,5
Cuestionarios	0	0,01
Entrevistas	3	0,01
Guía propuesta	18	1

Las métricas CTP, CPC Y CPF nos permiten ver que la guía propuesta tiene un valor muy alto en comparación con los MEU aplicados individualmente sobre el mismo EVA, esto se debe en gran parte a que los métodos evaluación heurística, interacción constructiva y recorrido cognitivo realizan aportes significativos para la conformación de la guía, y los resultados de sus aplicaciones individuales en conjunto alcanzan valores parecidos a los obtenidos por la guía propuesta en la presente investigación. Como se planteó desde el inicio de la presente investigación, el objetivo principal de la guía es realizar una evaluación completa de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje, en este sentido las métricas detalladas anteriormente nos dan una importante luz en la consecución de este objetivo ya que el encontrar el mayor número de problemas de usabilidad es un importante indicador de que la guía funciona de manera correcta.

A continuación se muestran las comparaciones de los resultados de las métricas asociadas a los tiempos de ejecución de cada uno de los MEU y la guía propuesta.

La tabla 38 presenta ñas calificaciones a asignar para normalizar cada una de las métricas asociadas a la característica tiempo.

*Tabla 38. Calificaciones a asignar para la normalización de las métricas de tiempo.*

<b>Clasificación del valor obtenido de la métrica(mins)</b>	<b>Calificación a asignar para normalizar</b>
Tiempo_Actividades > 350	0,99
315 < Tiempo_Actividades <= 350	0,9
280 < Tiempo_Actividades <= 315	0,8
245 < Tiempo_Actividades <= 280	0,7
210 < Tiempo_Actividades <= 245	0,6
175 < Tiempo_Actividades <= 210	0,5
140 < Tiempo_Actividades <= 175	0,4
105 < Tiempo_Actividades <= 140	0,3
70 < Tiempo_Actividades <= 105	0,2
35 < Tiempo_Actividades <= 70	0,1
0 < Tiempo_Actividades <= 35	0,01

**Métrica: Tiempo empleado para completar la etapa de planeación (TEP)**

La tabla 39 resume los tiempos empleados para completar la etapa de planeación de cada uno de los MEU aplicados individualmente y la guía propuesta en el presente trabajo investigativo.

*Tabla 39. Resumen métrica TEP para cada método.*

MEU	TEP (Mins)	TEP Normalizada	Complemento a TEP
Evaluación Heurística	350	0,9	0,1
Recorrido Cognitivo	270	0,7	0,3
Experimentos formales	315	0,8	0,2
Interacción Constructiva	110	0,3	0,7
Método del conductor	165	0,5	0,5
Cuestionarios	90	0,2	0,8
Entrevistas	50	0,1	0,9
Guía propuesta	210	0,5	0,5

Como se puede ver en la tabla comparativa, la guía propuesta tiene un valor medio en el tiempo para completar la etapa de planeación, una de las razones para que este valor no sea muy alto en comparación a los MEU es que el hecho de dar a los evaluadores todos los pasos, actividades, entregables, etc..., para realizar la evaluación hace que el tiempo de planeación de la misma se haga más reducido ya que los participantes de la evaluación tienen definido desde un principio los pasos a seguir en pro de realizar la evaluación, es destacable mencionar que los formatos anexos a la guía facilitan a los evaluadores muchas de las actividades que se consideran de planeación con relación a los MEU aplicados de forma individual.

**Métrica: Tiempo empleado para completar la etapa de ejecución (TEE)**

*Tabla 40. Resumen métrica TEE para cada método.*

MEU	TEE (Mins)	TEE Normalizada	Complemento a TEP
Evaluación Heurística	175	0,4	0,6
Recorrido Cognitivo	100	0,2	0,8
Experimentos formales	20	0,01	0,99
Interacción Constructiva	55	0,1	0,9
Método del conductor	35	0,01	0,99
Cuestionarios	25	0,01	0,99
Entrevistas	70	0,1	0,9
Guía propuesta	345	0,9	0,1

Dado que la guía para la evaluación de la usabilidad en EVA presentada en la presente guía busca realizar una evaluación completa, consistente y eficaz, los pasos que se incluyen dentro de la etapa de ejecución de la misma comprenden una evaluación realizada exclusivamente por expertos y una realizada por usuarios representativos del sistema, razón por la cual la métrica asociada al tiempo empleado para la ejecución de cada método sea considerablemente más reducido que el empleado para la ejecución de la guía propuesta, de igual manera el hecho de que la guía esté conformada por una combinación de los métodos aplicados individualmente hace que su ejecución comprenda una serie más amplia de pasos y por consiguiente un mayor tiempo empleado para su ejecución.

