

Marco Conceptual para la Evaluación de la Usabilidad en Entornos CSCL



Mauro Andrés Sánchez Muñoz

Jenny Johana Solarte Díaz

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
Grupo IDIS (Investigación y Desarrollo en Ingeniería del Software)
Línea de Investigación: Ingeniería de Colaboración, Interacción Humano
Computador
POPAYÁN
2010

Marco Conceptual para la Evaluación de la Usabilidad en Entornos CSCL



Mauro Andrés Sánchez Muñoz

Jenny Johana Solarte Díaz

Trabajo de investigación para optar al título de Ingenieros de Sistemas

Director:

PhD. Cesar Alberto Collazos Ordoñez.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
Grupo IDIS (Investigación y Desarrollo en Ingeniería del Software)
Línea de Investigación: Ingeniería de Colaboración, Interacción Humano
Computador
POPAYÁN
2010

Contenido.

CAPITULO I: INTRODUCCION.....	6
1.1. MOTIVACION.	6
1.2. EL PROBLEMA.....	8
1.3. LA PROPUESTA.	9
1.4. LOS OBJETIVOS.....	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	13
2.1. CSCL O APRENDIZAJE COLABORATIVO APOYADO POR COMPUTADOR.	13
2.1.1. CSCL Y APOYO DE LA TECNOLOGÍA.	13
2.1.2. CSCL Y EDUCACIÓN.	14
2.2. USABILIDAD.....	14
2.2.1. Definición ISO/IEC 9126	14
2.2.2. Definición de Nielsen	15
2.3. EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD	16
2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS, TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD.....	16
2.3.1.1. Métodos	16
2.3.1.1.1Según Autores	16
2.3.1.1.2. Investigación sobre los métodos de evaluación	20
2.3.1.1.2.1. Métodos de evaluación de inspección	20
2.3.1.1.2.2. Métodos de indagación	22
2.3.1.1.2.3. Métodos Empíricos.....	23
2.3.1.2. Técnicas de Evaluación.....	26
2.3.1.3. Metodologías.	27
2.3.1.3.1. Metodología de evaluación de usabilidad remota asistida por modelo. RemUSINE. 27	27
2.3.1.3.2. Metodología para la evaluación de usabilidad distribuida en ambientes virtuales colaborativos	28
2.4. MODELOS DE PROCESOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE	28

2.5. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS.....	30
<i>CAPITULO III: MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACION DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS CSCL.</i>	33
3.1. DETERMINACION DE LOS REQUISITOS DE EVALUACIÓN.....	33
3.1.1. Selección de los parámetros de medición.	34
3.1.1.1. Árbol de requisitos	35
3.1.1.2. Características de Usabilidad.	36
3.1.1.2.1. Variables de primer nivel: Definición de los criterios de evaluación.....	36
3.1.1.2.1.1. Elementos de evaluación y referencia según el estándar ISO 9241.....	37
3.1.1.2.1.2. Elementos de evaluación y referencia según el estándar ISO 9126.....	38
3.1.1.2.1.3. Selección de los elementos definitivos.	39
3.1.1.2.2. Variables de segundo nivel: Definición de las métricas de evaluación.	41
3.1.1.2.3. Variables de tercer nivel: Definición de los atributos de evaluación	44
3.1.1.3. Características de Usabilidad Colaborativa.	45
3.1.1.3.1. Variables de primer nivel: Definición de los criterios de evaluación según las características de entornos colaborativos.	45
3.1.1.3.2. Variables de segundo nivel: Definición de las métricas de evaluación según las características de entornos colaborativos.	47
3.1.1.3.3. Variables de tercer nivel: Definición de los atributos de evaluación según las características de entornos colaborativos.	48
3.2. METODO DE MEDICIÓN, DE LAS VARIABLES DEL ARBOL DE REQUISITOS.	49
3.2.1. Generalidades del Modelo LSP.	50
3.2.2. Diseño del modelo de Puntuación en el árbol de requisitos, aplicando el modelo LSP.	50
3.2.2.1. Clasificación de los parámetros del árbol de requisitos.....	51
3.2.2.2. Asignación de pesos a los parámetros del árbol de requisitos	53
3.2.2.3. Puntuación de las variables de tercer nivel (Atributos).	54
3.2.3. Cálculo de la valoración definitiva de la usabilidad en el entorno CSCL.	55
3.2.3.1. La función de agregación.	56
3.2.3.2. El Proceso	57
<i>CAPITULO IV: GUIA ASOCIADA A METRICAS PARA LA EVALUACION DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS CSCL.</i>	60
4.1. MÉTRICAS PARA EL ANALISIS Y DISEÑO.....	62

4.2. MÉTRICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.	64
4.3. MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN.	68
<i>CAPITULO V. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.</i>	73
5.1. TECNICA EMPLEADA PARA LA OBTENCION DE LOS DATOS.....	73
5.1.1. Recolección de datos.	75
5.2. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.	76
5.2.1. Criterios de aceptabilidad del nivel de usabilidad.	77
5.2.2. Procesamiento.	77
<i>CAPITULO VI. CASO DE ESTUDIO.</i>	79
6.1. ELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA SU EVALUACIÓN.	79
6.2. PLAN DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.	80
6.2.1. Selección de participantes para la evaluación.	82
6.2.2. Aplicación del Cuestionario.....	82
6.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN (APARTADO 3.2. DEL MARCO CONCEPTUAL). .	83
<i>CAPITULO VII CONCLUSIONES, LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO FUTURO</i>	93
7.1. CONCLUSIONES.....	93
7.2. LECCIONES APRENDIDAS	95
7.3. TRABAJO FUTURO.....	96
<i>BIBLIOGRAFIA.</i>	98

CAPITULO I: INTRODUCCION.

1.1. MOTIVACION.

Hace ya varios años el sistema educativo ha venido experimentando un proceso de cambios, enmarcados en un conjunto de transformaciones sociales que tienen su génesis en la innovación tecnológica, en el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación; dichos cambios han permitido ir construyendo un nuevo concepto de las relaciones tecnología-sociedad que determinan las relaciones tecnología-educación lo cual exige cambios en los modelos educativos, cambios en las iniciativas y actividades de los usuarios y cambios en los escenarios donde ocurre el aprendizaje.

El nuevo tipo de enseñanza donde la tecnología facilita el acceso a los recursos educativos a un gran número de personas, se ha ido construyendo al margen de un área ubicada dentro de las ciencias de aprendizaje denominada CSCL¹, la cual se preocupa por estudiar como las personas pueden aprender de manera conjunta con ayuda de los computadores en cualquier nivel educativo formal e informal, propiciando espacios en los cuales se dé el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes mientras exploran nuevos conceptos siendo cada quien responsable de su propio aprendizaje y el de los demás. CSCL se ha propuesto mejorar el proceso de aprendizaje considerando prioritario que en los nuevos escenarios de enseñanza se incluyan características como la interdependencia positiva donde cada miembro del grupo confía en el entendimiento y éxito de cada persona; otras características como la interacción y la contribución individual permitirán mejorar el proceso donde cada miembro del grupo debe asumir su tarea además de compartirla con el grupo, por último está la necesidad de despertar las habilidades personales y grupales que permitirán ir construyendo conjuntamente conocimiento.

¹ *Computer Supported Collaborative Learning*

El crecimiento de esta nueva área ha hecho primero, que se aumente el desarrollo de aplicaciones capaces de soportar cada una de las características mencionadas anteriormente las cuales promueven un nuevo paradigma dentro de la estructura clásica de enseñanza, y segundo que exista la evidente necesidad de evaluar sus requisitos de usabilidad como factor crítico de calidad lo que permitirá no solo que el grupo de usuarios trabajen de una manera sencilla y fácil en el cumplimiento de sus objetivos sino que además se sientan satisfechos mientras utilizan la aplicación CSCL. Evaluar la usabilidad de aplicaciones CSCL viene convirtiéndose incrementalmente en un aspecto crítico, más aún cuando este tipo de aplicaciones tratan de introducir un nuevo enfoque de enseñanza dentro de la educación, ya que en ellos, no solo es importante lograr los objetivos de aprendizaje, sino la generación de un ambiente que sea atractivo al usuario y le motive a su uso. Por ello, la evaluación de la usabilidad de una aplicación CSCL podría permitir establecer hasta qué punto los componentes de la aplicación cumplen los requisitos de usabilidad para dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Si nos detenemos un momento en la búsqueda de cuál ha sido la importancia de considerar la Usabilidad en cualquier etapa del desarrollo software vemos que es una actividad necesaria dado que permite entre otras cosas facilitar el acceso e interacción de los usuarios cualquiera que sea su formación con la aplicación web o de escritorio bien sea educativa, corporativa, etc. A lo anterior el nuevo campo CSCL no es ajeno debido a que sus aplicaciones también obedecen a un proceso de desarrollo que necesariamente debe considerar la usabilidad como medio idóneo para llegar a un gran número de usuarios permitiendo que estos encuentren en este tipo de aplicaciones una nueva alternativa de aprendizaje atractiva y fácil de usar.

En resumen el nuevo sistema educativo apoyado en la tecnología trajo consigo un nuevo paradigma de aprendizaje-enseñanza denominado “Aprendizaje Colaborativo soportado por Computador” que tiene su campo de acción dentro de la educación formal e informal y que al igual que otras áreas se ha preocupado por la construcción de aplicaciones usables capaces no solo de lograr los objetivos de

aprendizaje, sino de propiciar la generación de un ambiente que sea atractivo al usuario y además que le motive el uso del mismo.

1.2. EL PROBLEMA

¿Qué es la usabilidad? Pregúntele a tres expertos y obtendrá cuatro respuestas diferentes (uno de ellos no sólo dará su respuesta, sino que probablemente añadirá que los otros están equivocados). Encontramos varias definiciones de este término y no se pretende evaluar cual es la mejor sino cual se ajusta satisfactoriamente a la nueva área de aprendizaje que dada la singularidad de sus características hace que sea analizada desde otra perspectiva, a continuación se referencian dos definiciones extraídas de los estándares ISO 9241-11 y 9126-1 [1], [2].

El termino de usabilidad según el estándar ISO 9241-11 se define como "*la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico*" [4], características que distinguen la calidad en uso de escenarios por parte del usuario al momento de realizar sus tareas.

Se encuentra por otra parte el estándar ISO 9126-1 que la define como "*la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso*" [4], Esta definición al contrario de la anterior, define que la usabilidad no puede ser valorada de forma aislada siendo necesario integrar los atributos internos y externos que distinguen al producto.

Las definiciones consideradas para la usabilidad establecen descomposiciones de dicho factor en distintos criterios, los cuales son indispensables en la evaluación de la usabilidad del software. Dicha evaluación considerando las subcaracterísticas de usabilidad hasta el momento ha sido implementada beneficiosamente en el marco de trabajo de una aplicación de escritorio o web pero con una característica singular y es que son ambientes de trabajo individual donde la interacción se da solamente con la aplicación y no con otros usuarios. Esto deja al descubierto un pequeño problema que se convierte a la vez en una

idea de investigación y es el caso de aquellas aplicaciones que nacen de aquella área emergente denominada CSCL² [3], las cuales traen nuevas características como la cooperación, comunicación y coordinación; que no han sido tenidas en cuenta al momento de llevar a cabo una evaluación de usabilidad creándose indirectamente dimensiones adicionales a las caracterizaciones de la usabilidad anteriormente identificadas convirtiéndose en una necesidad, buscar los mecanismos capaces de valorar estas características.

Si nos damos cuenta con CSCL nace un nuevo concepto de trabajo y de uso de las herramientas software donde su diseño debe estar dirigido hacia el manejo de un grupo de usuarios trabajando conjuntamente en la obtención de un objetivo común y en donde la evaluación de su usabilidad analiza factores como la presentación de contenidos, la estructura y navegación a través de la aplicación, la interactividad y sus facilidades, el diseño visual, pero adicionalmente junto a ellos y con gran cuidado también es necesario evaluar: características relacionadas con la colaboración o cooperación, mecanismos de coordinación, facilidades de comunicación y por último cómo los usuarios tienen o son conscientes de la existencia del grupo.

1.3. LA PROPUESTA.

Resulta importante establecer un paralelo que diferencie el concepto de lo que sería evaluar la usabilidad de una aplicación tradicional o una aplicación web de una aplicación colaborativa específicamente aquella que soporte el aprendizaje colaborativo CSCL. Esta diferencia se puede explicar de una manera más práctica definiendo un nuevo concepto que sirva de base para la identificación de métricas capaces de medir el grado de usabilidad de este tipo de entornos, el término al cual nos referimos en este apartado es el de Usabilidad Colaborativa.

Dado que este concepto está en su plena etapa de surgimiento y que los estándares existentes no abarcan este concepto se parte de la definición tomada

² CSCL: Computer Supported Collaborative Learning

de [4] para iniciar la investigación que intenta construir un marco conceptual capaz de definir como llevar a cabo la evaluación de la usabilidad en los entornos CSCL. Mientras tanto se define la usabilidad colaborativa como la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a [un grupo de] usuarios en un contexto de uso específico [Colaborativo], o de otra manera se define como la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para un [grupo de] usuarios, en condiciones específicas de uso [Colaborativas]. Si bien es evidente la relación existente de estas definiciones con las encontradas en los estándares ISO 9241-11 y la ISO 9126-1 respectivamente, lo que se trata es evaluar nuevas características que en las definiciones anteriores no eran valoradas dado que no estaban enfocadas hacia ambientes de trabajo grupal.

En conclusión lo que se pretende es dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cómo podemos diseñar un mecanismo que nos permita evaluar la usabilidad en entornos CSCL?, a lo que se propone la creación de un marco conceptual capaz de definir cómo llevar a cabo la evaluación de la usabilidad en los entornos CSCL.

1.4. LOS OBJETIVOS

A continuación se relacionan los objetivos planteados en esta tesis para poder dar solución al problema de investigación y soportar la propuesta definida, estos nos ubican en un ámbito interdisciplinar, en el que será necesario profundizar en áreas como: CSCL, HCI, Ingeniería del Software, Aprendizaje Colaborativo, Usabilidad Colaborativa.

1.4.1. Objetivo General

Definir un marco conceptual que permita evaluar la usabilidad en entornos CSCL, para determinar si las características de entornos que dan soporte al trabajo en grupo se están teniendo en cuenta y si la comunicación e interacción necesarias para la colaboración se están dando.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Definir y/o adaptar métricas que permitan la ponderación y estimación de las características ofrecidas por entornos que soportan CSCL, para abordar la evaluación de la usabilidad.
- Formar una guía asociada a métricas que permita la evaluación de la usabilidad específicamente en entornos CSCL, determinando los aspectos teóricos que conforman el marco conceptual: La usabilidad utilizando los estándares internacionales, factores o criterios que se consideren necesarios; los modelos para el proceso de desarrollo de software; y las características atribuibles al software CSCL.
- Evaluar la usabilidad desde la perspectiva del marco conceptual en dos entornos que dan soporte a CSCL.

A continuación se describe el trabajo realizado, que está organizado de la siguiente manera:

El trabajo del marco conceptual consta de 6 capítulos, en el **Capítulo I – Introducción**, encontramos la presentación del trabajo realizado, incluyendo la motivación, el problema, la propuesta planteada y por último los objetivos propuestos, el **Capítulo II – Marco Teórico**, presenta un resumen sobre los conceptos más significativos considerados el pilar para la construcción del marco conceptual, tales como Aprendizaje colaborativo asistido por computador, la usabilidad, la clasificación de métodos, técnicas y metodologías existentes para el proceso de evaluación de la usabilidad, también se incluye el concepto de procesos de desarrollo software necesario para dar cumplimiento a uno de los objetivos propuestos, por último encontramos el tema establecimiento de medidas que sirve como referencia para la medición del entorno a evaluar, en el **Capítulo III – Marco conceptual para la evaluación de usabilidad en entornos CSCL**, presenta el orden dado al marco conceptual propuesto para su aplicación en entornos CSCL. Este marco está encaminado hacia los esfuerzos realizados para la determinación de los requisitos de evaluación y acoger el método de medición

LSP, en el **Capítulo IV - Guía asociada a métricas para la evaluación de la usabilidad en entornos CSCL** se presentan las métricas que ayudaran a medir la usabilidad de CSCL en las etapas tempranas de desarrollo software, en el **Capítulo V - Recolección y procesamiento de los resultados de la evaluación** se describe los mecanismos que se utilizaron para recolectar y procesar la información que fue obtenida mediante el proceso de evaluación de usuarios durante la utilización real de un sistema en funcionamiento (KNOWCAT, MOODLE), en el **Capítulo VI - Caso de estudio**, el cual contiene los datos analizados para el sistema Knowcat, y finalmente el **Capítulo VII - Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo futuro** que recoge las conclusiones del trabajo realizado, lecciones aprendidas y las posibles líneas de investigación o ampliación futura.

Este trabajo se completa con la presentación de los anexos, información que será adjunta para dar soporte a la información suministrada.

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

Este capítulo recoge los conceptos que han sido considerados de gran importancia y que forman la base de conocimiento de este trabajo, por esto se invita a conocer y comprender los conceptos que son descritos a continuación.

2.1. CSCL O APRENDIZAJE COLABORATIVO APOYADO POR COMPUTADOR.

El Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador (*Computer Supported Collaborative Learning*, CSCL) es un área emergente de investigación que busca apoyar el aprendizaje colaborativo a través de la tecnología, estimulando habilidades personales y de grupo, permitiendo que cada participante adquiera, desarrolle y potencie competencias profesionales a través de la interacción y la capacidad de trabajar colaborativamente en la solución de un problema [5].

Las investigaciones en CSCL generan un alto grado de complejidad puesto que están involucradas varias disciplinas, que relaciona la educación, aspectos psicológicos; y las facilidades que ofrecen las TIC's. Esto lo hace ser un campo de investigación multidisciplinar donde trabajan “colaborativamente” pedagogos, diseñadores instruccionales, psicólogos, sociólogos e ingenieros [5].

2.1.1. CSCL Y APOYO DE LA TECNOLOGÍA.

Las investigaciones activas, el avance de los computadores y tecnologías de la comunicación, están construyendo nuevas formas de colaborar con el objetivo de diseñar en CSCL. El uso de estos medios en el dominio del Aprendizaje Colaborativo Asistido por Ordenador, ha sido considerado una oportunidad para la creación de artefactos, actividades y entornos que ofrezcan el fortalecimiento de las prácticas de los aprendices en la construcción de significados y también como soporte a la evaluación de los mismos [6].

El apoyo de la tecnología a CSCL está creada con el fin de ayudar a un grupo de personas localizadas en un mismo sitio, o a un grupo de personas distribuidas en

diferentes lugares, además; pueden ser previstos para mantener una comunicación, colaboración y coordinación de forma síncrona o asíncrona.

2.1.2. CSCL Y EDUCACIÓN.

CSCL está altamente relacionado con la educación. Considera todos los niveles de educación formal, desde los primeros años de escuela hasta postgrados al igual que en la educación informal. Los computadores se han convertido en un elemento muy importante en este tipo de educación, dado que ya hay políticas gubernamentales alrededor del mundo para dar acceso a los estudiantes a este tipo de tecnologías y acceso a Internet. La idea de fomentar a que los estudiantes aprendan a trabajar en conjunto en grupos pequeños ha sido un aspecto muy enfatizado desde las ciencias sociales. Sin embargo, la habilidad para combinar estas dos ideas (apoyo computacional y aprendizaje colaborativo) con el objetivo de fortalecer el aprendizaje requiere un cambio que CSCL se espera lo realice [6].

2.2. USABILIDAD

2.2.1. Definición ISO/IEC 9126

El estándar ISO/IEC 9126 (*Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for the User*) [7], establece que "usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso". Este término hace énfasis en los atributos internos y externos del producto, teniendo en cuenta que la usabilidad no solo depende del producto sino también del usuario.

La parte ISO 9126-1[2] de este estándar, subdivide la usabilidad en cinco criterios que analiza la comprensibilidad, aprendizaje, operabilidad, atractividad y conformidad, tal como se describe a continuación [8]:

Comprensibilidad: define la capacidad del producto software para permitir al usuario entender si el software es adecuado, y como puede ser usado para tareas y condiciones de uso particulares.

Aprendizaje: referido a la capacidad del producto software para permitir a los usuarios aprender a usar sus aplicaciones.

Operabilidad: es la capacidad del producto software para permitir al usuario operarlo y controlarlo. Aspectos de conformidad, mutabilidad, adaptabilidad e instalación pueden afectar a la operabilidad. También este atributo corresponde a la tolerancia de error, y conformidad con las expectativas del usuario. En un sistema, sobre el que opera un usuario, la combinación de funcionalidad, confiabilidad, usabilidad y eficiencia pueden ser medidas externamente por la calidad de uso.

Atractivo: es la capacidad del producto software para ser atractivo al usuario. Está referido a los atributos del software pensados para hacer el software más atractivo al usuario, tal como el uso de color y la naturaleza del diseño gráfico.

Conformidad a estándares y pautas: referido a la capacidad del producto software para adherirse a estándares, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas con la usabilidad.

2.2.2. Definición de Nielsen.

Jakob Nielsen [9] define la usabilidad en términos de cinco atributos: aprendizaje, eficiencia, memorización, prevención de error y satisfacción. Nielsen no presenta una definición precisa de la usabilidad, pero en los criterios operacionales define el concepto claramente.

Aprendizaje: significa que nuevos usuarios deberían aprender fácilmente a usar el sistema.

Eficiencia: el sistema debería ser eficiente para uso cuando el usuario ha aprendido a usarlo.

Memorización: el sistema deberá ser fácil de recordar incluso después de algún periodo sin uso.

Prevención de error: el sistema deberá tener un bajo porcentaje de error y el usuario deberá fácilmente recuperarse de posibles errores.

Satisfacción: significa que el sistema debe ser agradable de usar.

2.3. EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD

La evaluación de la usabilidad es un proceso para producir una medida de la facilidad de uso. En la evaluación, hay un objeto que está siendo evaluado y un proceso a través del cual uno o más atributos son juzgados o se les da un valor.