**Métrica: Tiempo para completar el análisis de resultados (TEA)**

*Tabla 41. Resumen métrica TEA para cada método.*

MEU	TEA (Mins)	TEA Normalizada	Complemento a TEA
Evaluación Heurística	140	0,3	0,7
Recorrido Cognitivo	70	0,1	0,9
Experimentos formales	200	0,5	0,5
Interacción Constructiva	100	0,2	0,8
Método del conductor	100	0,2	0,8
Cuestionarios	100	0,2	0,8
Entrevistas	70	0,1	0,9
Guía propuesta	120	0,3	0,7

Pese a que la etapa de ejecución de la guía propuesta tenga un valor elevado con respecto a los MEU aplicados individualmente, el análisis de los resultados de la guía tiene un valor medio con relación a los MEU, esto debido a las facilidades que ofrece la guía en cuanto al proceso de análisis de datos mediante los documentos que se anexan a ella, de igual manera cabe resaltar que ninguno de los MEU ofrecen una forma estandarizada de recolección y análisis de los resultados obtenidos, por lo que el documento final de resultados creado en la presente investigación y anexado a la presente guía se constituye como un elemento de mucho valor para completar las tareas referentes a el análisis de los resultados.

**4.8. Validación del estudio de caso mediante métricas e indicadores definidos.**

Para la validación del estudio de caso se definieron 3 métricas y 4 indicadores para cada una de ellas, de acuerdo a esto se consideró necesario incluir tres cuestionarios enfocados en recolectar resultados para calcular dichas métricas e indicadores, los cuestionarios pueden ser vistos en los anexos I.1.1, I.1.2 e I.1.3.

**4.8.1. Utilidad:**

La utilidad se define como la propiedad por la cual la guía definida en esta propuesta adquiere la condición de valor útil para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Las pautas que se han establecido para calcular la utilidad son:

El valor normalizado de la métrica PTC es mayor o igual a 0,8.

Tabla 42. Promedio de tareas completadas por los usuarios.

<b>Promedio de Tareas Completadas (PTC)</b>	5
---	---

<b>Clasificación del valor obtenido de la métrica</b>	<b>Calificación a asignar para normalizar</b>
<b>PTC = 5</b>	<b>1</b>
4 ≤ PTC < 5	0,8
3 ≤ PTC < 4	0,6
2 ≤ PTC < 3	0,4
1 ≤ PTC < 2	0,2
PTC ≤ 1	0,01

Con respecto a las tareas completadas por los usuarios representativos del sistema, todas las parejas de usuarios pudieron completarlas, lo que indica que la evaluación fue planeada de una buena manera y que los problemas de usabilidad encontrados no afectan el funcionamiento final del EVA del estudio de caso.

Tabla 43. Indicadores de utilidad

El rango de evaluadores expertos que consideren que guía para la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.	88%
El valor que considera el evaluador supervisor que guía para la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.	90%
El valor que considera el representante de la organización que la evaluación es una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVA esté entre el 80% y 100%.	90%

De acuerdo a los indicadores propuestos para medir la utilidad de la guía propuesta en la presente investigación, tanto los evaluadores expertos, el evaluador supervisor y el representante de la organización indicaron que la guía se consolida como una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad debido a que las respuestas a los cuestionarios propuestos arrojaron valores por encima del 80%, el cual se estableció previamente como el rango inferior para cumplir con dichos indicadores, así que debido a que los 4 indicadores propuestos cumplieron con los estándares planteados se puede concluir que la guía se establece como una herramienta útil en el proceso de evaluación de usabilidad en EVAs.

#### 4.8.2. Aplicabilidad

La aplicabilidad se define como la propiedad por la cual la guía se puede emplear fácilmente para obtener resultados eficientes en la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Las pautas que se han establecido para determinar la aplicabilidad son:

*Tabla 44. Indicadores de aplicabilidad*

El grado de aplicabilidad de la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.	80%
El promedio del grado de aplicabilidad de la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.	84%
El grado de aplicabilidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.	80%
El promedio del grado de aplicabilidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esté entre cuatro y cinco (siendo cinco el grado de aplicabilidad más alto) debe ser superior o igual al 80%.	80%

Con relación a los indicadores propuestos en el diseño del estudio de caso para validar la aplicabilidad de la guía, estos estuvieron muy cerca de no cumplir con el rango mínimo para su aprobación, de acuerdo con los datos obtenidos de los evaluadores expertos y evaluador supervisor, al realizar un proceso de evaluación de usabilidad completo, la guía puede tornarse en ciertos puntos un poco extensa, y pese a que los documentos anexos son herramientas de mucha utilidad, estos pueden ser en una reducida medida difíciles de aplicar, pese a ello, tanto estos como la guía en general han sido evaluados por expertos en temas relacionados con la usabilidad, experiencia de usuario y evaluaciones de usabilidad y se puede llevar una buena relación entre lo aplicable de la guía y la completitud de sus resultados.

#### 4.8.3. Complejidad

La complejidad se define como la diversidad de elementos que componen una situación, los cuales se encuentran entrelazados y/o interconectados que contiene información adicional y oculta al evaluador supervisor. Las pautas que se han establecido para determinar la complejidad son:

*Tabla 45. Indicadores de complejidad*

El promedio del grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esta entre 1 y 2 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).	1,8
--	-----



El grado de complejidad de la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esta entre 1 y 2 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).	2
El promedio del grado de complejidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción de los evaluadores expertos que esta entre 1 y 2 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).	1,8
El grado de complejidad de los documentos anexos a la guía obtenido a partir de la percepción del evaluador supervisor que esta entre 1 y 2 (siendo 5 el grado más alto de complejidad).	1,8

Al respecto de la complejidad que tiene la ejecución de la guía propuesta para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje, esta estuvo cerca del rango mínimo para su aprobación, los motivos de esta situación se encuentran directamente ligados a la métrica anterior, debido a que la guía y sus documentos realizan una evaluación exhaustiva de usabilidad, estos mismos se consideran en cierto modo complejos en su ejecución, fue esta la razón por la cual los expertos sugirieron incluir un diagrama general del proceso de evaluación de usabilidad que sigue la guía, el cual pretende mejorar la aplicabilidad de la guía, y en cierta medida reducir su complejidad.

## **5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

### **5.1. Conclusiones**

Pese a que desde la definición y planteamiento del trabajo de grado se decidió que la guía serviría para realizar evaluaciones de usabilidad sobre entornos virtuales de aprendizaje (EVAS), dentro del desarrollo del trabajo se hizo necesario acotar el termino EVAs, definiendo para ello una serie de características que deben cumplir los sistemas que deseen ser evaluados, esto debido a la diversidad de definiciones que existen para este tipo de sistemas, dichas características buscan definir con claridad el tipo de sistemas que pueden ser evaluados por la guía, para que los resultados que dicha evaluación arroje estén acorde con los resultados que fueron obtenidos dentro del estudio de caso que se desarrolló dentro de la presente investigación. Cabe destacar y como sugerencia a futuros trabajos relacionados a la presente investigación, que deben definirse con claridad y con anterioridad las características concretas de los términos que van a ser utilizados, esto evitará en el transcurso de las investigaciones que el alcance de las mismas aumente y con ello la complejidad y duración de sus trabajos.