Mayhew indica que la evaluación de la usabilidad [10], es un estudio empírico con usuarios reales del sistema propuesto, con el propósito de proporcionar retroalimentación en el desarrollo de software durante el ciclo de vida de desarrollo iterativo.

Dentro del desarrollo de la interfaz de usuario la evaluación de la usabilidad, es una de las tareas más importantes que debe emprenderse [11]. Las interfaces pobres pueden, en el ambiente comercial, ahuyentar a clientes potenciales o en el ambiente educativo llevar al fracaso a un aprendiz.

De acuerdo a lo anterior hablaremos de la evaluación de la usabilidad como la actividad necesaria de comprobación que compromete un conjunto de métodos, técnicas y herramientas que analizan la usabilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida del software.

2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS, TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD

2.3.1.1. Métodos

2.3.1.1.1 Según Autores

Los métodos de evaluación de usabilidad pueden ser clasificados por numerosos criterios. Por ejemplo: por el grado de implicación del usuario, escenarios de tarea, el empleo de reglas o por el objetivo de la evaluación. Los estudios realizados permiten afirmar que en la actualidad no existe un acuerdo unificado para clasificar los métodos de evaluación de usabilidad y que los diferentes autores e investigadores del campo, han definido sus propias clasificaciones de métodos para la evaluación de la usabilidad, aunque existe coincidencia en algunas categorías y solapamiento entre otras, como veremos a continuación [12].

AUTOR	METODO
Nielsen y Molich[13]	<p>Evaluación formal. Realiza la evaluación de la interfaz de usuarios mediante algunos análisis técnicos. Los modelos de análisis formal son actualmente objeto de extensa investigación para poder ser aplicados en proyectos de desarrollo de software real.</p> <p>Evaluación automática. Aquella que utiliza procedimientos computarizados para la evaluación de usabilidad.</p> <p>Evaluación empírica. Realizada mediante experimentos con pruebas de usuario, con el objetivo de lograr una completa evaluación de usuario.</p> <p>Evaluación heurística. Realizada revisando la interfaz del usuario y generando un informe de acuerdo a la propia opinión.</p>
Wixon y Wilson[15]	<p>Evaluación formativa vs. Sumativa. Los métodos de evaluación formativa son usados para generar nuevas ideas durante el desarrollo, y los métodos de evaluación sumativos son usados para evaluar sistemas existentes.</p> <p>Método de evaluación de descubrimiento vs. Método de decisión. Los métodos de descubrimiento o métodos cualitativos son usados para descubrir cómo trabajan, se comportan o piensan los usuarios y que problemas tienen. Por otro lado los métodos de decisión o cuantitativos, son usados en la selección de un diseño determinado entre algunas alternativas o para escoger elementos de diseño de interfaz.</p> <p>Evaluación formalizada vs. Evaluación informal. Los primeros utilizan análisis técnico mientras los segundos son más bien de juicio.</p> <p>Evaluación con usuarios comprometidos vs. Evaluación con usuarios no comprometidos. Estos métodos se diferencian en el grado de compromiso del usuario en la evaluación, análisis y diseño.</p> <p>Evaluación completa vs. Evaluación de componente. Los</p>

	<p>primeros cubren todos los pasos necesarios para completar los esfuerzos de diseño de usabilidad, mientras que los segundos representan solo una parte de un proceso completo de usabilidad.</p>
Preece[16]	<p>Evaluación de expertos. También conocido como evaluación heurística, es llevada a cabo por personas experimentadas en diseño de interfaces y/o en la investigación de factores humanos a quienes se solicita describir los problemas potenciales que ellos consideran para usuarios menos experimentados, sugiriendo soluciones a los problemas que ellos identifican.</p> <p>Evaluación observacional. Permite la colección de datos que proporcionan información acerca de lo que los usuarios están haciendo cuando interactúan con el software.</p> <p>Evaluación por investigación. Empleada para conocer las opiniones de los usuarios o para entender sus preferencias sobre un producto potencial o uno existente a través de cuestionarios y entrevistas.</p> <p>Evaluación experimental. En esta evaluación, un evaluador puede manipular un número de factores asociados con la interfaz de usuario y estudiar sus efectos en el desempeño del usuario.</p>
Baecker[17]	<p>Métodos experimentales. Se diseñan experimentos con la formulación de una hipótesis e hipótesis alternativas y se evalúa cómo el usuario percibe el producto en evaluación.</p> <p>Métodos observacionales. El evaluador observa el comportamiento del usuario mientras utiliza el sistema.</p> <p>Métodos basados en preguntas. Se basan en el uso de preguntas informales y/o estructuradas que permiten al evaluador formarse una idea de la percepción del usuario sobre el producto en evaluación. Se aplican cuestionarios o encuestas, también se usan las páginas de preguntas más frecuentes y de sugerencias de los usuarios.</p> <p>Métodos de evaluación cooperativa. Es una validación empírica</p>

	<p>que tiene dos puntos importantes: no es necesario ser un especialista en factores humanos para usarlo, y los diseñadores lo pueden usar para encontrar problemas inesperados en sus propios diseños. Esta técnica requiere utilizar un prototipo y usuarios representativos de los usuarios finales.</p> <p>GOMS (Goals Operators Methods and Sequences). Definido según Baecker como un método que emplea un modelo del proceso cognoscitivo humano para definir como hacer una tarea en términos de metas, operadores, métodos y reglas de selección.</p> <p>Inspecciones cognoscitivas. Especialistas en software examinan el código en una búsqueda metódica de problemas. Seleccionan un conjunto de tareas representativas y prueban comando a comando, menú por menú, se formulan preguntas que están basadas en la teoría cognoscitiva de las relaciones entre metas, acciones y el estado visible de la interfaz.</p> <p>Evaluación heurística. Proceso de aplicar reglas o principios de diseño de interfaces a un sistema o prototipo, identificando problemas de usabilidad.</p>
--	--

Tabla No 2.1. Métodos de evaluación de Usabilidad

La evaluación heurística, los métodos experimentales y los métodos basados en preguntas son los más considerados por los autores presentados en la tabla 2.1 otros estudios [18] presentan varias clasificaciones de métodos que persiguen el mismo objetivo de los tres métodos descritos anteriormente, incluyendo más características y llamándolos de forma diferente, así que adoptaremos conocerlos por los nombres que más comúnmente son utilizados.

La evaluación heurística se encuentra inmersa dentro los métodos de inspección por su descripción, los métodos experimentales forman parte de la definición de los métodos empíricos o también conocidos como métodos de testeo (test o testing) y los métodos basados en preguntas se relacionan con los métodos de indagación o también conocidos como métodos de investigación o consulta.

A continuación se muestra un resumen de estos métodos con sus características primordiales, ventajas y desventajas.

2.3.1.1.2. Investigación sobre los métodos de evaluación

2.3.1.1.2.1. Métodos de evaluación de inspección

La evaluación de inspección según [14] como un conjunto de métodos basados en tener evaluadores que inspeccionen o examinen los principios relacionados con la usabilidad de un software, confiando en la experiencia y conocimiento del evaluador se puede encontrar diferentes problemas. Así, aumentando el número de evaluadores aumenta la capacidad para encontrar problemas, aunque la gran mayoría de problemas pueden ser encontrados con los primeros cinco evaluadores.

Entre los métodos más importantes por inspección se encuentran [18][19]: Evaluación Heurística, Seguimiento Cognitivo, Seguimiento Pluralista, Inspección Formal, Inspección de Características, Inspecciones de Consistencia, Inspección de Estándares, Listas de guías de comprobación. Analizando [18][19] presentamos las ventajas y desventajas de los métodos Evaluación Heurística, Recorrido Cognitivo y Recorrido Pluralista.

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Evaluación Heurística	<p>Fácil de conducir.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rápida y económica. -Los evaluadores no necesitan ser miembros del grupo de usuarios de la aplicación. -Puede usarse en un sistema bajo desarrollo. -Identifica las limitaciones de la interfaz de usuario -Útil en las etapas iniciales de desarrollo para obtener referencia 	<p>Sólo colecciona datos de un solo paso, por lo que algunos datos importantes pueden ser perdidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Deben planearse cuidadosamente antes de empezar. -No hay datos visuales permanentes, como en el vídeo. -Sólo identifican las heurísticas violadas.

	informal, de la percepción de las actitudes del usuario hacia el sistema.	
Recorrido Cognitivo	<ul style="list-style-type: none"> -Encuentra problemas individuales de usabilidad. -Fuerza a los evaluadores a considerar el conocimiento y ambiente de los usuarios finales del sistema. -Permite evaluación de soluciones competitivas antes de empezar el desarrollo. -Evalúa la facilidad de aprendizaje a través de prototipos. - No requiere un prototipo trabajando y puede ser ejecutado sin usuarios, proporcionando beneficios de tiempo y costo. -Evaluación independiente, es decir, imparcial. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requiere de expertos. -No involucra usuarios reales. -Requiere conocimiento de términos, conceptos y habilidades de la ciencia cognitiva por parte de los expertos. -Sólo permite evaluar un pequeño subconjunto de tareas -La selección de tareas puede ser problemática. -Requiere la descripción de usuarios y el conocimiento que poseen, de las tareas que realizarán con el sistema y una lista de las acciones correctas a realizar para lograr las tareas con un prototipo particular. -Sólo permite evaluar la facilidad de aprendizaje.
Recorrido Pluralista	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil de aprender y de usar. -Permite comprobación iterativa. -Permite establecer un criterio único de todas las partes involucradas en la prueba. -Obtiene datos de desempeño y satisfacción. 	<ul style="list-style-type: none"> -Es difícil encontrar un contexto apropiado de ejecución de tarea para la evaluación de usabilidad. -Se desarrolla muy lentamente, sólo puede seguir una ruta a través de la interfaz.

Tabla No 2.2. Métodos de evaluación de Inspección

2.3.1.1.2.2. Métodos de indagación

Los métodos de indagación permiten descubrir y aprender para generar ideas de diseño, especialmente para obtener información de usabilidad sobre un producto que se desea producir. Los métodos de indagación se conocen tradicionalmente como métodos contextuales, mediante los cuales se puede acercarse al usuario hablando con ellos, observándolos, trabajando en su entorno real con el fin de obtener sus agrados, desagradados y necesidades importantes sobre la facilidad de uso de un artefacto, estos pueden dividirse de las siguientes tres formas

Indagación contextual: método de indagación que consiste en entrevistar a usuarios en el lugar de trabajo, mientras realizan sus tareas reales, **Indagación grupal:** indagación donde los integrantes representativos del producto son sometidos a estudio, y por tanto integrantes de un contexto. Se subdividen en grupos orientados y grupos de debate e **Indagación individual:** se basa en la formulación de preguntas efectivas. Las técnicas utilizadas para llevar a cabo esta indagación son los cuestionarios, entrevistas y encuestas. A continuación se describen las ventajas y desventajas de estos tres métodos [12].

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Indagación Contextual	<ul style="list-style-type: none"> -Permite obtener gran cantidad de información en las etapas tempranas de desarrollo. -Obtiene datos del mundo real. -Obtiene datos de primera mano de la experiencia del usuario en su escenario de trabajo. -Permite encontrar prácticas de trabajo no conocidas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Es un estudio a largo tiempo. -El evaluador debe formar parte del mundo del usuario para ser objetivo en la evaluación. -El difícil analizar los datos.
Indagación Grupal	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona referencias subjetiva y agrega una dimensión de investigación que no está disponible de otras fuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja validación. -No permite valorar la manera en que los usuarios operan el producto en su ambiente real.

	<ul style="list-style-type: none"> -Obtiene gran cantidad de datos. -Es espontáneo. -Permite obtener rápidamente una amplia variedad de visiones de un rango de personas que tendrían diferentes perspectivas. -Es más económico que entrevistas individuales usando un lugar de encuentro central. 	<ul style="list-style-type: none"> -Los factores sociales afectan los informes. -Demasiada información dificulta su análisis y asimilación. -Dificultad de los participantes para articular lo que dicen hacer con lo que realmente hacen.
Indagación Individual	<ul style="list-style-type: none"> Fáciles de aplicar y repetir en una muestra grande de usuarios. -Evalúa de manera formal y estandarizada el sistema o prototipo. -Permite verificar la aceptación del sistema. -Su uso es flexible. -Bueno para estudios exploratorios. -Eficiente para evaluación de preferencias, impresiones, actitudes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Frecuentemente se utilizan preguntas fijas. -En algunos casos el evaluador debe ayudar al usuario, produciendo alguna influencia en su opinión. -No siempre puede controlar la manera en que se responde. -La falsedad de la muestra puede producir resultados errados. -Consume tiempo para obtener y analizar los datos. -Requiere conocimiento del entrevistador en el dominio.

Tabla No 2.3. Métodos de evaluación de Indagación.

2.3.1.1.2.3. Métodos Empíricos

La prueba empírica o prueba de testeo es un método de evaluación, en la que se pide a un usuario o un grupo de usuarios ejecutar un prototipo en funcionamiento, en la etapa de diseño o con sistema en uso, y evaluarlo, con el objetivo de recolectar información de los usuarios que no están involucrados con el diseño de los productos. Existen los métodos experimentales que tratan con datos

observados en el mundo de usuarios reales en el desarrollo de tareas con artefactos físicos de evaluación, estos artefactos incluyen escenarios sobre el papel, caricaturas, prototipos computacionales o plataformas, por otra parte están los métodos observacionales donde el investigador observa a los usuarios cuando trabajan y toma nota de sus actividades. El experto puede trazar conclusiones de la conducta y reacciones del usuario [12].

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Observacional	<ul style="list-style-type: none"> -Versátil. -Ocurre en escenarios realistas. -Los datos grabados pueden ser bastante “ricos” en información. -Permite capturar detalles de muchas tareas individuales. -Permiten al observador familiarizarse con la tarea. -Apropiados para estudios exploratorios porque permiten al investigador decidir qué buscar. -Proporcionan datos que pueden ser comparados y contrastados con información de otro investigador o método. 	<ul style="list-style-type: none"> Difícil de organizar y realizar. -Consume mucho tiempo. -Los resultados no se pueden generalizar. -No da la visión del proceso de decisión o actitud del usuario. -Se requiere entrenamiento ergonómico para observación en tiempo real. -La presencia del observador puede influenciar la conducta del usuario, al sentirse observados. -Potencialmente reactivos. -Puede ocasionar errores del observador.

Experimental	<ul style="list-style-type: none"> -El experimentador controla todos los factores medioambientales -Produce datos que pueden ser estadísticamente analizados. -Útil para proporcionar información específica de diseño. -Efectivo para encontrar causa-efecto. -Efectivo para dirigirse a un problema o cuestión específica. -Permite probar hipótesis de diseño o alternativas, en una manera óptima. -Estudia las relaciones manipulando las variables independientes y observando su efecto en una u otra variable dependiente. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requiere muchos recursos: tiempo, experiencia. -Proporciona poca información sobre diseño. -Consume tiempo y es costoso llevarla a cabo. -Requiere de un evaluador experimentado en esta práctica. -Es difícil conseguir usuarios adecuados para el experimento. Es difícil interpretar una escena basándose en las preguntas. -Las personas pueden experimentar problemas al lograr que su interacción tenga éxito. -Debe ser realizado en laboratorios de usabilidad, y no en ambientes de usuarios reales.
---------------------	---	---

Tabla No 2.4. Métodos de evaluación Empíricos.

Los diferentes métodos de evaluación de usabilidad presentados resumen una cantidad de ventajas y desventajas que están enfocadas a evaluar aspectos específicos de usabilidad, por lo que es recomendable combinarlos en una evaluación para complementarlos entre sí [57], estos métodos que pueden ser usados durante una evaluación de usabilidad, dependiendo de los costos y el ciclo de vida, y son utilizados para asegurar referencias que mejoren la usabilidad o establezcan si la usabilidad es “suficientemente buena”. Sin embargo, la selección de ellos dependerá de factores financieros y de tiempo, de las fases en el ciclo de desarrollo y de la naturaleza del sistema bajo desarrollo.

2.3.1.2. Técnicas de Evaluación

Las técnicas de evaluación de usabilidad son consideradas como la herramienta necesaria para llevar a cabo una actividad que será ejecutada por los evaluadores. La diversidad de autores que opinan al respecto [18] de la clasificación de las técnicas, afirman que existe un número elevado de técnicas para comparar y clasificar, así que acogeremos la clasificación de Gediga [20], donde las técnicas de evaluación pueden ser clasificadas en dos categorías, las **Técnicas de evaluación descriptiva** describen el estado y los problemas actuales del software en una manera objetiva, confiable y válida; y por último las **Técnicas de evaluación predictiva** que sirve para hacer recomendaciones para un futuro desarrollo de software y para la prevención de errores de usabilidad. El beneficio principal de las técnicas es que permiten la evaluación de la interfaz de usuario en la etapa de diseño, antes de que tenga lugar una costosa implementación.

La tabla 2.5., describe algunas de las técnicas de evaluación, el método donde se usa, etapa en el ciclo de vida software y el número de usuarios necesarios.

Técnica	Método donde se usa	Técnica de complemento	Etapa en el ciclo de vida software	Número de usuarios necesarios
Cuestionario (Questionnaire)	-Indagación -Experimento	-Encuesta -Entrevista estructurada	-Prueba -Desarrollo	20 o mas
Encuesta (Survey)	-Indagación	-Cuestionario	-Requisitos -Prueba -Desarrollo	Cientos
Entrevista (Interview)	-Indagación	-Análisis de Tarea	-Diseño -Código -Prueba -Desarrollo	6 o más
Grupo de Enfoque	Indagación Prueba	-Think Aloud -Co-	-Requisitos -Prueba	De 6 a 9

(Focus Group)		descubrimient o	-Desarrollo	
Pensando en Voz Alta (Thinking Aloud)	Prueba	Entrevista	-Diseño -Código -Prueba -Desarrollo	1
Co-descubrimiento (Co-discovery)	Prueba	Entrevista	-Diseño -Código -Prueba -Desarrollo	2

Tabla No. 2.5. Técnicas de evaluación

Después de describir los métodos y técnicas más relevantes para la evaluación de la usabilidad se escoge el método de indagación individual, método que necesita la entrada de datos por parte del usuario y pueden ser recolectados por medio de técnicas como la encuesta, entrevista y el cuestionario, en este trabajo se ha considerado el uso de cuestionarios como técnica para la evaluación del usuario dada su sencillez, flexibilidad de uso y su facilidad de aplicación. Los cuestionarios incluirán una lista de preguntas seleccionadas de acuerdo a la necesidad requerida. En el capítulo V se describirá de forma completa su definición y las ventajas al usar esta técnica.

2.3.1.3. Metodologías.

2.3.1.3.1. Metodología de evaluación de usabilidad remota asistida por modelo. RemUSINE³

Metodología que soporta la evaluación remota de sitios Web. Consiste en un análisis dirigido del registro en eventos de usuario basado bajo el modelo de tarea.

³ (RemUSINE, Remote USer Interfaz Evaluator)

Este enfoque combina dos técnicas que usualmente son aplicadas separadamente, las pruebas empíricas y la evaluación basada en modelo [12].

La metodología se compone por tres fases: **Fase de preparación**, cuyo propósito es el desarrollo del modelo de la tarea del usuario, la **Fase de elaboración de la herramienta de evaluación**, fase donde se compara el registro de los eventos ejecutados por el usuario con el modelo de tarea ya definido; y la **Fase de análisis de los resultados de la herramienta**, fase en la que el diseñador da sugerencias para mejorar la interfaz de usuario.

2.3.1.3.2. Metodología para la evaluación de usabilidad distribuida en ambientes virtuales colaborativos

Esta metodología se enfoca a la evaluación de la usabilidad en ambientes virtuales colaborativos (Collaborative Virtual environments-CVEs), logrando integrar fenómenos socio-tecnológicos, tomando métodos de evaluación disponible en las disciplinas sociológicas, psicológicas y de Interacción humano computador (Human-Computer Interaction- HCI). Metodología que se basa en una evaluación de un CVE llamado MASSIVE-1, el cual es un sistema de teleconferencia de realidad virtual entre universidades y laboratorios [21].

Esta metodología describe su funcionamiento en las siguientes fases: **Identificación de los tipos de pruebas**, Se identifican dos tipos de pruebas de usabilidad: la evaluación de características y desempeño del sistema, el **Establecimiento de las metas del software**, se definen las metas de usabilidad, la **Identificación de amenazas**, referido a la identificación de los obstáculos que impiden el trabajo en CVE, y **Recomendaciones**, se dan soluciones a los problemas encontrados.

2.4. MODELOS DE PROCESOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Un modelo de procesos del software es una abstracción de un proceso real. Estos modelos pueden incluir actividades que son parte de los procesos y productos software y el papel de las personas involucradas en la ingeniería del software [22]

Existe una amplia variedad de Modelos de Desarrollo de Software (PDS) pero en su gran mayoría se basan en uno de los tres modelos generales o paradigmas de desarrollo de software [22]

- a. El enfoque en cascada, considera actividades y las representa como etapas de procesos separados, como la especificación de requerimientos, el diseño del software, la implementación, las pruebas, etc. Después de que cada etapa queda definida se da la aceptación y el desarrollo continúa con la siguiente etapa.
- b. Desarrollo iterativo. Este enfoque entrelaza las actividades de especificación, desarrollo y validación. Un sistema inicial se desarrolla rápidamente a partir de especificaciones muy abstractas. Éste se refina basándose en las peticiones del cliente para producir un sistema que satisfaga sus necesidades. El sistema puede entonces ser entregado. De forma alternativa, se puede re-implementar utilizando un enfoque más estructurado para producir un sistema más sólido y mantenible.
- c. Ingeniería del software basada en componentes (CBSE). Esta técnica supone que las partes del sistema existen. El proceso de desarrollo del sistema se enfoca en la integración de estas partes más que desarrollarlas desde el principio.

Un proceso de software consiste de un análisis de requerimientos y una etapa de definición, una etapa de diseño del sistema, una etapa de diseño de programación, una etapa de implementación del programa, una etapa pruebas de unidad, una etapa de pruebas de integración, una etapa de pruebas del sistema, una etapa de entrega del sistema y finalmente una etapa de mantenimiento [23]. Esto se ilustra en la figura 2.1.