Dado el análisis de la literatura realizado previo y durante el desarrollo de la presente investigación, no se encontró una guía para la evaluación de usabilidad que planteara un lineamiento claro en cuanto a él qué, cómo y cuándo deben ser realizadas este tipo de evaluaciones, en este sentido el resultado que se presenta en la presente investigación arroja una guía clara para la evaluación de la usabilidad en EVAs, la cual provee una secuencia de actividades bien definidas, especificación de entregables, descripción de los diferentes participantes del proceso de evaluación y especificación del proceso de comunicación entre los participantes de la evaluación. De esta manera son estas especificaciones que se incluyen dentro la guía un primer paso en el objetivo de realizar evaluaciones de usabilidad en EVAs de manera completa y efectiva

siguiendo un lineamiento que permita facilitar las evaluaciones a los participantes que se encuentren dentro de las mismas.

La *guía para la evaluación de la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje* propuesta en la presente investigación ha sido planteada mediante la realización de un caso de aplicación en un entorno virtual de aprendizaje. La guía está conformada por la combinación de las características más relevantes de los MEU estudiados y aplicados dentro de la presente investigación. Esto considerando las condiciones bajo las cuales fueron ejecutados los métodos de evaluación objeto de estudio. Luego, la guía fue evaluada exitosamente mediante un caso de estudio final en el mismo EVA. Pese a que la guía fue ejecutada dentro de un caso de estudio satisfactoriamente, los expertos en temas relacionados con los que abarca la presente investigación manifestaron que la ejecución de la misma se hace dispendiosa y difícil de realizar, esto sin duda es equilibrado por los resultados obtenidos al final de la ejecución en los cuales se muestra gran mejoría con respecto a la ejecución de los métodos de manera individual, con lo cual a pesar del esfuerzo extra que debe ser realizado para ejecutar la guía, esta realiza evaluaciones completas y efectivas.

En esta investigación fue ejecutado un conjunto de MEU, donde un entorno virtual de aprendizaje fue considerado como base experimental. Luego de la ejecución de los métodos fue realizado el análisis de los resultados obtenidos mediante una serie de métricas asociadas a las características: *detección de problemas de usabilidad y tiempo*. De esta manera, la presente investigación propone una combinación de MEU que pueden servir como base para evaluar un entorno virtual de aprendizaje según un escenario específico. Este es un punto de partida considerado relevante, dado que desde la perspectiva de los usuarios la usabilidad puede hacer la diferencia entre desarrollar una tarea completamente o no durante la interacción con un sistema, y disfrutar el proceso o sentirse frustrado, mediante esta propuesta de investigación se intenta aumentar en gran medida la posibilidad de éxito de los EVAs. Ahora bien, se tiene que uno de los principales atributos de calidad de los EVAs es la usabilidad. Esta resulta ser un aspecto crítico en el desarrollo de sistemas que puedan declararse exitosos, ya que el hecho de que un sistema sea usable implica que permite a sus usuarios trabajar de manera eficaz, eficiente y satisfactoria. Por lo cual, la *guía para evaluar la usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje* contribuiría en ese aspecto.

## **5.2. Trabajo futuro**

Este trabajo de grado deja muchas puertas abiertas para continuar con la investigación realizada. Las principales actividades futuras están relacionadas al refinamiento de la guía de evaluación propuesta. La utilización de la guía propuesta en distintos sistemas software interactivos servirá como realimentación para conocer el comportamiento de las misma. Es probable que, con el paso del tiempo y la gran velocidad de cambio de las tecnologías de información y comunicación, la guía deba ser actualizada o surjan nuevas combinaciones que den soporte a escenarios de evaluación distintos de los contemplados en la presente investigación.

La guía de evaluación fue construida considerando las características: *detección de problemas de usabilidad y tiempo*, en los métodos de evaluación ejecutados. Un conjunto de métricas, correspondientes a cada una de dichas características, fue estudiado para

observar el comportamiento de los MEU objeto de estudio en entornos virtuales de aprendizaje. Como trabajo futuro, si se desea plantear combinaciones adicionales de MEU considerando otros factores/características, conviene realizar un proceso como el llevado a cabo en la presente investigación, que consiste básicamente en estudiar el comportamiento de los MEU con base en el nuevo factor definido en diferentes áreas de aplicación.

Dado que en la presente investigación únicamente fue evaluada la guía en un EVA, conviene también sea evaluada mediante otros casos de estudio específicos. De igual forma, conviene difundir la guía de evaluación propuesta a la comunidad académica, con el fin de que sea considerada en investigaciones que tratan temas de evaluación de usabilidad de software.

Los equipos de trabajo, responsables del proceso de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos, presentan los mismos desafíos que tiene cualquier otro equipo, tales como participantes dominantes o tímidos, falta de consenso, entre otros. No necesariamente, los expertos en usabilidad tienen las habilidades requeridas para coordinar esos desafíos y guiar las pruebas de usabilidad satisfactoriamente. La evaluación de usabilidad de EVAs es un proceso que requiere de tiempo y experiencia en el área. Es destacable que durante las evaluaciones de usabilidad de los sistemas fueron involucradas varias personas (profesionales directamente implicados en el desarrollo de los sistemas, ingenieros de sistemas, ingenieros electrónicos, usuarios finales y expertos en usabilidad), con el fin de que estas fueran llevadas a cabo de manera más apropiada. Sin embargo, como trabajo futuro conviene realizar evaluaciones de usabilidad con equipos multidisciplinarios buscando hacer frente a desafíos como los antes mencionados.

### **5.3 Publicaciones**

Como resultado del trabajo de investigación fueron realizadas algunas publicaciones, no obstante queda pendiente generar más publicaciones donde sean presentados los resultados finales logrados. Las publicaciones realizadas hasta el momento son las siguientes:

C.Collazos, V.Agrede, J. Pinto;IV Jornadas iberoamericanas de interacción Humano-Computador- “Construyendo una guía para la evaluación de la usabilidad en EVAs- Building a guide for the evaluation of usability in VLE”; Popayán, Abril 2018.

C.Collazos, V.Agrede, J. Pinto; Revista Campus Virtuales; ed 78“Combinación de Métodos para la Evaluación de la Usabilidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje Combining Methods for Usability Assessment in Virtual Learning Environments”; Huelva, España, octubre 2018.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. G. M. G. Enric Mor, *Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante*, 2007.
- [2] Y. R. J. P. H. Sharp, *Interaction Design Beyond Human - Computer Interaction*, 2 ed, Wiley, John & Sons, Incorporated, 2007.
- [3] X. Ferré, *Marco de Integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo de Software*, Madrid, 2005.
- [4] Nielsen, *The usability engineering life cycle: IEEE*, 1992.
- [5] J. F. G. D. A. A. Dix, *Human-computer interaction: Prentice hall*, 2004.
- [6] 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*, Lleida: Tesis Doctoral, Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Lleida, 2007.
- [7] A. Solano, *Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva*, Popayán, Cauca, 2011.
- [8] P. ST-CAV, «Servicios de T-Learning para el soporte de una Comunidad Académica Virtual,» 15 07 2016. [En línea]. Available: <http://www.unicauca.edu.co/stcav/>.
- [9] M. E. A. Obeso, *Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos*, Oviedo, 2005 .
- [10] M. M. N Bevan, *Usability measurement in context. National physical laboratory Teddington, Middlesex, UK Behaviour and information technology*, 13, 132-145, 1994.
- [11] J. Nielsen, *Paper versus computer implementations as mockup scenarios for heuristic evaluation*, 1990.
- [12] F. J. Pino, M. Piattini y G. Horta Travassos, «Managing and developing distributed research projects in software engineering by means of actionresearch,» *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, pp. 61-74, 2013.
- [13] S. Thüer y A. Ferreira Szpiniak, « Entornos Virtuales de Aprendizaje: Diseño de experiencias de usuario para la web 2.0. Conferencia Internacional ICDE – UNQ 2011 “Educación a distancia, TIC y universidad: calidad, equidad y acceso a la educación superior,» Buenos Aires, Argentina, 2011.