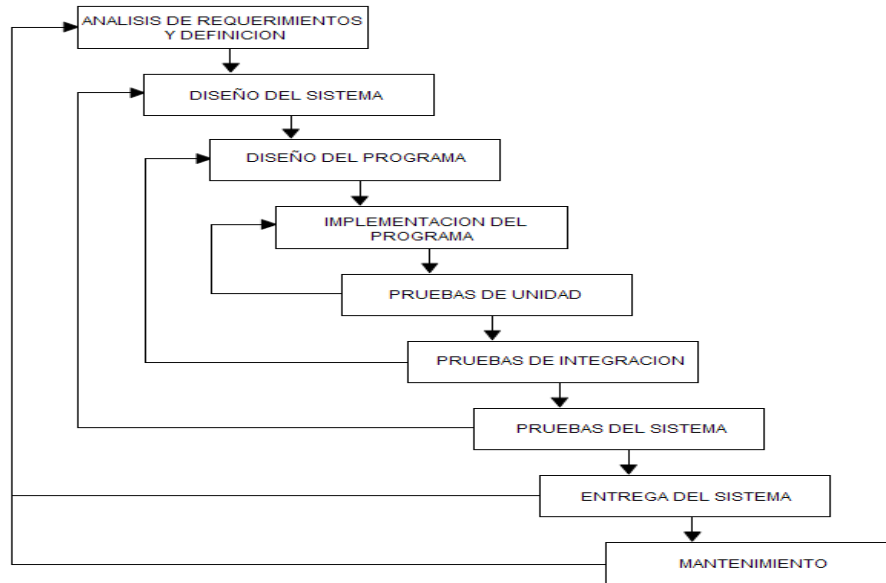


Figura 2.1. Etapas dentro de un Proceso de Desarrollo de Software.

La Usabilidad y Los Procesos de Desarrollo de Software

La Usabilidad no es un concepto que se aplica en una determinada etapa del PDS, por el contrario crear un producto con una alta calificación referente a su usabilidad no es fácil de lograr, por lo que ésta debe ser considerada en todas las fases del desarrollo, desde el comienzo del proceso de desarrollo hasta las últimas acciones antes de librar el sistema [24].

Cuando se va a construir un producto usable se debe tener en cuenta el uso que va a tener desde las primeras etapas del proceso de desarrollo y siempre teniendo en cuenta las evaluaciones de Usabilidad constantemente. De lo anterior salta a la vista una característica muy importante que debe tener un PDS para ser aplicada la Usabilidad a este, el proceso debe ser iterativo e incremental para producir prototipos continuos y ser evaluados con respecto a su Usabilidad.

2.5. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS

La necesidad de la medición surge porque una o más propiedades son identificadas y necesitamos de alguna manera cuantificarlas para que nos aporten información. Gracias a ella, un conjunto importante de objetos (cosas, eventos, entidades) pueden ser descritos, identificados, catalogados y ordenados [25] [26].

El tipo de método de medición va a depender de la naturaleza de las operaciones utilizadas para cuantificar el atributo. Pueden distinguirse dos tipos:

- **Subjetivo:** Cuando la cuantificación supone un juicio realizado por un ser humano.
- **Objetivo:** Cuando la cuantificación está basada en métodos numéricos.

Para poder entender más a fondo la medición es necesario conocer algunos conceptos que son de vital importancia [27]:

Atributo: Una propiedad medible física o abstracta de una entidad.

Concepto Medible: Es una relación abstracta entre atributos de una o más entidades, y una necesidad de información. Algunos ejemplos son: calidad, costo, confiabilidad.

Medida: Número o categoría asignada a un atributo de una entidad mediante una medición.

Medición cuantitativa: implica la intención de registrar los atributos del objeto y expresarlos en un lenguaje teórico, como mediciones con diferentes escalas.

Unidad: Una cantidad particular, definida y adoptada, con la que se pueden comparar otras cantidades de la misma clase para expresar sus magnitudes [28].

Escala: una escala es un conjunto de valores con propiedades definidas [28]. Una escala puede concebirse como un continuo de valores ordenados correlativamente, que puede admitir un punto inicial y otro final.

Escala Nominal: Una variable esta medida en escala nominal cuando se utilizan nombres para establecer categorías. Para distinguir los agrupamientos se emplean símbolos, letras e incluso números aunque estos últimos solo cumplen una función de carácter simbólico y no numérico.

MÉTRICAS

Las métricas son la maduración de una disciplina, que, según Pressman [29] van a ayudar a la evaluación de los modelos de análisis y de diseño, en donde proporcionarán una indicación de la complejidad de diseños procedimentales y de código fuente, y ayudaran en el diseño de pruebas más efectivas; Es por eso que

propone un proceso de medición, el cual se puede caracterizar por cinco actividades:

Formulación: La obtención de medidas y métricas del software apropiadas para la representación de software en cuestión.

Colección: El mecanismo empleado para acumular datos necesarios para obtener las métricas formuladas.

Análisis: El cálculo de las métricas y la aplicación de herramientas matemáticas.

Interpretación: La evaluación de los resultados de las métricas en un esfuerzo por conseguir una visión interna de la calidad de la representación.

Realimentación: Recomendaciones obtenidas de la interpretación de métricas técnicas transmitidas al equipo de software.

Los posibles términos que se encuentran encerrados en la palabra métrica, porque es muy común asociarla con las palabras medición y medida, aunque estas tres son distintas. La medición “es el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas” [26]. Una medida “proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto” [29]. El IEEE “Standard Glossary of Software Engineering Terms” define como métrica como “una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado [30].

CAPITULO III: MARCO CONCEPTUAL PARA LA EVALUACION DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS CSCL.

Este capítulo plasma el marco conceptual propuesto para exponer los elementos encontrados durante el estudio realizado sobre métodos, técnicas y herramientas que analizan la usabilidad de un sistema interactivo específicamente entornos CSCL. El marco conceptual que se ha elaborado está formado por dos componentes: Determinación de los requisitos de evaluación y Método de medición de las variables que componen la estructura de evaluación.

El primer componente, Determinación de los requisitos de evaluación representa y describe el conjunto de variables que se deben tener en cuenta a la hora de evaluar la aplicación CSCL.

El segundo componente, Método de medición de las variables; está formado por el procedimiento mediante el cual se valorará cada una de las variables anteriormente definidas, lo que permitirá en actos seguidos analizar y concluir acerca del comportamiento de estos parámetros con respecto a la usabilidad.

El tercer y último componente que se asocia a la estructura del marco conceptual, define una guía que ayuda en la utilización de una de las variables que forman la estructura de evaluación en entornos CSCL, todo esto enmarcado dentro de las fases que componen el proceso de desarrollo de software (análisis, diseño, implementación y evaluación). Este componente se desarrolla en el capítulo IV.

3.1. DETERMINACION DE LOS REQUISITOS DE EVALUACIÓN.

Basado en los diferentes conceptos mencionados en el capítulo anterior referentes a la usabilidad y características atribuibles a entornos CSCL, el presente intenta recopilar aquellos más reconocidos mostrando las posibilidades que permiten abordar la creación del marco conceptual además de que expone el proceso objetivo de selección que permitirá obtener el conjunto definitivo de características que serán utilizadas para la evaluación del entorno CSCL.

3.1.1. Selección de los parámetros de medición.

Antes de iniciar el proceso para la definición de los parámetros que abarcarán la evaluación del entorno CSCL base del marco conceptual, es necesario detenerse un poco y cuestionarse sobre qué dimensiones se deben tener en cuenta al momento de evaluar el conjunto de aspectos involucrados en los entornos de aprendizaje colaborativo apoyados por computador capaces de llevar a cabo un buen proceso. Para dar respuesta a esta cuestión, nos basamos en los planteamientos de [23], quien establece un esquema de diez preguntas para analizar los procesos de evaluación; y que serán útiles a la hora de evaluar la usabilidad en un entorno CSCL, además de que aporta diversos criterios para la definición o adopción de diferentes elementos de evaluación; dichas preguntas son las siguientes: (1)¿Cómo definir la evaluación? (2)¿Cuáles son sus funciones? (3)¿Qué son objetos de evaluación? (4)¿Qué tipo de información exige la evaluación de algo en particular? (5)¿Qué criterios tenemos para decidir la importancia de lo que se está evaluando? (6)¿A quién deben ser útiles los juicios de la evaluación? (7)¿Qué proceso hay que seguir para realizarla? (8)¿Qué métodos deben utilizarse? (9)¿Quién debe realizarla? (10)¿Con qué criterios ha de juzgarse la evaluación: por su utilidad, factibilidad, por su precisión? en esta misma línea argumental con estas diez preguntas se puede crear un esquema de los pasos a seguir en un proceso de evaluación; que nos permita configurar un sistema de dimensiones en las que se reúnan las variables capaces de analizar la usabilidad en entornos CSCL.

Al momento de llevar a cabo la selección de las diferentes variables que guiarán la realización de la evaluación en el entorno CSCL (variables que dependiendo de diferentes autores son denominadas por algunos como criterios, dimensiones, métricas, características o factores), nos encontramos con varias dificultades orientadas principalmente en la carencia de una estandarización que las especifique en detalle, tal y como señalan Newman [31] y Dillon et. al. [32] en estudios realizados. Este hecho ha llevado a muchos autores a definir sus propios parámetros [33] o, en el mejor de los casos, a utilizar los ya difundidos por otros,

base de lo cual se parte para identificar y relacionar los elementos que servirán en la construcción y ejecución de la evaluación en los entornos CSCL.

Dentro de los objetivos de este trabajo se encuentra evaluar la usabilidad desde la perspectiva del marco conceptual en dos entornos que dan soporte a CSCL, para lo cual se han logrado identificar tres tipos de variables basadas en los estándares ISO 9241 [1], ISO 9126 [2], y del árbol de atributos definido en [34].

- **Criterios** Características concretas de la usabilidad y de entornos CSCL
- **Métricas** Usadas para medir productos o procesos durante el ciclo de vida de desarrollo. Pueden ser internas, externas o de calidad de uso.
- **Atributos** Elementos que permiten recolectar información, se pueden medir directamente.

3.1.1.1. Árbol de requisitos

Para llevar a cabo el proceso de evaluación del entorno CSCL, se ha considerado conveniente definir la estructura de medición mediante un árbol de requisitos [54] en el cual los componentes de evaluación se han definido basándose en un modelo jerárquico, en el que se incluyen los tres tipos de parámetros considerados en el trabajo de investigación como necesarios para la fácil identificación de las características base de medición en el entorno CSCL. Las variables de evaluación a las que se hace referencia se muestran en la figura 3.1.



Figura No 3.1: Jerarquía de Tres niveles que guía la medición de la Usabilidad.

Fuente de elaboración propia. [13]

Lo que se busca con la utilización del árbol de requisitos es lograr descomponer a su mínima expresión los parámetros de evaluación debido a que esto permite focalizar esfuerzos hacia cada uno de los principales puntos considerados dentro de la evaluación de un entorno CSCL, además de que facilita la asignación y cálculo de la puntuación de una manera más simple y más exacta.

3.1.1.2. Características de Usabilidad.

3.1.1.2.1. Variables de primer nivel: Definición de los criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación constituyen las variables de más alto nivel que han sido consideradas para la valoración de la usabilidad en un entorno CSCL. Debido a la poca convergencia que existe entre las diferentes concepciones de autores, e investigadores respecto a los posibles criterios que guiarían la evaluación de la usabilidad, ha sido conveniente apoyarse del estudio realizado en [13], el cual lleva a cabo un análisis de diferentes criterios de evaluación dentro de los que se identifican contenido, comunicación, método y aprendizaje, entre otros, como los más representativos, lo que ha permitido en primer lugar mencionar los criterios que aplicarían para el tipo de evaluación que se pretende llevar a cabo, y en segundo lugar seleccionarlos mediante una combinación entre los estándares ISO

9241[1] e ISO 9126[2] adecuándolos convenientemente con la propuesta de Evaluación de la Usabilidad en un Entorno de Arquitecturas Orientadas a Modelos [31] del cual se extrajeron ciertas características que permitirán estructurar la primera variable en cuestión.

3.1.1.2.1.1. Elementos de evaluación y referencia según el estándar ISO 9241

Dentro del contenido que especifica el estándar ISO 9241 se describen una lista de elementos que afectan a la usabilidad de un producto. En la parte 2 de este estándar se encuentra el contenido relacionado al diseño de tareas que hace referencia en como los requerimientos de dichas tareas pueden ser identificados y especificados de tal manera que se logren incorporar dentro del diseño e implementación del sistema, siguiendo con el estándar en las partes 3 a 9 encontraremos algunas recomendaciones sobre los atributos hardware y software los cuales influyen en la usabilidad. La interfaz de usuario y el diseño de dialogo se describen en las partes 10, 12 a la 17 y son de especial cuidado ya que exponen una serie de recomendaciones de diseño idóneas que permiten llevar a cabo estas actividades considerando la usabilidad. Por último encontramos el apartado de mayor relevancia en el trabajo de investigación, este determina que la usabilidad está delimitada por su contexto de uso (el uso que se hace del sistema), la parte del estándar a la que se hace referencia es la número 11 (Guidance on usability) esta define la usabilidad y explica como identificar la información necesaria a tener en cuenta cuando especificamos o evaluamos la usabilidad en términos de medidas de desempeño o satisfacción. El estándar establece la medición de la usabilidad a través del desempeño en la tarea (eficiencia y eficacia) y la visión del usuario. La eficiencia, eficacia y satisfacción son divididas en elementos básicos de evaluación tal y como se puede apreciar en la figura 3.2.

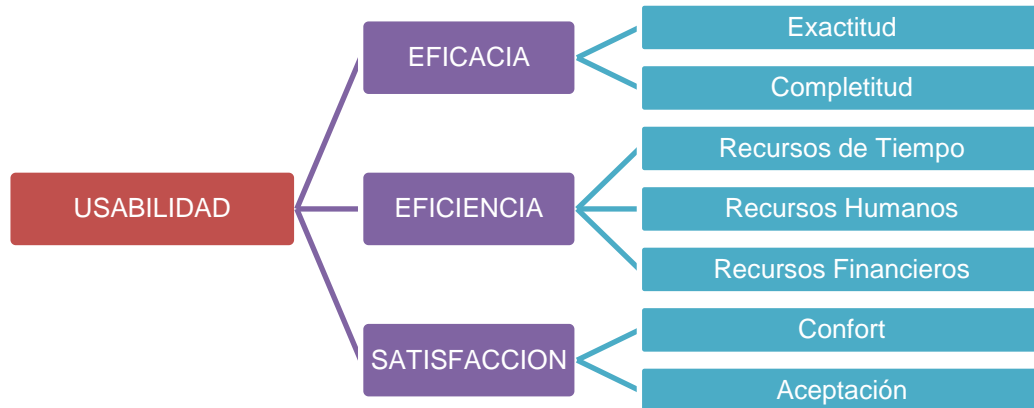


Figura No 3.2: Criterios medibles de Usabilidad de acuerdo al ISO 9241-11 Fuente: [12]

3.1.1.2.1.2. Elementos de evaluación y referencia según el estándar ISO 9126

De acuerdo al estándar ISO/IEC 9126 (Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for the User) [2], usabilidad es un atributo de la calidad del software. El término es utilizado para referirse a la capacidad de un producto software para ser entendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando es utilizado bajo condiciones específicas. El estándar define la calidad de un producto software en función de seis categorías de las cuales una de esas categorías es la usabilidad cuyo propósito en este estándar es garantizar la calidad de uso del producto. En la parte ISO 9126-1[2] de este estándar, la usabilidad es analizada en términos de su comprensibilidad, aprendizaje, operabilidad, y atractividad, tal y como se puede apreciar en la figura 3.3.

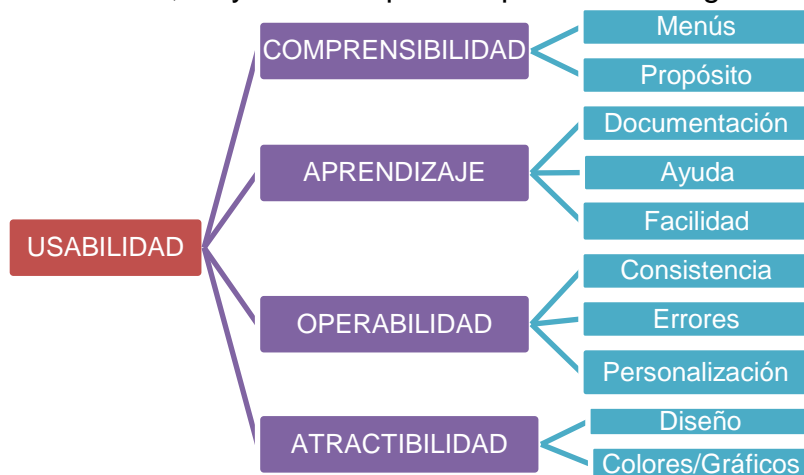


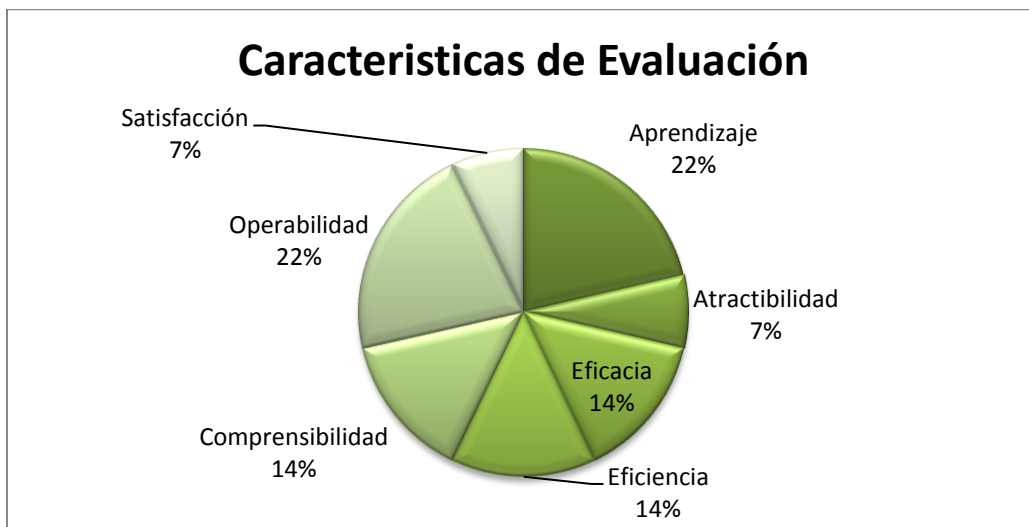
Figura No 3.3: Criterios medibles de Usabilidad de acuerdo al ISO 9126. Fuente: [12]

3.1.1.2.1.3. Selección de los elementos definitivos.

Una vez identificados los elementos de evaluación que constituyen los estándares ISO 9124 e ISO 9126, mostrados en las figuras 3.2 y 3.3 de la sección 3.1.1.2.1.1 y 3.1.1.2.1.2 respectivamente, se realiza un cuadro comparativo de las dimensiones de evaluación para cada medida consideradas en los dos estándares y de los resultados obtenidos de la encuesta a expertos (ver encuesta completa en el Anexo A.), lo cual sirve de apoyo para la selección de los elementos definitivos de evaluación.

CRITERIOS PROPUESTA	Aprendizaje	Atractibilidad	Eficacia	Eficiencia	Comprensibilidad	Operabilidad	Satisfacción
ISO 9241-11	X		X	X	X	X	X
ISO 9126	X	X			X	X	
ENCUESTA EXPERTOS	X		X	X	X	X	

TABLA No 3.1: Análisis de los criterios a considerar en la evaluación de la usabilidad



Grafica No 3.1: Análisis gráfico de los criterios de evaluación. Fuente de elaboración propia.

Finalmente, la lista de elementos de evaluación ha sido elaborada considerando los elementos con mayor puntaje porcentual, gracias a que fueron considerados en los estándares estudiados ISO 9241-11 e ISO 9126 y en el resultado de la evaluación a expertos; para lo cual los puntajes más altos fueron alcanzados por los elementos: Aprendizaje y Operabilidad. Bajando al siguiente nivel se encuentran los elementos de Eficacia, Eficiencia y Comprensibilidad con un mismo puntaje porcentual, del cual solamente se ha extraído la Comprensibilidad como el último elemento que entra formar parte de los criterios de usabilidad a considerar en la evaluación propuesta; dado que el valor agregado se lo otorga la encuesta hecha a expertos en la cual este criterio es considerado por los encuestados como elemento importante a considerar en la evaluación de aplicaciones CSCL. El criterio Eficacia no fue seleccionado puesto que para su evaluación se pretende que los diseñadores establezcan los objetivos (objetivos que pueden ser difíciles de seguir puesto que la mayoría de veces no son claros, están mal planteados o son desviados de su fin) que se persiguen y se compruebe si los usuarios los logran alcanzar y el criterio de Eficiencia no fue seleccionado porque para su análisis se requiere de diferentes tipos de usuarios, caso que no es abordado en esta tesis. Los elementos de Satisfacción y Atractibilidad quedaron en el último nivel por lo cual no han sido tenidos en cuenta en esta selección.

La lista definitiva de criterios de evaluación de usabilidad para entornos CSCL incluirá los siguientes:

- **Aprendizaje:** Este criterio hace referencia a los atributos que dotan a un producto software de la cualidad de permitir al usuario aprender su manejo, por lo cual incluye métricas útiles para medir la facilidad con la que aprenden a usar el software así como la eficacia de los sistemas de documentación y ayuda que le permiten al usuario mejorar la interacción con la aplicación.
- **Operabilidad:** Es la capacidad del producto software para permitir al usuario operarlo y controlarlo, por lo tanto este criterio incluye métricas que valoraran dicho control de la navegación sobre el software.

- **Comprensibilidad:** Este criterio se refiere a atributos que facilitan entender si el software resulta adecuado y cómo puede usarse. Contiene métricas orientadas a evaluar la facilidad con la que los posibles usuarios pueden leer fácil y rápidamente el contenido dentro de la aplicación, así como también valora la propiedad del software en reducir la carga de trabajo u orientación al usuario.