- [14] R. H. TREJO, *Uso de los entornos virtuales de aprendizaje en la educación a distancia*, Costa Rica, 2013.
- [15] I. S. Q. S. I. 2. ISO, in *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Systems and software quality models*, ed., 2011.
- [16] G. L. D. y. W. A. Cockton, « Inspection-based evaluations. Jacko, J.A., Sears, A., (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*, 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates,» 2003, pp. 1171-1190.
- [17] C. R. S. R. R. Otaiza, "Evaluating the usability of transactional Web Sites," presented at the Third International Conference on Advances in ComputerHuman Interactions (ACHI'10), Saint Maarten, 2010.
- [18] D. PLANTAK VUKOVAC y V. & K. B. KIRINIC, «A COMPARISON OF USABILITY EVALUATION METHODS FOR E-LEARNING SYSTEMS,» de *DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK*, 2010, pp. 271-288.
- [19] M. I. B. T. M. V. Javier Reyes Vera, «Evaluación de usabilidad de un sistema de administración de cursos basado en la plataforma LingWeb,» *Ingeniare*, vol. 24, nº 3, pp. 435-444, 2016.
- [20] C. V. S. Ariel Ferreira Szpiniak, *Diseño de un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje basado en la usabilidad*, La plata, 2013.
- [21] M. P. Martínez, «USABILIDAD EN UN SISTEMA DE E-LEARNING,» de *7 - th EUROPEAN CONFERENCE E-COMM-LINE* , Bucharest, 2006.
- [22] R. Otaiza, Metodología de evaluación de usabilidad para aplicaciones web transaccionales," Magíster en Ingeniería Informática Tesis de Maestría, Escuela de Ingeniería Informática, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, 2008.
- [23] A. B., Evaluación de Interfaces Graficas: ¿Qué, Como, Cuando, Quien, Cuanto y a Que Precio? Grupo de Investigación Centro Imagen GICI Escuela de Arquitectura y Diseño Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia, 2008.
- [24] 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.
- [25] M. Guinalú, « Métodos de usabilidad y diseño centrado en el usuario,» [En línea]. Available: <https://www.slideshare.net/GUINALIU/mtodos-de-evaluacin-de-usabilidad>.

- [26] R. Bias, «Walkthroughs: Efficient collaborative testing,» *IEEE Software* 8, 5 , pp. 84-95, 1991.
- [27] R. Bias, *Cost-justifying usability*, Boston: Harcourt Brace & Co, 1994.
- [28] J. Preece, *Human-computer interaction*. Harlow: Addison-Wesley, 1999.
- [29] S. Riihiaho, *Experiences with usability evaluation*. Helsinki University of Technology - Laboratory of Information Processing Science. Licentiate's thesis, 2000.
- [30] T. Lindroth y S. Nilsson, *Contextual usability. Rigour meets relevance when usability goes mobile-* Laboratorium for Interaction Technology University of Trollhättan/Uddevalla, 2000.
- [31] S. J. L. T. G. C. D. Wixon, *Inspections and design reviews: framework, history and reflection*, John Wiley & Sons, Inc, 1994.
- [32] J. Hom, «SID@R,» [En línea]. Available: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/introduccion.htm>.
- [33] J. Nielsen, «The use and misuse of focus groups,» 1997. [En línea]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/focus-groups/>.
- [34] L. Gamberini y V. E. Web usability today: Theories, approach and methods and Society in the Internet Age Amsterdam, IOS Press, 2003.
- [35] A. Floria, *La consistencia en la interfase de usuario, Traducción del artículo de Hom J. publicado en 1992*, 2000.
- [36] K. Lim, L. Ward y I. Benbasat, «An empirical study of computer system learning:,» de *Information system research* 8, 1997, pp. 254-272 .
- [37] S. Giacoppo, CHARM-Choosing Human-Computer Interaction (HCI) Appropriate Research Methods. Development Methods: User Needs Assessment & Task Analyses Department of Psychology. Catholic University Washington, DC 20064 USA, 2001.
- [38] J. Nielsen, *Usability engineering*. Academic Press, 1993.
- [39] P. Concejero, A. Clarke y R. Ramos, «CTS usability evaluation guideline,» 1999. [En línea]. Available: <http://innova.cicei.com/historia/>.
- [40] P. Tryfos, *Sampling methods for Applied Research*. New York. Wiley, 1996.
- [41] F. P. L. Paganelli, «"Intelligent analysis of user interactions with web applications,» de *International Conference on Intelligent User Interfaces*, 2002.