Estos tres criterios determinan las características de usabilidad de alto nivel que no pueden medirse directamente, por lo que es necesario que sean descompuestos en métricas y atributos que puedan ser fácilmente medibles.

3.1.1.2.2. Variables de segundo nivel: Definición de las métricas de evaluación.

Las métricas constituyen las variables de segundo nivel que han sido consideradas para la valoración de la usabilidad en un entorno CSCL. Teniendo en cuenta la definición general de Métrica en este contexto se define según Ejiogu [30], como la medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado; otra definición asociada es la desarrollada por Fenton [26], en la que métrica se define como la correspondencia de un dominio empírico (mundo real) a un mundo formal, matemático. La medida incluye al valor numérico o nominal asignado al atributo de un ente por medio de dicha correspondencia.

Por último en el Anexo D se encontrará la lista definitiva de métricas consideradas para este segundo nivel de evaluación las cuales se han elaborado bajo la definición de:

a) El estándar ISO/IEC 9126. Debido a que en este figura un conjunto de métricas (llamadas por el estándar sub-criterios) asociadas a los criterios definidos por el mismo para medir la usabilidad como parte de la calidad en uso.

Las métricas del estándar que fueron consideradas son las siguientes:

- Aprendizaje. Dentro de este criterio las métricas consideradas son:

- ✓ Facilidad de Ayuda: Métrica que hace referencia a la ayuda en línea y documentación, en sus aspectos de completitud y adaptación a distintos perfiles de usuario.
- Operabilidad. Las métricas consideradas para este criterio del estándar son:
 - ✓ Facilidad de uso: Esta métrica se basa en atributos como lenguaje sencillo y claro donde evaluarlo permite determinar como el usuario puede entender los mensajes que emite la aplicación o si retrasa el entendimiento del usuario en la realización de nuevas acciones, y así encontraremos mas atributos que relacionaremos con más detalle en el apartado 3.1.1.2.3.
 - ✓ Consistencia: Esta métrica se refiere al comportamiento constante de controles y servicios al momento de realizar una operación sobre la aplicación.
- Comprensibilidad. Para este criterios se encuentran las siguientes métricas:
 - ✓ Facilidad de lectura: Métrica que hace referencia a la facilidad con la que el usuario se puede enfrentar a la información dispuesta en la aplicación ya que esta tiene elementos como la agrupación cohesiva de la información que le permite realizar una mejor lectura.
 - ✓ Orientación al usuario: Métrica que evalúa la calidad de los mensajes y navegabilidad la cual está relacionada con guiar al usuario proveyendo mecanismos para informar de la ruta y la posición actual.

b) Métricas proporcionadas por otro autor. Apoyados en el trabajo [34] se extrajeron algunas métricas de interés definidas en el Árbol de Atributos de Usabilidad desarrollado por el autor; las cuales servirán para complementar a las métricas del estándar ISO/IEC 9126. Es por lo anterior que se han considerado para los criterios señalados a continuación, las siguientes métricas:

- Aprendizaje. Dentro de este criterio las métricas consideradas son:
 - ✓ Predecibilidad: Esta métrica se refiere a la facilidad con la que un usuario puede determinar el resultado de sus acciones futuras, por

ejemplo; el grado de significación de los iconos puede determinar la realización de una acción, en este caso el icono es acorde y le proporciona al usuario una idea de lo que se puede hacer con dicho elemento con el simple hecho de observarlo.

- **Comprensibilidad.** Para este criterios se encuentran las siguientes métricas:
 - ✓ **Reducción de la carga de trabajo:** Esta métrica mide aquellos elementos dentro de la aplicación que reducen el esfuerzo cognitivo del usuario, por ejemplo; el hecho de dotar de valores iniciales a los campos de los formularios, evita interacciones innecesarias que ayudan a que el usuario centre sus esfuerzos en lo que realmente tiene que realizar dentro de la aplicación y no gastar tiempo en tratar de comprenderla que podría convertirse en una carga mas de trabajo especialmente en usuarios inexpertos.

La Tabla 3.2., presenta un resumen de las métricas y su respectivo criterio relacionado.

CRITERIO	METRICA
APRENDIZAJE	Facilidad de Ayuda
	Predecibilidad
COMPENSIBILIDAD	Facilidad de Lectura
	Reducción de la Carga de Trabajo
	Orientación al Usuario
OPERABILIDAD	Consistencia
	Facilidad de Uso

Tabla No 3.2: Listado de Métricas y su respectivo Criterio.

3.1.1.2.3. Variables de tercer nivel: Definición de los atributos de evaluación

Debido a que las métricas no son directamente medibles y debemos obtener de ellas los resultados que nos permita evaluar las variables de primer nivel definidas en el apartado 3.1.1.2.1, que obedecen a los criterios de evaluación, es preciso definir elementos que nos permitan recolectar la información que será procesada mediante las variables de segundo nivel definidas en el apartado 3.1.1.2.2, en este mismo orden de ideas a dichos elementos se le denominara atributos y estarán clasificados dentro de las variables de tercer nivel.

Los atributos se han declarado de tal manera que puedan ser medidos de forma cualitativa y con mayor énfasis de forma cuantitativa, los cuales han sido elaborados basándose sobre la base de las métricas definidas del estándar 9126 y del aporte de [34] tal y como se señalo en el apartado 3.1.1.2.2 (Sección b). En el Anexo E se encontrará la lista definitiva de atributos considerados para este tercer nivel de evaluación.

La Tabla 3.3., presenta un resumen de los atributos y su respectiva métrica asociada.

METRICA	ATRIBUTOS
FACILIDAD DE AYUDA	Complejidad de Documentación
	De fácil manejo
	Útil para el Logro del Objetivo
PREDECIBILIDAD	Significación de iconos
	Significación de Comandos
FACILIDAD DE LECTURA	Agrupación de la información
	Densidad de la información
REDUCCIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	Inicialización de valores
	Minimización de acciones

ORIENTACIÓN AL USUARIO	Calidad de los mensajes
	Navegabilidad
CONSISTENCIA	Comportamiento Constante de Controles
	Consistencia de Orden
FACILIDAD DE USO	Facilidad de envío y recepción
	Opciones visibles y de fácil identificación
	Leguaje sencillo y claro

Tabla No 3.3: Listado de Atributos y su respectiva métrica asociada.

3.1.1.3. Características de Usabilidad Colaborativa.

3.1.1.3.1. Variables de primer nivel: Definición de los criterios de evaluación según las características de entornos colaborativos.

Como ya se había mencionado los criterios de evaluación constituyen las variables de más alto nivel que han sido consideradas para la valoración de la usabilidad en un entorno CSCL. En este caso para la definición de estos criterios se han tenido en cuenta diferentes elementos que caracterizan a un entorno colaborativo y que mediante la encuesta a expertos se ha logrado escoger que variables conforman este primer nivel.

Junto a los criterios considerados en la sección 3.1.1.2.1, se adicionarán otros tres elementos que en el proyecto de investigación se consideran habituales y deseables al trabajar con un sistema que facilite o permita realizar actividades de aprendizaje colaborativo. Encontramos según [36] que los elementos propios y característicos de un sistema colaborativo son: *facilidad de comunicación*, de *coordinación* y de *cooperación*, o también encontramos en [37] que dichos elementos característicos son la colaboración, conversación, cooperación, deliberación, y/o argumentación. Dichas características indirectamente imponen

dimensiones adicionales a las caracterizaciones de la usabilidad anteriormente identificadas (sección 3.1.1.2.1) y es que a la usabilidad deseable para una aplicación tradicional, si ésta puede utilizarse en un entorno colaborativo, se le exigirán las características adicionales comentadas.

La lista de criterios de evaluación de usabilidad para entornos CSCL donde además de valorar dicha usabilidad desde el punto de vista individual también evalúa características de usabilidad donde la principal característica es permitir realizar actividades de aprendizaje grupal está conformada por:

- a. **Colaboración/Cooperación:** Hace referencia a la posibilidad de que varias personas puedan trabajar conjuntamente en una misma tarea para la consecución de un determinado fin como, por ejemplo, la prestación de un servicio, la inicialización de un proceso o la elaboración de un documento.
- b. **Comunicación/Conversación:** Es una actividad humana que permite el intercambio de información entre personas. Es posible identificar una serie de elementos que permiten caracterizar este proceso: participantes, información que se transmite y medio utilizado.
- c. **Deliberación:** Es la actividad mediante el cual se evalúan los pros y contras relevantes de una situación específica con el objetivo de adoptar una decisión determinada, por lo tanto será el proceso que le permitirá a los integrantes tomar decisiones conjuntamente hacia la obtención de un objetivo común.
- d. **Conciencia de grupo:** Todos los miembros deben estar y sentirse vinculados con el resto de integrantes de su grupo. Estos coordinan esfuerzos para lograr un objetivo que individualmente no podrían hacerlo.
- e. **Coordinación:** Es la actividad encaminada a gestionar las dependencias entre actividades realizadas en grupo para la consecución de un objetivo. Se ve como una actividad en si misma al ser un proceso necesario cuando varias personas participan en una misma tarea.

Para la selección de los elementos definitivos que entrarán a formar parte de las variables de primer, se ha hecho un cuestionario dirigido a Ingenieros Expertos en el área de la Usabilidad que están en la capacidad de valorar cuales de las anteriores características valoran conjuntamente la usabilidad en aplicaciones que soportan el trabajo colaborativo. Los resultados obtenidos mediante la encuesta (Ver Anexo B) arrojan que las siguientes variables según los ingenieros expertos deberían ser tenidos a la hora de evaluar la usabilidad en este tipo de entornos.

- Colaboración/Cooperación.
- Comunicación/Conversación.
- Deliberación.

Estos tres criterios a consideración de los Ingenieros expertos determinan las características de usabilidad que deben analizarse al momento de evaluar entornos de trabajo colaborativo, debido a que estas variables no pueden medirse directamente, se hace necesario descomponerlas en métricas y atributos que fácilmente recogen la información para ser procesada y analizada.

3.1.1.3.2. Variables de segundo nivel: Definición de las métricas de evaluación según las características de entornos colaborativos.

El procedimiento utilizado para la definición de las métricas que entrarían a formar parte de la estructura de evaluación, fue el método GQM⁴, utilizado para seleccionar e implementar métricas de manera efectiva, enfoque que define un objetivo, refina este objetivo en preguntas y define métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas[54], este proceso fue adoptado con la finalidad de definir las métricas que entran a medir las características de los entornos colaborativos.

Para las variables definitivas de primer nivel se han encontrado las siguientes métricas definidas mediante el enfoque GQM, proceso que se relaciona en el Anexo C:

⁴ GQM Goal Question Metric

- Colaboración.
 - ✓ Control Participación: Esta métrica evalúa como la aplicación está en la capacidad de proporcionarle a los usuarios el control y los mecanismos suficientes para trabajar conjuntamente en la elaboración de tareas que les permitan dirigirse hacia la obtención de un objetivo común.
 - ✓ Actividades: Métrica que evalúa el grado de control sobre las actividades propuestas dentro de la aplicación.

- Comunicación.
 - ✓ Control de la Comunicación: Esta métrica evalúa como la aplicación está en la capacidad de evitar la aparición de “ruidos”, como información no relevante, redundante, e incluso errónea, garantizando la utilización de un lenguaje común y comprensible para todos.
 - ✓ Formas de Mensaje: Métrica que evalúa como los aspectos formales (texto, audio, fotos, animación, gráficos, colores) justifican la función que se espera de ellos.

- Deliberación.
 - ✓ Control sobre la deliberación: Esta métrica evalúa como la aplicación está en la capacidad de proporcionarle a los usuarios el control sobre los espacios de discusión, con el objetivo de que se les permita tomar decisiones en el desarrollo de una actividad de aprendizaje colaborativo.

3.1.1.3.3. Variables de tercer nivel: Definición de los atributos de evaluación según las características de entornos colaborativos.

Los atributos se han declarado de tal manera que puedan ser medidos de forma cualitativa y con mayor énfasis de forma cuantitativa, los cuales han sido elaborados basándose sobre la base de las métricas definidas en el apartado 3.1.1.3.2, en esta misma línea argumental, los atributos se obtienen directamente de esta definición, debido a que en el momento de elaborarlas fue necesario encontrar aquellas variables que recogieran la información que solucionarían la

métrica definida, el enfoque GQM, entonces, define un área de medición donde se definen este tipo de variables. (ver Anexo C).

En el Anexo E se encontrará la lista definitiva de atributos considerados para este tercer nivel de evaluación.

La Tabla 3.4., presenta un resumen de los atributos y su respectiva métrica asociada.

METRICA	ATRIBUTOS
CONTROL PARTICIPACION	Participación.
ACTIVIDADES	Control.
CONTROL DE LA COMUNICACIÓN	Control sobre los medios.
	Control de Secuencia.
FORMAS DE MENSAJE	Estética.
	Adecuación.
CONTROL SOBRE LA DELIBERACIÓN	Útil para la toma de decisiones.
	Control sobre los medios.

Tabla No 3.4: Listado de Atributos y su respectiva métrica asociada.

3.2. METODO DE MEDICIÓN, DE LAS VARIABLES DEL ARBOL DE REQUISITOS.

Una vez establecidos los parámetros de medición en las secciones 3.1.1.2.1, 3.1.1.2.2, 3.1.1.2.3, 3.1.1.3.1, 3.1.1.3.2, 3.1.1.3.3, resulta conveniente indicar cuál será el procedimiento mediante el cual se valorará cada una de las variables anteriormente definidas lo que permitirá en actos seguidos analizar y concluir acerca del comportamiento de estos parámetros con respecto a la usabilidad.

Es importante establecer un modelo efectivo de medición que permita realizar las tareas de procesamiento de datos; para lo cual se tomará de [12] el modelo de

valoración de las variables que conforman el árbol de requisitos el cual se basa en el modelo LSP⁵ propuesto por Dujmovic et. al. [38], [39], [40]; esto debido a que definir un modelo de medición implica un trabajo de investigación diferente y aparte al que se está realizando, por lo cual se ha adoptado y adaptado el modelo que en [12] se define.

3.2.1. Generalidades del Modelo LSP.

LSP es un método cuantitativo de evaluación costo/beneficio útil para la obtención de una puntuación de preferencias. Se basa en el uso de funciones que dependen del tipo de elementos que se evalúa; Richard [47], [38]. El método ha sido diseñado para la evaluación y selección de productos software. La selección se realiza atendiendo a dos criterios:

- a. Análisis de la preferencia en la calidad.
- b. Análisis del costo.

En nuestro caso se enfatizará únicamente en el primer criterio, obedeciendo esta elección a que el análisis se orientará a la valoración de la usabilidad en entornos CSCL, partiendo de la obtención de puntuaciones de preferencias obtenidas de los usuarios. Este modelo ha sido utilizado por diferentes autores como: Olsina en su metodología de evaluación y comparación de calidad de sitios Web WebQEM [41], por Nakwichian, S. y Sunetnanta, T.; en su modelo de valoración de calidad de sitios Web basado en grupos de usuarios [42] y por Elena en su Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos [12].

3.2.2. Diseño del modelo de Puntuación en el árbol de requisitos, aplicando el modelo LSP.

A continuación se irán aplicando los pasos definidos en [39], [38] para el modelo LSP; pero que en [12], se resumen y se explican ajustándose a las necesidades propias del proyecto de investigación. Por lo tanto en la ejecución correcta de los

⁵ Modelo Logic Scoring of Preference: Modelo de Puntaje de Preferencia Lógica

pasos esta el establecimiento del modelo de puntuación para el árbol de requisitos de usabilidad el cual fue definiendo a lo largo de la sección 3.1.1.

3.2.2.1. Clasificación de los parámetros del árbol de requisitos.

La siguiente clasificación permite definir el grado en que cada parámetro incide en el cumplimiento de los requisitos de usabilidad, es decir, se menciona con qué nivel de importancia a consideración del autor se impacta en el cumplimiento de dichos requerimientos de evaluación, para lo cual se han definido dos tipos de calificaciones según [40] Esencial y Deseable.

Parámetros Esenciales (E), aquellos que describen aspectos de un entorno CSCL que deben existir obligatoriamente para satisfacer los requisitos de usabilidad del subárbol específico, por lo que la ausencia de esta clase de parámetro penalizaría severamente la calificación de dicha estructura, llevando incluso a un valor nulo de la usabilidad.

Parámetros Deseables (D), describen aspectos que son deseados como esenciales, pero que sin embargo por si mismos no lo son para satisfacer los requisitos de usabilidad en entornos CSCL. La ausencia de estos parámetros nunca puede conllevar a un valor nulo de usabilidad, sin embargo, sí que puede reducirla sustancialmente.

En este orden de ideas se clasificarán los parámetros que forman el árbol de requisitos de acuerdo con la información obtenida mediante las encuestas realizadas a los ingenieros expertos; los resultados obtenidos pueden analizarse en la tabla 3.5.

CRITERIO	TIPO	METRICA	TIPO	ATRIBUTO	TIPO
APRENDIZAJE	E	Facilidad de Ayuda	E	Compleitud de Documentación	E
				De fácil manejo	D
				Útil para el Logro del Objetivo	E

		Predecibilidad	D	Significación de iconos	E
				Significación de Comandos	D
COMPRESIBILIDAD	E	Facilidad de Lectura	E	Agrupación de la información	E
				Densidad de la información	D
		Reducción de la Carga de Trabajo	E	Inicialización de valores	D
				Minimización de acciones	E
		Orientación al Usuario	D	Calidad de los mensajes	D
				Navegabilidad	E
OPERABILIDAD	E	Consistencia	D	Comportamiento Constante de Controles	D
				Consistencia de Orden	E
		Facilidad de Uso	E	Facilidad de envío y recepción	D
				Opciones visibles y de fácil identificación	E
				Leguaje sencillo y claro	E
		COLABORACION	E	Control Participación	E
Actividades	D			Control.	E
COMUNICACIÓN	E	Control de la	E	Control sobre los	E

		Comunicación		medios.	
				Control de Secuencia.	D
		Formas de Mensaje	D	Estética.	E
				Adecuación.	D
DELIBERACIÓN	E	Control sobre la Deliberación	E	Útil para la toma de decisiones.	E
				Control sobre los medios.	E

Tabla No 3.5: Clasificación de los Criterios, Métricas y Atributos en el cumplimiento de los requisitos de usabilidad.

3.2.2.2. Asignación de pesos a los parámetros del árbol de requisitos

El peso determina la importancia de cada parámetro en el cumplimiento de los requisitos de usabilidad en un entorno CSCL, Al igual que en la clasificación de parámetros del árbol de requisitos, para la asignación de pesos nos basaremos de [12] quien utiliza para este caso la técnica SMART⁶ [43], [44] como soporte para realizar esta actividad, esta técnica es usada en la asignación de pesos de preferencia para un conjunto de variables y se basa en un análisis con varios criterios de diferentes expertos que permite la evaluación sistemática de los parámetros que forman el árbol de requisitos.

Para los objetivos perseguidos en este trabajo, se ha realizado una adaptación de la técnica de SMART, permitiendo de esta manera asignarle una medida a cada parámetro (criterio, métrica, atributo), atendiendo previamente a la clasificación de estas variables obtenida en las secciones 3.1.1.2 y 3.1.1.3; significando así, que la asignación de pesos está relacionada con una medida que determina el grado de importancia o ponderación de cada parámetro respecto a su tipo (Esencial,

⁶ SMART: Simple Multiple Attribute Rating Technique

Deseable). Para obtener el peso de cada uno de los parámetros del árbol de requisitos, se han seguido los siguientes pasos:

1. Se agrupa en cada nivel (criterio, métrica, atributo) los parámetros según sea su tipo de clasificación esencial o deseable, en otras palabras se ordenan las variables desde la más importante por su efecto en la puntuación total (esencial) hasta la menos importante (deseable).
2. En cada rama (nivel), y de manera independiente se selecciona el parámetro menos importante (deseable) y compara su importancia respecto a las otras variables de la misma rama; estableciendo una relación de proporcionalidad entre estos, por ejemplo: se podría establecer que la importancia de los parámetros deseables es de 1/5 respecto a los esenciales, por lo tanto si a una variable de tipo deseable se le asigna un valor de 10; las variables de tipo esencial deberían tomar un valor de 50. **Nota:** para cada rama o nivel se puede establecer una relación de proporcionalidad diferente, reflejándose de esta manera la variedad de criterios por parte de los expertos a la hora de calificar cada una de estas variables.
3. Los pesos asignados a cada parámetro, deberán ser transformados a su forma ponderada. Es decir deberán normalizarse, dividiendo a cada uno de ellos entre la suma de todos los parámetros que conforman el mismo nivel. Al final la suma de los pesos normalizados de cada parámetro en la misma rama deberá ser igual a uno.
4. Se deberá repetir el procedimiento para cada uno de los subárboles que conforman el árbol de requisitos.

El procedimiento que permite obtener cada peso de cada una de las variables que conforman el árbol de requisitos se mostrará en detalle junto con los resultados en el Anexo I.

3.2.2.3. Puntuación de las variables de tercer nivel (Atributos).

Las variables de tercer nivel (Atributos), constituyen los parámetros cuantitativos y cualitativos encargados de recolectar la información que será procesada en la

evaluación de la usabilidad de entornos CSCL. Debido a que se tratarán aspectos cualitativos como cuantitativos es necesario que la puntuación propuesta aborde las dos perspectivas; para lo cual se ha definido una encuesta en la que se evaluarán cada uno de los atributos que conforman el árbol de requisitos estableciendo para ello un rango de calificación capaz de valorar los aspectos cuantitativos como cualitativos, esta escala se define entre los rangos de 1 a 5 donde 1 es la más baja calificación significando que el usuario está en total desacuerdo y que la pregunta evaluada no cumple en su totalidad con los requisitos de usabilidad del entorno colaborativo; y 5 es la más alta calificación con la que el usuario expresa su conformidad con la usabilidad de los atributos evaluados en el entorno CSCL.

De acuerdo al modelo LSP, el valor de los atributos obtenido en la evaluación debe ser normalizado, lo que determina que el valor asignado por el usuario se convierta en una *Puntuación Elemental* sobre una escala de 0 a 100, indicando el grado de conformidad del parámetro de usabilidad respecto a la aplicación evaluada, se entiende esta puntuación como el porcentaje de conformidad del usuario frente a los atributos valorados.

Para normalizar los valores obtenidos, se utiliza la siguiente función de transformación elemental donde v es el valor que el usuario le ha dado al atributo y pe ; es la puntuación elemental que representa el porcentaje de conformidad del atributo con respecto a la usabilidad.

$$pe = H(v) = ((v * 10) - 10) * 2,5 \quad \text{ECUACION 3.1}$$

De esta manera se logrará normalizar los valores asignados por los usuarios a los diferentes grupos de atributos en términos porcentuales, siendo utilizados para interpretar la calificación que el usuario le ha dado a la aplicación colaborativa.

3.2.3. Cálculo de la valoración definitiva de la usabilidad en el entorno CSCL.

Para llevar a cabo la valoración definitiva de la usabilidad global en el entorno CSCL, es necesario obtener las puntuaciones elementales de los atributos que

conforman el árbol de requisitos; los pesos asignados a cada uno de estos atributos; y una adecuada función de agregación que permita obtener la puntuación total de la evaluación del entorno CSCL.

3.2.3.1. La función de agregación.

La función de agregación es una herramienta definitiva en el proceso de evaluación de la usabilidad del entorno CSCL, ya que esta determina los resultados de la valoración de la usabilidad en dicho entorno, mediante el procesamiento de las puntuaciones elementales; y los pesos asignados a los parámetros que conforman el árbol de requisitos. En este mismo orden de ideas; la función de agregación que realizará el procesamiento de la información se denomina “Promedio de Potencias de Pesos” [45], [40], la cual construye su resultado en base a la importancia relativa de los parámetros respecto a la aplicación y a la usabilidad esperada.

$$f(Pe, w) = (w_1 Pe_1^r + w_2 Pe_2^r w_1 + \dots + w_n Pe_n^r)^{1/r} \quad \text{ECUACION 3.2}$$

Pe = Puntuación Elemental

w = Peso asignado a cada parámetro del árbol de requisitos.

r = valor real asociado con el tipo de parámetro y el número de ellos

Esta función se aplica para los diferentes parámetros que forman un subárbol de un mismo nivel dentro del árbol de requisitos. Por ejemplo: la métrica Facilidad de Ayuda está formada por los atributos Completitud de Documentación, Útil para el logro del objetivo y De fácil manejo, para lo cual se dice que se forma el subárbol de la métrica Facilidad de Ayuda, o en otro caso las métricas Facilidad de uso y consistencia forman el criterio Operabilidad para lo cual se dice que se forma el subárbol de este criterio. En otras palabras la función de agregación se aplica de manera vertical a los diferentes subarboles que integran los parámetros de primer, segundo y tercer nivel del árbol de requisitos.

3.2.3.2. El Proceso

La ecuación 3.3, refleja el proceso iterativo necesario para hallar la calificación global de la aplicación colaborativa.

$$F(f(Pe, w), w) \quad \text{Ecuación 3.3.}$$

Esta función toma como entradas los diferentes resultados que salen al aplicar la ecuación 3.2 a los subárboles que forman los atributos del árbol de requisitos, generando como salida un resultado consolidado para cada una de las métricas, estos a su vez se constituyen en las nuevas entradas para la función de agregación proporcionando como resultado la valoración de la usabilidad para cada criterio establecido dentro del árbol de requisitos, para que en un último paso se repita el proceso que le guiara a la calificación global del sitio.

El proceso se desarrolla con la definición del tipo de operador ya que este determinará el valor de r , necesario al momento de aplicar la ecuación 3.2, además de que determinan el grado de relación que existe entre las variables del subárbol evaluado. A continuación se mencionan los operadores y las posibles combinaciones útiles para esta parte del trabajo de investigación los cuales han sido tomados del modelo LSP [40], [46] y que se definen de acuerdo a la clase de parámetro.

Como lo señala el modelo LSP, los operadores lógicos que pueden utilizarse para ajustar adecuadamente la valoración de la usabilidad en el entorno CSCL, son aquellos que pueden distinguir una relación que va desde el grado en que dos o más requisitos de usabilidad deben estar presentes simultáneamente hasta en el que dos o más requisitos de usabilidad pueden estar presentes alternativamente, es por lo anterior que los operadores lógicos que se encuentran en medio de estos dos extremos cumplirán con estas características donde cualquiera de estos se acercarán o alejarán del extremo dependiendo del grado de relación que exista. Los extremos caracterizan dos tipos de funciones que son: conjunción y disyunción identificándose en medio de ellos dos funciones básicas [46] que

servirán para relacionar los diferentes elementos dependiendo su tipo, estas funciones son: Cuasi-Conjunción fuerte (C^+), Cuasi-Conjunción media (CA), las cuales dentro de sus límites permiten modelar situaciones en las que necesitamos un cierto grado de simultaneidad de los requisitos de usabilidad y por lo tanto se quiere penalizar a aquellos sitios que no pueden satisfacer simultáneamente estos requisitos. La puntuación agregada es principalmente afectada por pequeñas entradas de puntuaciones elementales, por lo que para conseguir buenos resultados las entradas de puntuaciones deben ser grandes.

Los parámetros de medición junto con el número elementos de evaluación (n) que en un momento determinado se combinan para dar inicio al procesamiento de la información, fijan el valor de la variable (r) necesaria en la ecuación 3.2 y base para la obtención de las puntuaciones de cada atributo, métrica y criterio.

La Tabla 3.6, resume los operadores en función al número de parámetros de evaluación (n).

Operación	Símbolo	Grado de disyunción (d)	Grado de conjunción (c)	r			
				n=2	n=3	n=4	n=5
Disyunción	D	1.000	0.000	$+\infty$	$+\infty$	$+\infty$	$+\infty$
QC media	CA	0.250	0.750	-0.72	-0.73	-0.72	-0.71
QC fuerte	C^+	0.125	0.875	-3.51	-3.11	-2.82	-2.6
Conjunción	C	0.000	1.000	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$

Tabla No 3.6: Operadores utilizados en el proceso.

Por último la tabla 3.7 determina que operador es necesario utilizar luego de comparar que tipo de atributo son los que están siendo procesados.

	Esencial	Deseable
Esencial	C^+	CA
Deseable	CA	C^-

Tabla No 3.7: Combinación de operadores de acuerdo a la clase de parámetro

Por ejemplo, para el caso en el que están siendo procesados dos atributos cuya clasificación ha sido para uno deseable y para el otro esencial, entonces de la tabla 3.8 se obtiene que tipo de operador será el que se utilizará, luego de saber cuál es, se toma la tabla 3.7 de la cual se obtendrá el valor para (r) , base para aplicar la ecuación 3.2, para este caso los tipos de atributos determinaron que el operador a utilizar era cuasi-conjunción media (CA), donde considerando que son 2 atributos el valor para (r) , será $-0,72$ nuevo valor para la ecuación

CAPITULO IV: GUIA ASOCIADA A METRICAS PARA LA EVALUACION DE LA USABILIDAD EN ENTORNOS CSCL.

Para las empresas dedicadas a la producción del software, obtener productos usables es una de las metas propuestas que constituyen su compromiso en la construcción de aplicaciones útiles para los objetivos de los usuarios así como para la generación de escenarios que motiven al usuario su uso. Es por lo anterior que se hace necesario buscar los medios que contribuyan a la obtención de estas características que logran distinguir una aplicación de otra, y que elevan la complejidad en esta difícil tarea de la construcción de nuevo software. El objeto de este trabajo de investigación precisamente se enmarca en la preocupación de considerar el criterio de calidad (Usabilidad) dentro de las aplicaciones CSCL, idea de investigación que mediante la propuesta “Marco Conceptual para la Evaluación de la Usabilidad” y por medio de la estructura de medición definida, busca contribuir en la valoración de este tipo de entornos comprometiéndose en la ardua labor de construir aplicaciones útiles para el usuario capaces de llevar un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para obtener software de calidad que abarque cada una de las características de usabilidad deseadas dentro de una aplicación, es preciso medirla, actividad que se realiza mediante métricas, capaces de caracterizar numéricamente los distintos aspectos del software. Como se mencionó en el capítulo anterior dentro del marco conceptual existe una estructura de medición conformada por los parámetros: Criterio, Métrica y Atributo, variables que logran determinar cuantitativamente el nivel de usabilidad en un entorno CSCL, y que se logra llevar a cabo gracias al papel de procesamiento de información que desempeñan las métricas dentro del proceso de evaluación. Dado la complejidad e importancia de esta última variable se ha diseñado un capítulo aparte que defina la forma de abordarlas y utilizarlas dentro de las fases tempranas (análisis y diseño) hasta etapas finales (implementación y evaluación) del proceso de desarrollo de software, en otras palabras se elaborará una guía asociada a métricas enmarcadas dentro de la estructura de evaluación que las define una a una, indica la manera de cómo y

dónde usarlas, además de que presenta la interpretación de los resultados obtenidos al finalizar el procesamiento de las métricas.

COMO USAR ESTA GUIA.

Esta guía clasifica 12 métricas basadas en el estándar ISO 9126, y en el árbol de atributos de usabilidad definido en [31], dentro de las fases que componen el proceso de desarrollo de software (análisis, diseño, implementación y evaluación), con la finalidad de establecer la relación que existe entre métrica-fase. Guía que facilita la utilización de esta serie de métricas creadas para el procesamiento de información que será utilizada a la hora de dar inicio a la construcción de nuevo software.

Iniciando con la utilización de esta guía es necesario localizar dentro de la estructura la fase del proceso de desarrollo en la cual se encuentra el software, para de esta manera lograr identificar las métricas que hacen parte de esta etapa. Una vez identificadas, el paso siguiente es tomar una a una las métricas que se definen mediante una tabla formada por una serie de atributos que pretenden guiar la utilización de todas las métricas definidas; la tabla No 4.1., define los atributos que la componen y cuál debe ser la interpretación que se le debe dar a cada uno de estos.

Nombre:	Nombre de la Métrica
Identificador:	Identificador de la Métrica.
Propósito:	Define de forma breve la finalidad con la que fue construida la métrica.
Método de Aplicación:	Define cual es el resultado esperado a la hora de llevar a cabo el propósito de la métrica mediante la aplicación de la formula.
Medición Formula:	Define las métricas indirectas y las métricas directas, que permitirán procesar la información y obtener el resultado de la aplicación de estas. Adicionalmente describe las variables que constituyen la formula.

Interpretación de Resultados:	Una vez obtenidos los resultados de las métricas, se hace necesario identificarlos dentro de unos rangos establecidos en la definición de cada una de las métricas y que ayudaran en la interpretación de este.
Fase del Ciclo de Vida del Modelo de desarrollo de Software:	Hace referencia a la fase en que debe ser utilizada la métrica en cuestión.
Audiencia:	Se refiere a las personas que deberían utilizar esta métrica.
Atributos Relacionados:	Se refiere a los atributos que afectan directamente a la métrica.
Ejemplo:	Guía de forma breve la utilización de la métrica mediante la uso de un ejemplo.

Tabla No 4.1. Estructura de la guía asociada a métricas. Fuente: Elaboración propia (Adaptación de [55])

4.1. MÉTRICAS PARA EL ANALISIS Y DISEÑO.

Las métricas definidas para ser utilizadas durante estas dos fases tienen la tarea de contribuir en la construcción de software de calidad desde su inicio en el ciclo de vida, tratando con la objetividad de sus resultados arrojar información que ayude en el proceso de transformación de los requerimientos al sistema a implementar, además que permita diseñar y proyectar una arquitectura robusta capaz de generar software usable.

Durante el análisis y diseño se podrán aplicar las métricas predecibilidad y formas de mensaje debido a que recogen información que caracteriza la precisión con la que desea construir software de calidad.

Nombre:	Predecibilidad.
Identificador:	MAD 1
Propósito:	Evalúa la facilidad con la que el usuario puede determinar

	el resultado de sus acciones futuras.
Método de Aplicación:	Obtener una proporción de elementos con relación significativa a la realidad.
Medición Formula:	$X=A/B$; A (conteo): Número total de elementos con relación significativa a la realidad suministrados. B (conteo): Número de elementos con relación significativa a la realidad, descritos en el análisis de requisitos.
Interpretación de Resultados:	Rango: X ($0 \leq X \leq 1$), $0 \leq X \leq 0.4$ Inaceptable. $0.4 < X \leq 0.6$ Aceptable. $0.6 < X \leq 1$ Bueno. Si el resultado de la métrica se localiza en el último rango (bueno), significa que se han logrado adoptar satisfactoriamente aquellos elementos definidos en el análisis, que permiten a los usuarios conocer el resultado de sus acciones futuras. Entre más cerca a uno mejor será la valoración para la métrica predecibilidad.
Fase del Ciclo de Vida del Modelo de desarrollo de Software:	Análisis y Diseño.
Audiencia:	Analistas, Diseñadores.
Atributos Relacionados:	Significación de iconos, Significación de comandos.
<p>Ejemplo.</p> <p>Para este caso se plantea la siguiente situación:</p> <p>Durante el análisis de requisitos en la construcción del software se definieron una serie de casos de uso los cuales promueven la incorporación de elementos que</p>	

mejoran la interacción del usuario con la aplicación, denominados elementos con relación significativa a la realidad descritos en el análisis y elementos con relación significativa a la realidad suministrados, elementos que se deben cuantificar para poder aplicar la métrica, por lo que puede llegar a darse el siguiente caso:

Elementos con relación significativa a la realidad descritos en el análisis: luego de contar se obtienen un total de 10

Elementos con relación significativa a la realidad suministrados: luego de contar se obtienen un total de 7

Para lo cual se toma la métrica y se reemplazan los valores de la siguiente manera:

$$x = \frac{A}{B} = \frac{7}{10} = 0.7$$

Luego el resultado se localiza dentro de los rangos de calificación, obteniendo que este valor se caracteriza como bueno, y concluyendo de esta manera que se han logrado diseñar muchos de los elementos con representación significativa definidos durante el análisis, adicionalmente se puede decir que entre más se acerque el resultado a 1 mejor será la utilización de este tipo de elementos.

Tabla No 4.2. Guía asociada a la métrica Predecibilidad.

4.2. MÉTRICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.

En esta fase se pretende implementar los elementos generados durante el diseño, integrar los resultados producidos individualmente o por equipos, entre otras actividades [29]. Los sistemas desarrollados que proporcionen todos estos entregables puede que satisfagan todos los requisitos técnicos, ser intrínsecamente correctos, completos y robustos pero, aún, existe la posibilidad de que el usuario final no sea capaz de utilizar toda la potencialidad de la aplicación, para que esto no suceda se pretende incorporar métricas de usabilidad que estén orientadas hacia mejorar la facilidad de uso, que se caracterizan por:

- Los tópicos de ayuda que puede localizar el usuario y que tan fácil es su uso.
- Propiedad del software en reducir la carga de trabajo.

- La capacidad del producto software en brindar mecanismos consistentes.
- Participación, comunicación y deliberación activa del usuario mediante el intercambio de información.

Nombre:	Facilidad de Ayuda
Identificador:	MI 2
Propósito:	Evalúa los tópicos de ayuda que puede localizar el usuario y que tan fáciles podrían ser.
Método de Aplicación:	Obtener la proporción de funciones que son descritas en la documentación del usuario y/o facilidad de Ayuda.
Medición Formula:	$X=A/B$; A (conteo): Número total funciones suministradas. B (conteo): Número de funciones descritas.
Interpretación de Resultados:	Rango: X ($0 \leq X \leq 1$). $0 \leq X \leq 0.4$ Inaceptable. $0.4 < X \leq 0.6$ Aceptable. $0.6 < X \leq 1$ Bueno. Si el resultado de esta métrica se encuentra en el último rango, se puede afirmar que la mayoría de las funciones definidas para la documentación y ayuda, que proporcionan al usuario la comprensión del sistema son implementadas. En rangos menores se podrá afirmar que el conocimiento y uso del sistema será mínimo.
Fase del Ciclo de Vida del Modelo de desarrollo software	Implementación.
Audiencia:	Desarrolladores
Atributo Relacionado:	Complejidad de la documentación.

Ejemplo.

Se tiene la especificación de un sistema para un curso educativo. Necesitamos implementar funciones que permitan aumentar la capacidad del usuario para

aprender a usar el sistema, para esto se ha dispuesto de: mensajes de ayuda, procedimientos y ayuda, ayuda en línea, ayuda de soporte técnico, cuadro de preguntas, ayudante, lista de preguntas frecuentes que fueron determinadas por los analistas. Pero la implementación generada para el sistema solo ha producido dos de las funciones descritas.

Aplicando la métrica.

$$X=A/B;$$

$$A =2$$

$$B=8$$

$$X=0,25$$

Este resultado nos ubica dentro del rango Inaceptable, permitiendo afirmar que las funciones que se pueden localizar para la ayuda son mínimas o insuficientes.

Tabla No 4.3. Guía asociada a la métrica Facilidad de Ayuda.

Nombre:	Control de la comunicación
Identificador:	MI 4
Propósito:	Lleva un control de la utilización de los mecanismos de comunicación necesario para determinar el éxito de los procesos de negociación, argumentación y toma de decisiones dentro de la realización de tareas o actividades.
Método de Aplicación:	Obtener un porcentaje para determinar el éxito en el uso de los mecanismos dispuestos para la comunicación dentro de la aplicación.
Medición Formula:	$CMC = \frac{NMCU}{NMA} * 100$ <p>NMCU: Número de mecanismos utilizados para la comunicación en la aplicación.</p> <p>NMA: Número total de mecanismos que se encuentran desarrollados en la aplicación.</p>

Interpretación de Resultados:	<p>Se espera una calificación (CMC) de 0 a 100%, $0 \leq CMC \leq 40$ Inaceptable. $40 < CMC \leq 60$ Aceptable. $60 < CMC \leq 100$ Bueno.</p> <p>Si el resultado de esta métrica se encuentra en el último rango, se puede afirmar que los recursos dispuestos para la comunicación permiten que los usuarios puedan intercambiar información, mientras que si el resultado es menor puede que se de la comunicación pero el recurso no es el más adecuado para satisfacer las necesidades o preferencias del usuario.</p>
Fase del Ciclo de Vida de Modelos de desarrollo software.	Implementación.
Audiencia:	Desarrolladores.
Atributo Relacionado:	Control sobre los medios
<p>Ejemplo.</p> <p>En un escenario dado, se desea que los participantes interactúen de forma que construyan un conocimiento y luego defiendan sus ideas, ante otros que tienen otra perspectiva del mismo concepto. Para llevar a cabo la actividad en este escenario se necesitan mecanismos para la comunicación como el correo electrónico, foros de debate, estaciones de trabajo con envío de texto, entornos de conversación, videoconferencias entre otros, el usuario utilizara el elemento que más confianza le genere o simplemente el que más conozca o felicite el trabajo, mínimo uno, máximo todos los que el sistema disponga.</p> <p>Aplicando la métrica:</p> $CMC = \frac{NMCU}{NMA} * 100$ <p>NMCU: 2 NMA: 5</p>	

$$CMC = \frac{2}{5} * 100$$

CMC=40%

El resultado se ubica dentro del rango inaceptable, esto lleva a la conclusión de que son pocos los mecanismos de comunicación utilizados con respecto a los asignados, faltaría analizar una muestra grande para poder determinar si con los que son más utilizados es suficiente para entablar una buena comunicación o los demás mecanismos no son lo suficientemente usables.

Tabla No 4.4. Guía asociada a la métrica Control de la Comunicación.

4.3. MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN.

La evaluación al software se realiza con el objetivo de encontrar y documentar los defectos en la calidad del software, aconsejar en base a la calidad determinada, validar que el producto trabaja de acuerdo a lo que fue diseñado y validar que los requerimientos están correctamente implementados. Es por lo anterior que para contribuir en la realización de este tipo de características se han definido las métricas: actividades, facilidad de lectura, orientación al usuario, facilidad de uso las cuales que tratarán de arrojar información relevante necesaria para lograr corregir los problemas detectados durante esta etapa, las cuales analizaran la aplicación de tal forma que al reunir y analizar los resultados en esta última fase del desarrollo de software se entregue datos que permitan retroalimentar el proceso de construcción de software.

La mayoría de las métricas para la evaluación se concentran en el proceso de evaluación, por lo que es recomendable que los responsables de las pruebas se fijen en las métricas de análisis, diseño e implementación para que sirvan de guía en el diseño y ejecución de los casos de evaluación.

Nombre:	Actividades.
Identificador:	ME 1
Propósito:	Evalúa el grado de control sobre las actividades propuestas dentro de la aplicación.

Método de Aplicación:	Obtener un porcentaje de satisfacción del mecanismo utilizado para informar al usuario sobre los sucesos ocurridos y/o avance de sus tareas.
Medición Formula:	Métrica Directa: ¿Cuál es el porcentaje de satisfacción del mecanismo utilizado para informar al usuario sobre los sucesos ocurridos y/o avance de sus tareas?
Interpretación de Resultados:	Se espera una calificación (X) de 0 a 100%, $0 \leq X \leq 40$ Inaceptable. $40 < X \leq 60$ Aceptable. $60 < X \leq 100$ Bueno. Si el resultado de la métrica se localiza en el último rango (bueno), significa que se está conforme con la aplicación, ya que esta dispone de los medios para controlar e informar a los usuarios sobre el avance y control de sus tareas.
Fase del Ciclo de Vida del Modelo de desarrollo de Software:	Evaluación.
Audiencia:	Evaluadores.
Atributo Relacionado:	Control de la Colaboración.

Ejemplo.

Para este caso se plantea la siguiente situación:

Dada la definición y características de esta métrica, es difícil establecer para esta una medición indirecta (formula), por lo que ha sido conveniente definirla mediante la aplicación de una métrica directa que trata de capturar la evaluación de una determinada situación basado en la experiencia, análisis y percepción que se tenga de la situación. Es por lo anterior que la calificación que se obtendrá de esta métrica saldrá de la valoración hecha por la persona que utilice esta métrica.