- [42] B. H. K. Hugh, *Contextual Design: A Customer-Centered Approach to Systems Designs*, 1997.
- [43] M. Sarkioja, *Usability in incremental software design- A use case method. Master's Thesis*, 2001.
- [44] L. Masip, *Análisis de viabilidad de soluciones para la automatización de la evaluación heurística*, Lleida, 2010.
- [45] M. O. T. G. L. Masip, «User experience specification through quality attributes,» de *Human-Computer Interaction–INTERACT 2011*, Springer, 2011, pp. 656-660.
- [46] A. F. S. ALEGRÍA, *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN COLABORATIVA DE LA USABILIDAD DE SISTEMAS SOFTWARE INTERACTIVOS*, Popayán, 2015.
- [47] J. C. P. D. C. Baird, *Experimentación: Una Introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos*, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991.
- [48] T. S. A. R. C. W. H. R. Hartson, «Criteria for evaluating usability evaluation methods,» de *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2003, pp. 145-181.
- [49] J. Nielsen, « Usability engineering: Morgan Kaufmann Publishers,» 1993.
- [50] F. C. R. D. C. M. S. & P. M. Bordignon, «Investigación sobre entornos virtuales de aprendizaje utilizados para la enseñanza en profesorado y universidades nacionales,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.oei.org.ar/ibertic/documentounipe.pdf>.
- [51] A. y. S. C. Ferreira, Validación de un modelo de evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje centrado en la usabilidad, a partir de su aplicación a un caso de estudio. In XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2011.
- [52] A. R. D. M. K. & J.-G. R. ibaut, «Inter-university Virtual Learning Environment. In E-Learning Paradigms and Applications. Springer Berlin Heidelberg,» 2014, pp. 97-119.
- [53] H. P. Desmet P. M. A., Framework of product experience. *International Journal of Design.*, vol. Vol 1, 2007, pp. 57-66.
- [54] W. UXnet, « <http://www.uxnet.org/>,» 15 05 2016. [En línea].
- [55] I. S. I. 9. ISO, in *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*, 1998.
- [56] I. S. I. 9. ISO, in *Software engineering-Product Quality*, 2001.
- [57] J. Offutt, Quality Attributes of Web Software Applications. *IEEE Software: Special Issue on Software Engineering of Internet Software*, 2002, p. 25-32.

- [58] 23 06 2016. [En línea]. Available: <http://www.usability.gov>.
- [59] W. Sanchez, *La usabilidad en ingeniería de Software: definición y características*, 2011.
- [60] 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*, LLeida, 2004.
- [61] B. H. K. Hugh, «Apprenticing with the Customer: A Collaborative Approach to Requirements Definition,» *Communications of the ACM*, pp. 45-52, 1995.
- [62] EMMUS, 1999. [En línea]. Available: <http://www.emmus.org/html/frames/guidelines/EmmusWP3/methods/summary.html>.
- [63] J. Nielsen, «Ten Usability Heuristics,» [En línea]. Available: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html).
- [64] R. Orosco, «Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,» [En línea]. Available: [www.exa.unicen.edu.ar/catedras/ui\\_devlp/papers/evaluacion.ppt](http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/ui_devlp/papers/evaluacion.ppt).
- [65] P. Jordan, *An Introduction to usability. Taylor and Francis. UKA*, 1998.
- [66] A. S., « Human Factors: Guide for usability evaluations of telecommunications systems and services. European telecommunications standards institute,» de *ETSI ETR* , 1995.
- [67] I.-R. BT.500-7, «Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.,» de *International Telecommunications Union*, Geneva, 1995.
- [68] T. W, « Likert scaling. Aavailable,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.socialresearchmethods.net/kb/scallik.htm>.
- [69] J. Kirakowski, « Likert, and the mathematical basis of scales. University College Cork Ireland,» 2001. [En línea]. Available: [https://www.keysurvey.com/online\\_tools/resources/texts/likert.jsp](https://www.keysurvey.com/online_tools/resources/texts/likert.jsp).
- [70] M. F. L. CISTERNAS, *MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD PARA APLICACIONES WEB TRANSACCIONALES*, Valparaiso, 2012.