Es recomendable que antes de dar una calificación, se establezca escenarios de

juicio donde valore los pros y contras de la situación a evaluar, permitiendo tener una idea clara al momento de calificar la métrica.

La valoración obtenida se localiza dentro de los rangos de calificación definidos, cuando se alcanza el nivel de bueno significa que la apreciación del que aplica la métrica es satisfactorio por lo que considera que la aplicación dispone de los medios para controlar e informar a los usuarios sobre el avance y control de sus tareas, adicionalmente se puede decir que entre más se acerque el resultado a 100 mejor será el grado de satisfacción que el evaluador posee al validar la aplicación.

Tabla No 4.5. Guía asociada a la métrica Actividades.

Nombre:	Orientación al Usuario.
Identificador:	ME 3
Propósito:	Evalúa la navegabilidad dentro de la aplicación, la cual se relaciona con guiar al usuario proveyendo mecanismos para informar de la ruta y la posición actual.
Método de Aplicación:	Determinar un porcentaje que represente la facilidad con la que el usuario navega dentro de la aplicación.
Medición Formula:	Métrica Directa: ¿Cuál es el porcentaje que representa la facilidad con la que el usuario navega dentro de la aplicación?
Interpretación de Resultados:	Se espera una calificación (X) de 0 a 100%, $0 \leq X \leq 40$ Inaceptable. $40 < X \leq 60$ Aceptable. $60 < X \leq 100$ Bueno. Si el resultado de la métrica se localiza en el último rango (bueno), significa que se está conforme con la aplicación, ya que esta dispone de los medios suficientes que garantizan una buena navegación por la aplicación.
Fase del Ciclo de Vida del Modelo de	Evaluación.

desarrollo de Software:	
Audiencia:	Evaluadores.
Atributo Relacionado:	Navegabilidad.
<p>Ejemplo.</p> <p>Para este caso se plantea la siguiente situación:</p> <p>Dada la definición y características de esta métrica, es difícil establecer para esta una medición indirecta (formula), por lo que ha sido conveniente definirla mediante la aplicación de una métrica directa que trata de capturar la evaluación de una determinada situación basado en la experiencia, análisis y percepción que se tenga de la situación. Es por lo anterior que la calificación que se obtendrá de esta métrica saldrá de la valoración hecha por la persona que utilice esta métrica.</p> <p>Es recomendable que antes de dar una calificación, se establezca escenarios de juicio donde valore los pros y contras de la situación a evaluar, permitiendo tener una idea clara al momento de calificar la métrica.</p> <p>La valoración obtenida se localiza dentro de los rangos de calificación definidos, cuando se alcanza el nivel de bueno significa que la apreciación del que aplica la métrica es satisfactorio por lo que considera que la aplicación dispone de los medios suficientes que garantizan una buena navegación por la aplicación, adicionalmente se puede decir que entre más se acerque el resultado a 100 mejor será el grado de satisfacción que el evaluador posee al validar la aplicación.</p>	

Tabla No 4.6. Guía asociada a la métrica Orientación al Usuario.

El resto de métricas que conforman la estructura de evaluación y que se encuentran definidas dentro del marco conceptual pueden ser vistas en el Anexo F.

La Tabla 4.7.muestra la clasificación de todas las métricas en forma general con la respectiva fase del ciclo de vida del modelo de desarrollo de Software

FASE	METRICAS
------	----------

ANÁLISIS Y DISEÑO	Predecibilidad.
	Formas de mensaje
IMPLEMENTACIÓN	Facilidad de Ayuda
	Control de la comunicación
	Consistencia.
	Reducción de la Carga de Trabajo.
	Control de la Participación
	Control sobre la deliberación.
EVALUACIÓN	Actividades.
	Orientación al Usuario.
	Facilidad de Lectura
	Facilidad de Uso.

Tabla No 4.7. Clasificación de las 12 métricas dentro de las fases del ciclo de vida del desarrollo software.

:

CAPITULO V. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.

En este capítulo se describe los mecanismos que se utilizaron para recolectar y procesar la información, apartado importante en el proyecto de investigación dado que permite obtener y analizar los resultados de la evaluación que guiaran a concluir sobre la aceptabilidad de la usabilidad en el entorno CSCL.

Por último se presenta un caso de estudio donde se aplica todo el proceso que es definido a lo largo del marco conceptual para la evaluación de la usabilidad en el entorno CSCL.

5.1. TECNICA EMPLEADA PARA LA OBTENCION DE LOS DATOS.

Una vez analizadas las variables (criterios, métricas, atributos) establecidas para la evaluación de la usabilidad se hace necesario fijar un medio por el cual se logre obtener la información, entonces no dirigimos hacia la información relacionada con métodos, técnicas y metodologías utilizadas para la evaluación de la usabilidad y analizando su propósito, costo, tiempo y ventajas se ha optado por utilizar el método de indagación (indagación individual) que se basa en la formulación de preguntas efectivas, este método se apoyan en el uso de técnicas (cuestionarios, entrevistas y encuestas) que ayudan en la recolección de información y que facilitan la detección de problemas. La técnica que será empleada es la de Cuestionarios [18] puesto que permite obtener información sobre las opiniones, deseos y expectativas de los usuarios potenciales, además son útiles e informativos, baratos, fáciles de aplicar a una muestra grande de usuarios, se pueden repetir las veces que sea necesario, proporciona rápidamente datos cuantitativos y cualitativos, evalúa de manera formal y estandarizada juicios, opiniones y sentimientos subjetivos, sobre la usabilidad del prototipo o sistema etc.

El cuestionario se ha diseñado con preguntas abiertas y cerradas en su mayoría; donde las últimas cuentan con una escala de valoración numérica de cinco puntos (1 a 5) que representa respectivamente su total desacuerdo (1), hasta su total acuerdo (5). Este cuestionario será evaluado por lo usuarios de manera

independiente, donde no se requiere la ayuda de ningún experto para su diligenciamiento, por lo que se podrá evitar la intervención de personas ajenas lo cual es una ventaja porque no se genera ninguna influencia sobre la opinión del encuestado y obtener exactitud en sus apreciaciones.

La definición de las preguntas que conforman el cuestionario de valoración de la usabilidad fue hecha teniendo en cuenta la finalidad que perseguía cada uno de los parámetros que hacen parte de la estructura de evaluación, para lo cual cada pregunta se identifica en base a su objetivo dentro de un atributo (variable de tercer nivel), atributo que previamente está relacionado con la métrica que procesará la información, ver Tabla 3.3. y 3.4. En la Tabla 5.1. se muestra la clasificación de algunas de las preguntas dentro de sus respectivos atributos y métricas. La clasificación completa de las preguntas se relaciona en el anexo L.

Métrica	Atributo	Preguntas
Facilidad de ayuda	Compleitud de Documentación	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La ayuda tiene relación con los temas o tareas de la aplicación? • ¿Sientes que la ayuda te explica adecuadamente como lograr la tarea? • ¿La ayuda es suficiente y detallada? • ¿Existe documentación que ayuda a la comprensión del software antes de su uso?
	De fácil manejo	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Se puede manejar con facilidad la ayuda? • ¿Se puede entender e interpretar la ayuda que provee este software?
Predecibilidad	Significación de Comandos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Le toma mucho tiempo aprender los comandos del software?
Reducción de carga de trabajo	Minimización de acciones	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La aplicación suministra mecanismos que reducen el número de veces en que el usuario deba escribir durante el proceso de comunicación? • ¿El software le permite economizar el número de veces

		que escribe?
Orientación al usuario	Navegabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Es relativamente fácil movernos de una parte a otra dentro de la tarea?

Tabla No 5.1. Clasificación de las preguntas que conforman cuestionario de evaluación dentro de los atributos y métricas.

5.1.1. Recolección de datos.

Como se describió en las secciones 3.1.1.2.3 y 3.1.1.3.3, los parámetros considerados en tercer nivel son los atributos, que serán los que el usuario evaluará en el cuestionario, permitiendo de esta manera recoger la información necesaria para aplicar el modelo de puntuación (LSP). Para más detalle de los atributos ver el Anexo E.

El cuestionario se ha diseñado con el objetivo de obtener resultados íntegros por parte del usuario, y de esta manera brindar información confiable y válida. A continuación se mencionan algunas de las consideraciones tenidas en cuenta para lograr el anterior objetivo:

- El número de preguntas por métrica no debería ser muy extenso con el fin de no cansar al usuario
- Es necesario definir preguntas concretas con el fin de obtener respuestas concretas.
- Las preguntas no deben contener las respuestas.
- El carácter de las preguntas debe ser neutral, para evitar opiniones.
- La presentación de las preguntas en el cuestionario debe realizarse atendiendo a la complejidad de las mismas (menor a mayor).
- Para la puntuación se usará una escala de cinco puntos (de 1 a 5) donde representan respectivamente su total desacuerdo (1), hasta su total acuerdo (5).

Cuestionario propuesto.



CUESTIONARIO EVALUACION DE LA USABILIDAD PARA ENTORNOS CSCL

NOMRBE SOFTWARE: KNOWCAT

NOMBRE:

FECHA:

Este cuestionario consta de un total de 36 preguntas, es necesario que se contesten objetivamente cada una de estas para obtener unos resultados reales y confiables. Cada pregunta contiene cinco opciones de respuesta de las cuales se debe escoger una, se usará una escala de cinco puntos (de 1 a 5) para representar respectivamente su total desacuerdo (1), hasta su total acuerdo (5).

	VALORACION				
	(-)				(+)
	1	2	3	4	5
1. ¿Es fácil la utilización de las herramientas de comunicación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Incorpora y puedes seleccionar diferentes medios para la comunicación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Te permite trabajar y comunicarte cuando lo desees con otros usuarios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Puedo estar en contacto fácilmente con los usuarios que quiero?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿La aplicación proporciona la representación explícita de ciertos actos de comunicación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿La aplicación suministra mecanismos que reducen el número de veces en que el usuario deba escribir durante el proceso de comunicación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura No 5.1. Cuestionario utilizado para la evaluación del entorno.

5.2. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

La aplicación del modelo de puntuación descrito en la sección 3.3 permite obtener resultados globales al aplicar el cuestionario a cada uno de los usuarios encargados de valorar la usabilidad del entorno CSCL, resultados que se presentaran mediante el uso de graficas estadísticas, tablas y otros medios prácticos, considerados apropiados para este propósito.

5.2.1. Criterios de aceptabilidad del nivel de usabilidad.

Estos criterios nos permiten establecer una escala de calificación que va de 0 hasta 100 mediante el cual se puede establecer el nivel de aceptabilidad del entorno. Los niveles propuestos están basados en el estándar ISO 14598 [49] en el que se establecen las siguientes tres regiones:

- Bueno
- Aceptable
- Inaceptable

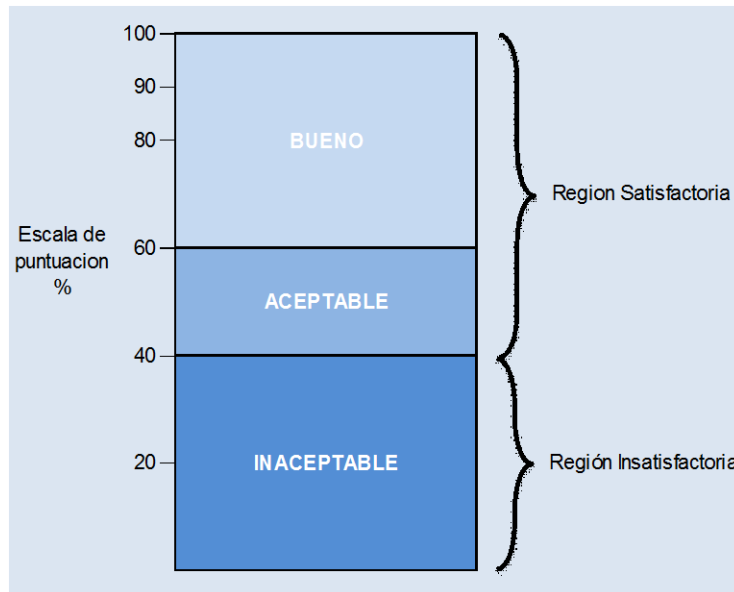


Figura No 5.2. Niveles de aceptabilidad en la evaluación de la usabilidad para entornos CSCL. Fuente de Elaboración [12]

En la misma línea argumental, la figura 4.1, presenta una serie de valoraciones útiles para estimar el nivel de satisfacción de la Usabilidad en el entorno CSCL.

$$Puntuacion\ Total\ del\ entorno\ CSCL \begin{cases} PT < 40, & Nivel\ Insatisfactoria \\ 40 \leq PT \leq 60 & Nivel\ Aceptable \\ PT > 60, & Nivel\ Satisfactoria \end{cases}$$

5.2.2. Procesamiento.

Una vez obtenidas las puntuaciones globales del entorno evaluado, se procede a calcular la **puntuación total** obtenida mediante el promedio de las puntuaciones globales de cada usuario es decir:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n (PG_i)}{n} \quad \text{Ecuación 4.1.}$$

Donde:

PT = Puntuación total del entorno CSCL. La usabilidad del sitio será satisfactoria si PT se encuentra dentro del rango (40, 100)

PG = Puntuación global obtenida de la evaluación del usuario i , siendo $i = 1, \dots, n$. La puntuación global es obtenida aplicando el modelo de puntuación (véase apartado 3.3.2) y será la última puntuación aplicada a todo el árbol de requisitos, luego de pasar por los atributos y métricas.

n = Número de usuarios participantes en la evaluación

CAPITULO VI. CASO DE ESTUDIO.

A partir de lo expuesto en los capítulos anteriores, este capítulo describe la experiencia realizada con dos entornos que dan soporte al aprendizaje colaborativo, experiencia que implica pasos como: elección del software para su evaluación, plan de desarrollo para la actividad, aplicación del método de medición, recolección y análisis de los resultados, contribuyendo de esta manera a la realización del objetivo que intenta evaluar la usabilidad desde la perspectiva del marco conceptual en dos entornos que dan soporte a CSCL.

6.1. ELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA SU EVALUACIÓN.

Con el fin de dar cumplimiento a uno de los objetivos de esta tesis, la evaluación de la usabilidad será realizada a dos entornos que permitan el aprendizaje colaborativo soportado por computador, estos fueron elegidos por sus objetivos de aprendizaje y utilización en el desarrollo de actividades grupales.

Uno de los entornos que será evaluado es el sistema KnowCat⁷ [50], [51] es una herramienta bajo la dirección de la Universidad Autónoma de Madrid y aunque no corresponda en su totalidad a una aplicación CSCL, se ha escogido debido a que proporciona un escenario virtual en el cual se puede desarrollar una actividad de enseñanza-aprendizaje, con el apoyo de ciertos recursos tecnológicos que pueden mediar o fomentar actos sociales que contribuyen hacia la construcción del conocimiento. Otros de los aspectos que condujeron a su selección, es por ser un entorno gratuito online disponible para ser utilizado por usuarios para organizar y compartir su conocimiento sobre un tema de investigación común y así poder estructurarlo y organizarlo, opinar sobre el mismo, etc. Es además una herramienta de mucha ayuda para estudiantes que comparten una misma asignatura, ya que ayudará a profundizar aspectos del curso, gracias al intercambio de ideas con otros compañeros, a si como también a la organización y selección de lo más importante.

⁷ Knowcat: Knowledge Catalyser (Catalizador de Conocimiento)

Como segunda opción se escogió el entorno Moodle [52] que es considerado un entorno orientado a la gestión de cursos de enseñanza y aprendizaje, que además suministra herramientas esenciales que dan soporte a la comunicación y colaboración necesarias para la construcción de conocimiento, que podrá ser complementado con la realización de actividades colaborativas que se pueden realizar dentro de este entorno y desarrolladas por los participantes de forma grupal para alcanzar metas propuestas. Otra característica importante de este entorno para su elección es su aspecto económico puesto que es de código Abierto y puede ser utilizado como plataforma para formación en línea o ser utilizado como apoyo a la formación presencial. Moodle también es usado para ofrecer contenidos y realizar evaluaciones utilizando tareas o cuestionarios.

6.2. PLAN DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.

La evaluación está enfocada en el usuario, para la obtención de datos sobre la evaluación de los requisitos de usabilidad que a juicio de los usuarios debe cumplir un entorno CSCL. Se planeó una actividad donde los usuarios cambien su clase magistral por una clase donde se aplique los conceptos fundamentales del aprendizaje colaborativo soportado por computador.

Las actividades de aprendizaje colaborativo se desarrollaron utilizando las herramientas (Knowcat y Moodle), que mediante la formulación de un tema, y la aplicación de la técnica JIGSAW⁸ a un grupo de estudiantes, permitieron ejecutar conjuntamente la actividad colaborativa la cual se resume en la tabla 6.1. La elección de la técnica de aprendizaje colaborativo JIGSAW, obedece básicamente a que permite desarrollar al usuario un pensamiento crítico sobre distintas temáticas, analizar, generar ideas y discutir en grupo la importancia de un tema propuesto, todo esto a través del trabajo en grupo, la colaboración, y la comunicación [56], lo que permitía crear un escenario adecuado para realizar la

⁸ JIGSAW es una técnica orientada a la creación de ambientes de aprendizaje colaborativo, desarrollada en la década de los 70's por Elliot Aronson en la Universidad de Texas y Universidad de California.

actividad de aprendizaje colaborativo sobre el entorno y de esta obtener la experiencia que ayuda a evaluarlo.

La actividad se puede resumir en las siguientes tres etapas

1. Antes de la Actividad de Aprendizaje.	2. Durante la Actividad de Aprendizaje	3. Después de la Actividad de Aprendizaje.
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del material a utilizar: Se escogieron temáticas claras y fáciles de utilizar. • Definición del tamaño de los grupos: se formaron dos grupos de tres personas y uno de dos personas para cada actividad. • Búsqueda del laboratorio en el cual llevar a cabo la actividad de aprendizaje colaborativo. • Distribución del material: Material referente a la temática a tratar en cada actividad. • Definición de la actividad a realizar, introduciendo la técnica Jigsaw: Dirige la metodología a seguir para la ejecución de la actividad. 	<p>Aplicación de la técnica Jigsaw, que permite ejecutar los objetivos propuestos dentro de la actividad. Ver Anexo H. Dentro de la actividad de aprendizaje colaborativo llevada a cabo en cada uno de los entornos propuestos los participantes tienen la opción de utilizar herramientas como el Chat, Foros, Wikis, de acuerdo a sus necesidades dentro de la actividad.</p>	<p>Revisión criterios de éxito: Era necesario evaluar que tan productiva fue la actividad de aprendizaje colaborativo.</p>

Tabla No 6.1. Descripción actividad aprendizaje colaborativo.

Lo anterior obedece a una descripción general de la actividad de aprendizaje colaborativo, para más detalle ver el Anexo H.

6.2.1. Selección de participantes para la evaluación.

Es necesario seleccionar los participantes como primera medida, puesto que ellos desempeñan un papel fundamental en el proceso de valoración de la usabilidad. Un número adecuado de usuarios permitirá conducir a un análisis apropiado de los resultados, para lo que nos hemos basado de NIELSEN [53], donde se enfatiza que el empleo de 5 usuarios para pruebas de usabilidad producirá el 80%, de los resultados de una prueba de usabilidad. A continuación se relacionan los colaboradores de la actividad:

Entorno No 1: KNOWCAT

Colaborador: Ingeniero. Ember Ubeimar Martínez.

Leovy Echeverria Rodríguez

Grupo: Estudiantes Curso Inteligencia Artificial. (No Estudiantes 8)

Tema: Algoritmos Genéticos

Entorno No 2: MOODLE

Colaborador: Ingeniero. Néstor Díaz.

Grupo: Usuarios Registrados en el sitio. (No Usuarios 8)

Tema: Calentamiento Global.

6.2.2. Aplicación del Cuestionario.

Con el fin de evitar sesgos en los datos que podrían distorsionar gravemente las conclusiones de la evaluación, conviene poner especial cuidado en crear las condiciones necesarias para asegurar resultados íntegros por parte del usuario, mediante la elaboración de un cuestionario de fácil aplicación con pocas preguntas caracterizadas por su neutralidad y especificidad con la finalidad de no cansar al usuario, de obtener respuestas concretas, y evitar opiniones. La preocupación radica en que estos datos son la base para el cálculo de la puntuación global que una vez analizada permitirá concluir sobre el nivel de aceptabilidad de usabilidad del entorno al cual se le ha aplicado el cuestionario.

6.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN (APARTADO 3.2. DEL MARCO CONCEPTUAL).

La Clasificación de los parámetros del árbol de requisitos, la asignación de pesos (Anexo I), junto con la aplicación del cuestionario, son los pasos previos necesarios para lograr aplicar correctamente el método medición definido en la sección 3.2. Iremos aplicando paso a paso la teoría definida.

A continuación calcularemos la puntuación global del árbol de requisitos aplicado al entorno CSCL Knowcat, valorado por un usuario que realizó la actividad colaborativa, seguidamente se muestra la puntuación global de todos los usuarios para finalizar con la puntuación total (Sección 5.2.2.) entorno colaborativo, logrando identificar a este entorno dentro de un nivel de aceptabilidad de la usabilidad.(Sección 5.2.1.) (Nota: El análisis del otro entorno valorado se encuentra en el Anexo K).

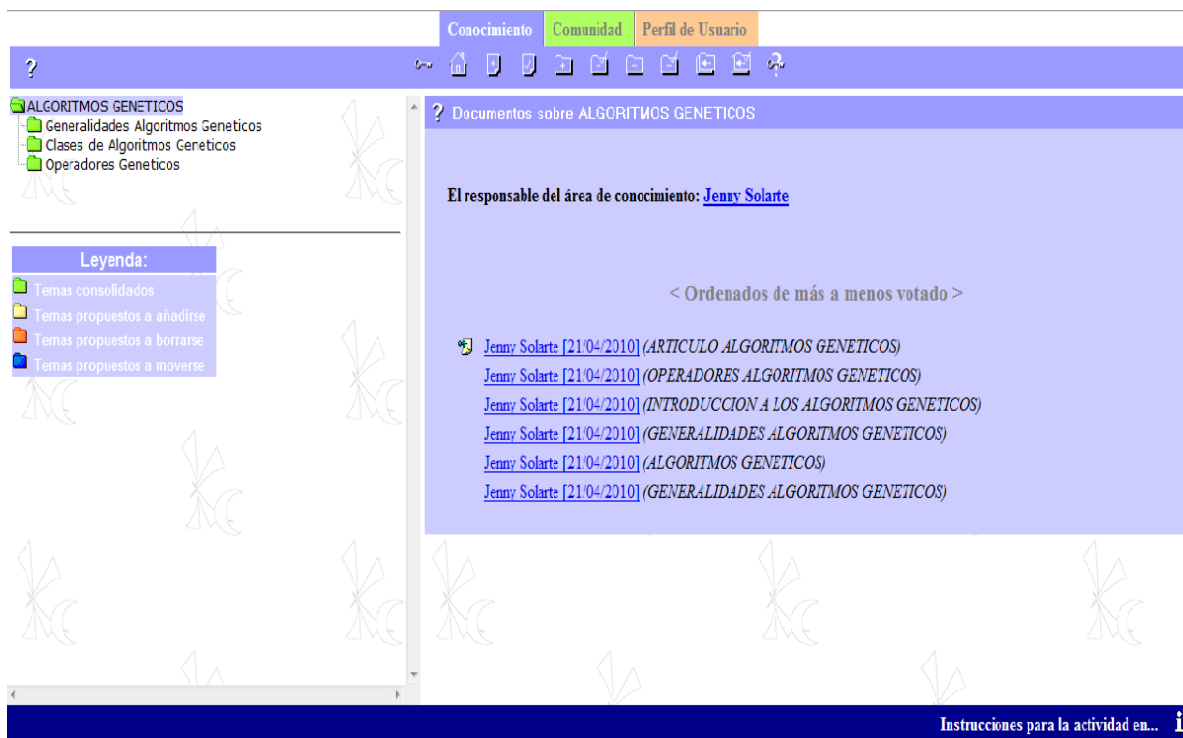


Figura No 6.1. Entorno CSCL, Knowcat

1. La Clasificación de los parámetros del árbol de requisitos.
2. Asignación de pesos (Ver Anexo B).

3. Puntuación de las variables de Tercer Nivel: Atributos.

La tabla 6.2., muestra la puntuación obtenida mediante la aplicación de la ecuación 3.1, que permite normalizar los valores asignados por los usuarios a los diferentes grupos de atributos en términos porcentuales, siendo utilizados para interpretar la calificación que el usuario le ha dado a la aplicación colaborativa. Además muestra los pesos asignados y el tipo de atributo.

METRICA	ATRIBUTO	Tipo	Peso	Calificación	Pe
Facilidad de ayuda	Compleitud de Documentación	E	0.8	3.00	0.500
	Útil para el Logro del Objetivo	E	0.2	3.50	0.625
	De fácil manejo	D	1.0	3.00	0.500
Predecibilidad	Significación de iconos	E	0.8	5.00	1.000
	Significación de Comandos	D	0.2	2.00	0.250
Facilidad de lectura	Agrupación de la información	E	0.8	5.00	1.000
	Densidad de la información	D	0.3	5.00	1.000
Reducción de carga de trabajo	Minimización de acciones	E	0.7	3.00	0.500
	Inicialización de valores	D	0.3	5.00	1.000
Orientación al usuario	Navegabilidad	E	0.7	4.00	0.750
	Calidad de los mensajes	D	0.3	3.00	0.500
Facilidad de uso	Opciones visibles y de fácil identificación	E	0.8	3.00	0.500
	Leguaje sencillo y claro	E	0.3	5.00	1.000
	Facilidad de envío y recepción	D	1.0	3.00	0.500
Consistencia	Consistencia de Orden	E	0.8	5.00	1.000
	Comportamiento Constante de Controles	D	0.2	3.00	0.500
Control de la comunicación	Control sobre los medios	E	0.6	2.50	0.375
	Control de secuencia	D	0.4	3.00	0.500
Formas de mensaje	Estética	E	0.7	3.00	0.500
	Adecuación	D	0.3	3.00	0.500
Control Participación	Participación	E	0.4	2.00	0.250
Actividades	Control	E	0.6	3.00	0.500
Control sobre la deliberación	Control sobre los medios	E	0.6	3.00	0.500
	Útil para la toma de decisiones	E	0.4	3.00	0.500

Tabla No 6.2. Tipo para los criterios de evaluación, peso, calificación de usuario, puntuación elemental de un usuario.

4. Aplicación de la Función de Agregación para las variables de tercer nivel del árbol de requisitos.

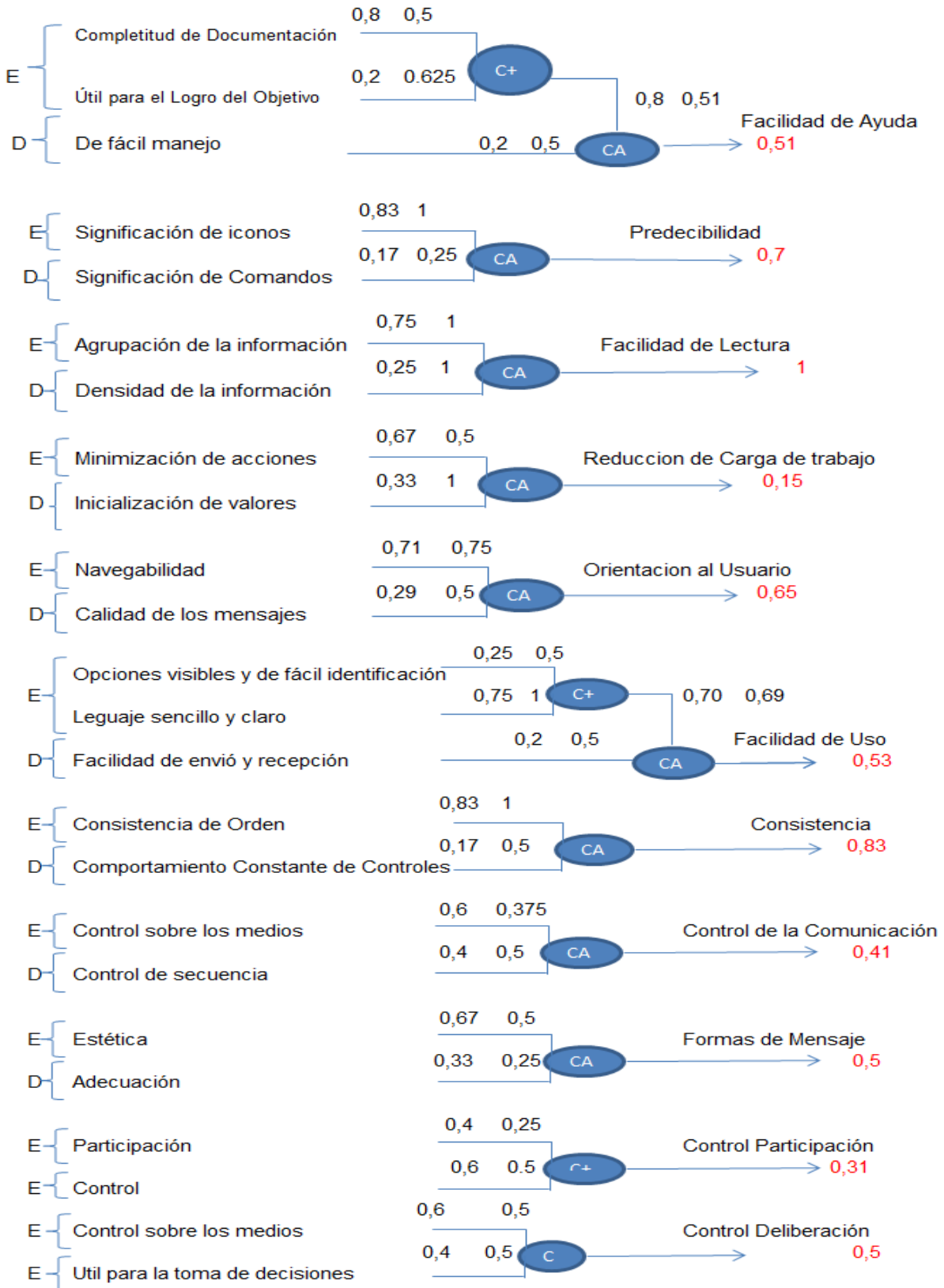


Figura No 6.2. Árbol de Requisitos: Resultados Variables de Tercer Nivel (Atributos).

5. Partiendo nuevamente del hecho que la asignación de pesos y la clasificación de tipo de métrica ya ha sido establecida (Anexo B), las puntuaciones elementales (Valor en rojo) obtenidas en el paso anterior, servirán aplicar nuevamente la función de agregación en las variables de segundo nivel.

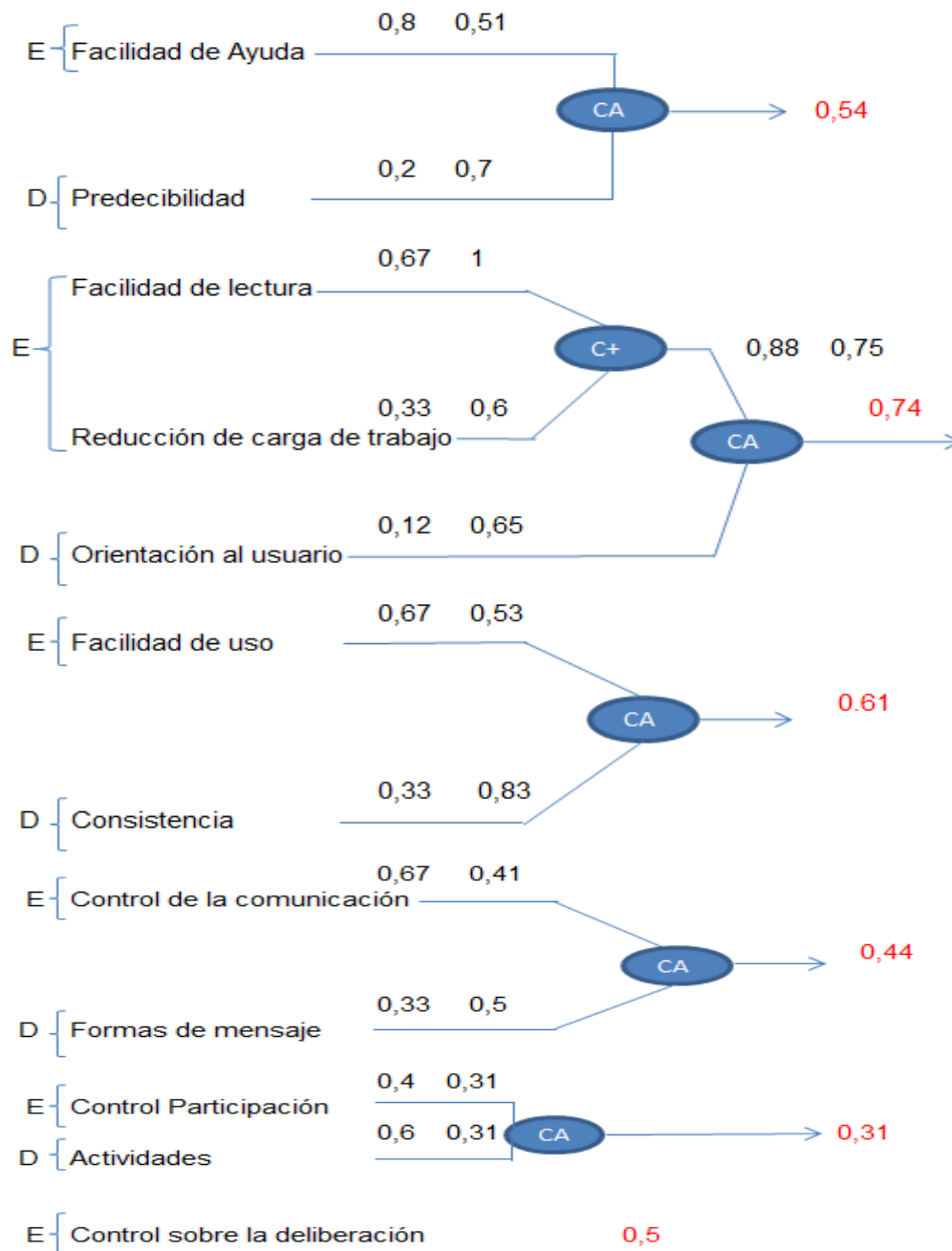


Figura No 6.3. Árbol de Requisitos: Resultados Variables de Segundo Nivel (Métricas)

Por último aplicamos de la misma manera la función de agregación a las variables de primer nivel, para de esta manera obtener la puntuación global del entorno CSCL.

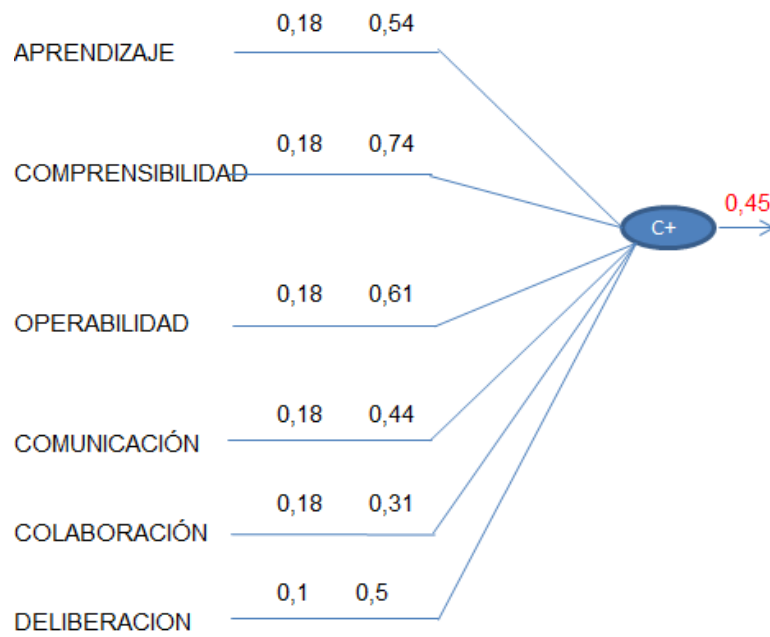


Figura No 6.4. Árbol de Requisitos: Resultado Variables de Tercer Nivel (Criterios)

Como podemos observar la puntuación global de usabilidad del entorno CSCL obtenida en la evaluación hecha por un usuario es de 45%. Esto indica que el nivel de aceptabilidad de la Usabilidad del entorno CSCL para este usuario es aceptable, (ver Sección 5.2.1), debido a que el valor porcentual obtenido, se ubica dentro de este rango, los cuales se han definido (figura 5.1) para concluir sobre el nivel del atributo de calidad del producto final.

La tabla 6.3 muestra la puntuación global de todos los usuarios que trabajaron sobre el entorno Knowcat e hicieron la evaluación de la usabilidad.

CRITERIOS / METRICAS	Usu. 1	Usu. 2	Usu. 3	Usu. 4	Usu. 5	Usu. 6	Usu. 7	Usu. 8
APRENDIZAJE	0.540	0.330	0.670	0.500	0.540	0.650	0.500	0.540
Facilidad de Ayuda	0.510	0.310	0.660	0.500	0.510	0.630	0.500	0.500
Predecibilidad	0.700	0.430	0.750	0.530	0.690	0.750	0.500	0.750
COMPRESIBILIDAD	0.740	0.380	0.270	0.080	0.530	0.500	0.500	0.540
Facilidad de Lectura	1.000	0.500	0.750	0.810	0.540	0.540	0.500	0.540
Reducción de la Carga de Trabajo	0.600	0.300	0.180	0.040	0.450	0.450	0.500	0.560
Orientación al Usuario	0.650	0.390	0.490	0.500	0.650	0.500	0.500	0.500
OPERABILIDAD	0.610	0.470	0.580	0.530	0.570	0.550	0.420	0.610
Consistencia	0.860	0.430	0.860	0.860	0.700	0.530	0.860	0.500
Facilidad de Uso	0.530	0.500	0.500	0.440	0.520	0.560	0.330	0.680
COMUNICACIÓN	0.440	0.330	0.250	0.380	0.390	0.320	0.510	0.380
Control de la Comunicación	0.410	0.350	0.250	0.390	0.460	0.270	0.520	0.430
Formas de Mensaje	0.500	0.300	0.250	0.380	0.300	0.500	0.500	0.300
COLABORACION	0.310	0.320	0.180	0.320	0.590	0.440	0.320	0.440
Control Participación	0.310	0.320	0.180	0.320	0.590	0.440	0.320	0.440
Actividades	0.310	0.320	0.180	0.320	0.590	0.440	0.320	0.440
DELIBERACIÓN	0.500	0.313	0.500	0.500	0.500	0.313	0.313	0.313
Control sobre la Deliberación	0.500	0.310	0.500	0.500	0.500	0.310	0.310	0.310
PUNTUACION GLOBAL DEL ENTORNO CSCL	0.450	0.350	0.270	0.150	0.500	0.420	0.400	0.440

Tabla 6.3. Resultados Puntuación Global de cada usuario.

En términos generales la valoración global del entorno hecha por los participantes de la actividad, apuntan a que Knowcat no es una herramienta que permita llevar una adecuada actividad de aprendizaje colaborativo, esto debido a que aspectos como la colaboración y la comunicación, elementos esenciales al momento de realizar una actividad de este tipo, no contribuyen a la actividad, debido a que los mecanismos de interacción que este posee no permiten una buena comunicación, deliberación y colaboración dentro del entorno.

Una vez obtenidas las puntuaciones globales del entorno evaluado, se procede a calcular la puntuación total del entorno, para este caso se aplica la ecuación 4.1 obteniendo el siguiente resultado.

CRITERIOS	Usu. 1	Usu. 2	Usu. 3	Usu. 4	Usu. 5	Usu. 6	Usu. 7	Usu. 8
APRENDIZAJE	0.540	0.330	0.670	0.500	0.540	0.650	0.500	0.540
COMPRESIBILIDAD	0.740	0.380	0.270	0.080	0.530	0.500	0.500	0.540
OPERABILIDAD	0.610	0.470	0.580	0.530	0.570	0.550	0.420	0.610
COMUNICACIÓN	0.440	0.330	0.250	0.380	0.390	0.320	0.510	0.380
COLABORACION	0.310	0.320	0.180	0.320	0.590	0.440	0.320	0.440
DELIBERACIÓN	0.500	0.313	0.500	0.500	0.500	0.313	0.313	0.313
PUNTUACION GLOBAL DEL ENTORNO CSCL	0.450	0.350	0.270	0.150	0.500	0.420	0.400	0.440
PUNTUACION TOTAL.	0.37							

Tabla 6.4. Resultados Puntuación Total de la Evaluación.

La puntuación total de usabilidad ha sido obtenida sobre la base de las puntuaciones globales de la evaluación de cada usuario La puntuación total

alcanzada por Knowcat objeto de evaluación es de 0.37 (37%). De acuerdo a los criterios de usabilidad establecidos (apartado 5.2.1) la puntuación alcanzada por el sitio se ubica en el nivel inaceptable (Región Insatisfactoria), con este resultado se puede argumentar que los aspectos de usabilidad evaluados en este entorno no cumplen con las expectativas del usuario en cuanto a comunicación, colaboración, deliberación y la capacidad que posee este entorno para permitir al usuario entenderlo de forma adecuada, y además de cómo utilizarse para determinadas tareas y bajo ciertas condiciones de uso.

Una de las razones por la que el resultado de la valoración de la usabilidad fuera bajo obedeció a que Knowcat, no es específicamente una aplicación CSCL, aunque se escogió debido a que proporciona un escenario virtual en el cual se puede desarrollar una actividad de enseñanza-aprendizaje, con el apoyo de ciertos recursos tecnológicos que pueden mediar o fomentar actos sociales que contribuyen hacia la construcción de conocimiento, lo que caracteriza a un entorno CSCL,

Análisis por Métrica

La tabla 6.5. Presenta un resumen de los resultados promedios de las puntuaciones agregadas obtenidas los usuarios, para cada una de las métricas presentadas por criterio.

METRICAS	PROM.
Facilidad de Ayuda	0.515
Predecibilidad	0.638
Facilidad de Lectura	0.648
Reducción de la Carga de Trabajo	0.385
Orientación al Usuario	0.523
Consistencia	0.700
Facilidad de Uso	0.508
Control de la Comunicación	0.385
Formas de Mensaje	0.379
Control Participación	0.365
Actividades	0.365
Control sobre la Deliberación	0.405

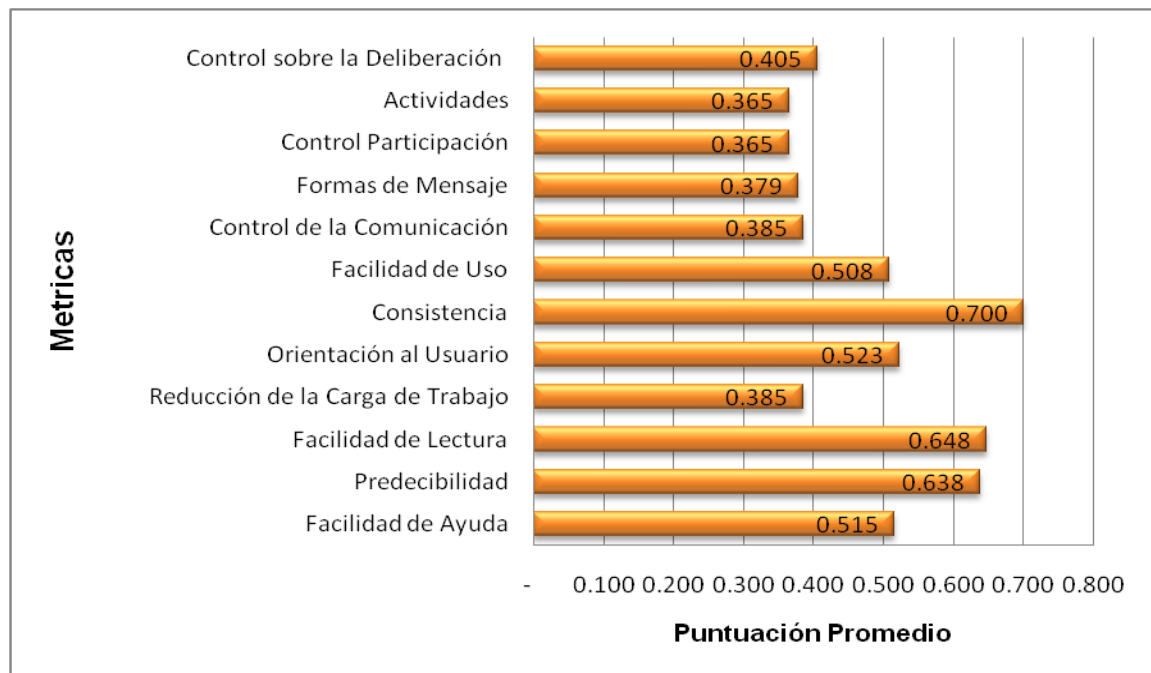
Tabla 6.5. Resultados promedios de Puntuación por métrica.

Analizando la tabla 6.5., se concluye que:

Métrica con puntuación máxima. La métrica consistencia obtuvo una puntuación agregada promedio de 0,70 (70%), siendo la mejor evaluada por el grupo de usuarios, ubicándose en el nivel Bueno, estando de esta manera en la región satisfactoria de la aceptabilidad de la usabilidad. Con este resultado se puede afirmar que el entorno es estable en su uso las veces que se utilice y en momento en que se haga.

Métrica con puntuación mínima. Las métricas Control de Participación y Actividades obtuvieron una puntuación agregada promedio de 0,365 (36,5%) lo que las convierte en las métricas con menor calificación, clasificándose así en el nivel "Inaceptable", estando en la región insatisfactoria, esto implica que el entorno es pobre en proveer mecanismos que permitan al usuario compartir conocimiento e informar sobre las actividades que el usuario realiza. Las demás métricas están ubicadas en la región satisfactoria de usabilidad, dentro del nivel aceptable como es el caso de facilidad de lectura y predecibilidad mostrando un entorno que puede ser usado con conocimientos mínimos por parte del usuario y con uso eficiente del espacio de la pantalla.

Estos resultados pueden observarse claramente en la gráfica siguiente.



Grafica No 6.1. Métricas de mayor y menor puntuación.

Análisis por Criterio.

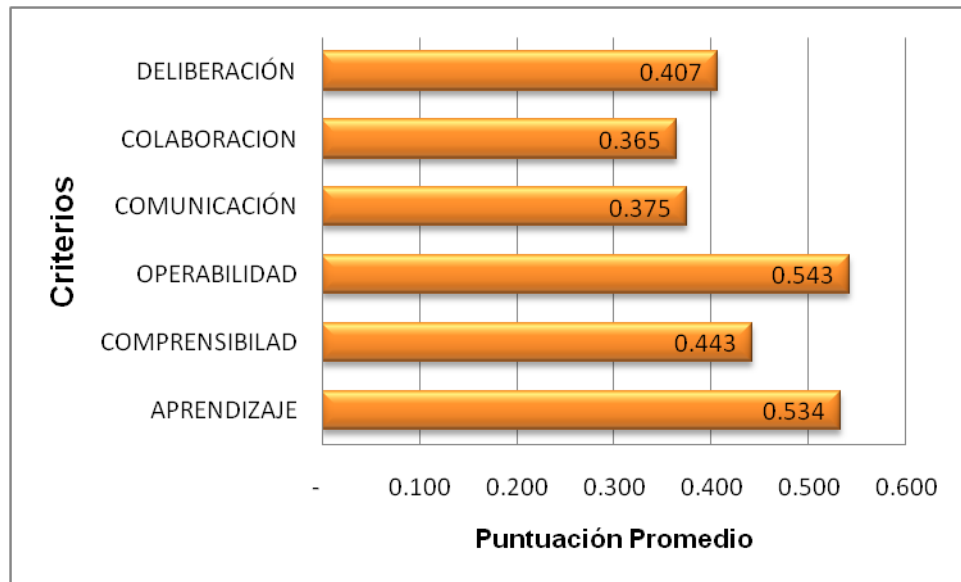
La tabla 6.6 muestra las puntuaciones agregadas obtenidas para los parámetros de primer nivel (Criterios).

CRITERIOS	PROM.
APRENDIZAJE	0.534
COMPRESIBILAD	0.443
OPERABILIDAD	0.543
COMUNICACIÓN	0.375
COLABORACION	0.365
DELIBERACIÓN	0.407

Tabla 6.6. Resultados promedios de Puntuación por Criterio.

Para este caso la puntuación promedio con mejor resultado, es el criterio Operabilidad con una puntuación de 0,543 (54.3%) ubicándose en el nivel Bueno estando de esta manera en la región satisfactoria de la aceptabilidad de la usabilidad. En el otro lado se encuentra que el Criterio Colaboración es el que más baja puntuación promedio a obtenido alcanzando un valor de 0,365 (36,5%), lo que significa que se encuentra en el nivel de aceptación Bajo de aceptación dentro de la región Insatisfactoria.

Estos resultados pueden observarse claramente en la gráfica siguiente.



Gráfica No 6.2. Criterios de mayor y menor puntuación.

De acuerdo a los resultados obtenidos por criterio el entorno Knowcat permite que el usuario lo utilice fácilmente, pero presenta como desventaja que su comunicación, colaboración, deliberación y comprensibilidad es regular reprimiendo la realización de actividades que colaboran con el aprendizaje. La baja calificación puede obedecer a que los mecanismos utilizados para la interacción que ofrece knowcat no permiten una buena comunicación, deliberación y colaboración dentro del entorno.

CAPITULO VII CONCLUSIONES, LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO FUTURO

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas en la experiencia de la elaboración del marco conceptual para la evaluación de la usabilidad en entornos CSCL, desde la búsqueda y recolección de la información, análisis de los criterios de selección, y su evaluación, además de la experiencia realizada con los dos entornos que dan soporte al aprendizaje colaborativo (KNOWCAT y MOODLE). También muestra las lecciones aprendidas durante el desarrollo del presente trabajo de grado y los trabajos que podrían realizarse en esta misma línea de investigación.

7.1. CONCLUSIONES

- La elaboración de esta tesis se inicia con la presentación de los siguientes problemas encontrados por los autores: (1) para la evaluación de la usabilidad en entornos colaborativos no existe una estandarización respecto al qué, cómo y cuándo realizarla, (2) la carencia de criterios y métricas de evaluación enfocados especialmente en entornos CSCL, (3) la ausencia de mecanismos que permitan medir la usabilidad en este tipo de entornos, y por último (4) el reto de darle consistencia al marco propuesto, mediante la concepción de criterios, métricas y atributos para la evaluación de usabilidad en entornos CSCL.
- Durante la aplicación del marco conceptual en la evaluación de entornos CSCL, se identificó que las características que distinguen este tipo de entornos las cuales se definen dentro de las variables de primer nivel expuestas en el marco conceptual, lograron ser valoradas objetivamente, integrándose satisfactoriamente dentro de la estructura de evaluación, lo que permitirá a su vez guiar la valoración de la usabilidad dentro del dominio de los entornos CSCL.
- La incorporación de dimensiones adicionales como la colaboración, comunicación, y deliberación dentro de la definición dada para Usabilidad,

sirvió para identificar un nuevo concepto denominado usabilidad colaborativa, término que se desarrolló dentro de la estructura de evaluación del marco conceptual, y que será de gran apoyo para ejecutar la valoración de la usabilidad en entornos CSCL, debido a que amplía el campo de acción de la evaluación de la usabilidad, donde ahora se podrá valorar entornos que incorporan características del aprendizaje colaborativo.

- La definición y adaptación de las métricas que hacen parte de la estructura de evaluación se hizo en base a atributos externos, que caracterizan al software CSCL, lo que orienta dicha valoración de la usabilidad a medir aspectos que recogen el funcionamiento del grupo y del entorno, quedando de esta manera los atributos internos por fuera de la evaluación los cuales son necesarios valorarlos debido a que la usabilidad depende no sólo del producto sino también del usuario.
- Cuando se enfrentan problemas que para su solución requieren esfuerzos interdisciplinarios y para los cuales la documentación es escasa como en el caso de entornos CSCL, una opción válida y efectiva es la adaptación de criterios ya existentes y/o la creación de unos nuevos que permitirán la evaluación de aspectos que con los criterios ya establecidos era imposible tener en cuenta. En el estudio previo de los entornos CSCL se encuentra que aspectos como la colaboración, comunicación y deliberación no son medibles con la métricas existentes, se vio entonces la necesidad de la creación de métricas tales como el control de la comunicación, de la participación y la deliberación entre otras que al final hicieron que la evaluación de la usabilidad de dichos entornos sea más completa y objetiva.
- Aunque a la hora de evaluar el entorno Knowcat con el Marco conceptual propuesto este obtuvo calificaciones aceptables en los aspectos de consistencia , predecibilidad y facilidad de lectura, esto no fue suficiente para que en la calificación general su promedio se ubicara en la región satisfactoria de la aceptabilidad de la usabilidad esto debido a que en aspectos muy importantes en cuanto a este factor de calidad se refiere, los puntajes

obtenidos fueron muy bajos tales son los casos de el control de la comunicación, de la deliberación y la colaboración en los que los puntajes de satisfacción de los usuarios estuvieron por debajo de 38 por ciento. Lo cual permite concluir que Knowcat no cumple con estos criterios de usabilidad, puesto que los mecanismos de interacción que este posee no permiten una buena comunicación, deliberación y colaboración características deseables para un buen aprendizaje y facilidad de uso dentro de un entorno CSCL.

- Las calificaciones obtenidas por el entorno Moodle a la hora de ser evaluado arrojan como resultado que sus mecanismos encargados del manejo de la interacción, del seguimientos de las actividades así como también aspectos referentes a la facilidad de lectura y de la consecución de ayuda se encuentran en la región satisfactoria de la aceptabilidad de usabilidad, siendo la única excepción a estas el aspecto que concierne a la reducción de cargas de trabajo la cual obtuvo un 33 por ciento de grado de satisfacción entre los usuarios que participaron en la actividad ubicándose en el nivel inaceptable de usabilidad. Logrando así concluir que Moodle cumple con la gran mayoría de parámetros que permiten catalogarlo como un entorno CSCL usable.

7.2. LECCIONES APRENDIDAS

Ésta sección describe las lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

- Es necesaria la exploración teórica de todas las áreas de interés útiles para el desarrollo de cualquier proyecto de investigación, puesto que permite tener una visión clara y amplia de lo que exponen diversos autores sobre un tema específico, brindando de esta forma seguridad en la elección del material adecuado.
- Factores tales como costos, disponibilidad del material, idioma y localización, son determinantes para recoger la información necesaria en el cumplimiento de la realización del proyecto de investigación. En la mayoría de casos la información tiene un costo elevado lo cual dificulta su obtención, en otros casos está presente la barrera del idioma, pues mucha información está en inglés

técnico u otros idiomas, finalmente algunos documentos no pueden ser adquiridos por Internet o comprados por otro medio, están en bibliotecas o universidades distantes.

- A nuestro juicio y en función de la experiencia adquirida y de algunos ejemplos enunciados por diversos autores, se manifiesta la necesidad de incorporar nuevos elementos (facilidad de comunicación, de colaboración y deliberación) a la usabilidad que se hacen habituales y deseables al interactuar con un sistema que facilite o permita el trabajo en grupo.
- Al momento de aplicar la evaluación de la usabilidad en la que participan varias personas, se debe tener en cuenta que ante posibles eventualidades propias del contexto, es necesario contar con un plan que asegure la ejecución de las actividades. Por ejemplo: Tener en cuenta los requisitos de la tecnología, realizar pruebas piloto, etc.
- Al realizar los cuestionarios debe tenerse claro cuál es la información a obtener, para evitar confusiones y así lograr obtener respuestas que sean lo más precisas posible. Para ello es recomendado el uso de preguntas cerradas o semi-cerradas, o que incluyan lista de parámetros para su selección o clasificación.

7.3. TRABAJO FUTURO.

- Como trabajo futuro está la necesidad de construir un sistema de evaluación de la usabilidad desde el punto de vista interno, en otras palabras desde el punto de vista del proceso de desarrollo de software donde se analicen en cada una de sus etapas cuales deberían ser las actividades o técnicas que las mejoren y de esta manera conseguir que una aplicación CSCL desde sus inicios de desarrollo permita obtener los objetivos propuestos por esta, además de que sea usable para los usuarios, lo que permitirá de esta manera cubrir la evaluación desde dos puntos de vista el externo e interno, cubriendo en su mayoría este tipo de entornos.

- Brindar soporte a la evaluación de la usabilidad mediante una herramienta automatizada que pueda mejorar los enfoques tradicionales y proporcionar información y que den soporte al procesamiento de datos

BIBLIOGRAFIA.

- [1] ISO 9241. ISO 9241-11 DIS Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs): - Parte 11: Guidance on Usability. Draft International Standard. 1994.
- [2] ISO/IEC 9126: Software Engineering – Product quality. Part 1: 2001 – Parts 2 to 4: International Organization for Standardization, Geneva.
- [3] STAHL, Gerry. KOSCHMANN, Timothy. SUTHERS, Daniel. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences: Computer-supported collaborative learning, pp. 409-425, 2006.
- [4] TOBARRA, Manuel. MONTERO, Francisco. GALLUD, José A. Usabilidad Colaborativa: Caracterizando la usabilidad en Entornos Colaborativos, en Interacción 2008 IX CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA – ORDENADOR. pp. 61–70.
- [5] DILLENBOURG, Pierre. What do you mean by collaborative learning, Collaborative learning: Cognitive and computational approaches, pp. 1-19.1999.
- [6] KOSCHMANN, Timothy. Dewey's contribution to the foundations of CSCL research, Computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community: Proceedings of CSCL (pp. 17-22). 2002.
- [7] ISO 9126: Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use. 1991
- [8] BEVAN, Nigel. AZUMA, M.: Quality in use: Incorporating human factors into the software engineering lifecycle. In: Proceedings of the Third IEEE International Software Engineering Standards Symposium and Forum ISESS'97), p169-179. (1997).
- [9] NIELSEN, Jakob. Usability engineering. Academic Press. 1993
- [10] ZHANG, Zhengyou. Overview of usability evaluation methods. 2001.
- [11] GRANOLLERS, Toni. MPlu+a una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. Tesis Doctoral, Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Lleida, 2004.
- [12] ALVA, María. Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos. Tesis Doctoral. Oviedo, España. Universidad de Oviedo, Departamento de Informática. 2005, 247 h.

- [13] MOLICH R. y NIELSEN J. Heuristic evaluation of user interfaces en *Proceedings of ACM CHI 1990*. Seattle, WA, Abril 1990, p. 249-256, 1990
- [14] NIELSEN, Jakob.: Guerilla HCI: Using discount usability engineering to penetrate the intimidation barrier. In R.G. Bias & D.J. Mayhew (Eds.), *Cost-justifying usability*. (pp.242-272). Boston: Academic Press. (1994)
- [15] WIXON D.; WILSON C.: *The usability-engineering framework for product design and evaluation*. Handbook of HCI, 2nd edition, Elsevier Science, p653-688 (1997)
- [16] PREECE, J.: *A Guide to Usability: Human factors in computing*. Addison Wesley, the Open University. (1993)
- [17] BAECKER, R., GRUDIN J.; BUXTON, W.; GREENBERG, S.: *Toward the year 2000*. Reading in human-computer interaction: Morgan Kaufman Ed.1995
- [18] ABASCAL, J., AEDO, I., CAÑAS. J., GEA, M., GIL, A., LORÉS, J., BELÉN, A., ORTEGA, M., VALERO, P., VÉLEZ, M. La interacción persona-ordenador.2001
- [19] Métodos de Evaluación de la Usabilidad. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/introduccion.htm>
- [20] GEDIGA, Günther.; HAMBOR, Kai.; DÜNTSCH, Ivo.: Evaluation of software systems. Institut für Evaluation und Marktanalysen Brinkstr. 19 49143 Jeggen, Germany. School of Information and Software Engineering University of Ulster Newtownabbey, BT 37 0QB, N.Ireland (1999)
- [21] TROMP, J.; BENFORD, S.: *Methodology of Usability Evaluation for Collaborative Virtual Environments*, in: *Proceedings of 4th UK VR SIG conference, Bristol*. (1997).
- [22] SOMMERVILLE, I. *Ingeniería del Software*, 7th Ed. Madrid: Pearson Addison Wesley, 2005
- [24] FERRÉ, X. Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software, en *V Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos 2000*, 2000, pp. 39-46.
- [25] LARANJEIRA, Luiz.: Software Size Estimation of Object-Oriented Systems. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol. 16, no. 5, pp. 510-522.
- [26] FENTON, Norman. PFLEEGER, Shari. *Software Metrics: a Rigorous and Practical Approach*, PWS PublishingCompany. Segunda Edición. 656p. 1997.

[27] OLSINA, Luis. Métricas e Indicadores: Dos Conceptos Claves para Medición y Evaluación, presentado en el Seminario Métricas e Indicadores: Dos Conceptos Claves para Medición y Evaluación, La Pampa, Argentina, 2003.

[28] ISO/IEC 15939:2007, Systems and software engineering Measurement process, Enero 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44344. [Revisada Octubre de 2009].

[29] PRESSMAN, Roger. Ingeniería Del Software, Un Enfoque Práctico. McGraw - Hill. 5ª Edición, 2002.

[30] EJIOGU, Lem. Software Engineering with Formal Metrics. Technical Publishing Group, Wellesley, MA, Estados Unidos. Primera Edición. 334 p. 1991

[31] NEWMAN, William. Better or just different? On the benefits of designing interactive systems in terms of critical parameters. In Proceedings of designing interactive systems. pp. 239-245. New York: ACM Press. 1997.

[32] DILLON, Andrew. SWEENEY, Marian. MAGUIRE, Martin. A survey of usability engineering within the European IT industry. In Jordan, P. W., Thomas, B. Weerdmeester, B. A., McClelland, I.L. (Eds.) Usability evaluation in industry, pp. 81-94. 1995.

[33] Whittaker, Steve. TERVEEN, Loren. NARDI, Bonnie. Let's stop pushing the envelope and start addressing it: A reference task agenda for HCI. Human-Computer Interaction, V. 15 pp. 75-106. 2000.

[34] ESPAÑA, Sergio. PEDERIVA, Inés. PANACH José Ignacio. ABRAHÃO, Silvia. PASTOR, Oscar. Evaluación de la Usabilidad en un Entorno de Arquitecturas Orientadas a Modelos. [En línea], Disponible en: <http://users.dsic.upv.es/~sergio.espana/EspanaIDEAS2006.pdf> [revisada Agosto de 2009].

[35] ALVA, María.; MARTÍNEZ, Ana.; CUEVA, Juan.; SAGÁSTEGUI, Hernán.: Usabilidad: medición a través de métodos y Herramientas. Readings in Interacción 2003. España 2003.

[36] GRUDIN, Jonathan. Groupware and social dynamics: Eight challenges for developers. Communications of the ACM, V. 37 No 1, pp. 92-105. 1994.

[37] VATRAPU, Ravi. SUTHERS, Dan. MEDINA, Richard. Usability, Sociability, and Learnability: A CSCL Design Evaluation Framework. [En Línea], Disponible en: http://www.apsce.net/icce2008/contents/proceeding_0369.pdf [revisada Agosto de 2009].

-
- [38] DUJMOVIĆ, Jozo. A Comparison of Training Methods for Preferential Neural Networks. Proceedings of the IASTED International Conference on Artificial Intelligence, Expert Systems and Neural Networks, pp. 86-89. 1996.
- [39] DUJMOVIĆ, Jozo. A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems. The 22nd International Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise Computing Systems. V. 1, pp. 368-378. 1996.
- [40] SU, Stanley. DUJMOVIĆ, Jozo. BATORY, Don. NAVATHE, Shamkant. ELNICKI, Richard. A Cost-Benefit Decision Model: Analysis, Comparison, and Selection of Data Management Systems. ACM Transactions on Database Systems, V. 12, No. 3, pp. 472-520. 1987.
- [41] OLSINA, Luis. Metodología cuantitativa para la evaluación y comparación de la calidad de sitios Web. Tesis Doctoral. La Plata, Argentina. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas. 1999, 274h.
- [42] NAKWICHIAN, Supotchane. SUNETNANTA, Thanwadee. User-centric Web quality assessment model. Universidad Mahidol Centro de Computo, Departamento de Ciencias de la computación.
- [43] WARD, Edwards. How to Use Multiattribute Utility Measurement for Social Decision Making. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. SMC-7. 1977.
- [44] WARD, Edwards. F, Barron. SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. Organizational Behavior and Human Decision Processes. 1994.
- [45] DUJMOVIC, Jozo. ELNICKI, Richard. A DMS cost_benefit decision model: mathematical models for data management system evaluation, comparison, and selection. National Bureau of Standards, Washington, D.C. No. NBS-GCR-82-374 NTIS No. PB82-17015. 1982
- [46] DUJMOVIC, Jozo. Weighted conjunctive and disjunctive means and their application in system evaluation. University of Belgrade, Series on Mathematics and Physics, pp. 147-158. 1974.
- [47] DUJMOVIC, J: A Method for evaluation and selection of complex hardware and software systems. Department of Computer Science- USA (1980)
- [48] FARDOUN, Habib. MONTERO, Francisco. LÓPEZ, Víctor. ELearnXML: Hacia el Desarrollo de Sistemas eLearning Basado en Modelos, IX congreso

Internacional de Interacción Persona- Ordenador, Albacete, España, pp.351-360, 2008

[49] ISO/IEC 14598:Software product evaluation: General Overview. (1999)

[50] COBOS, Ruth, PIFARRÉ, Manoli. Collaborative Knowledge Construction in the Web supported by the KnowCat system. In *Computers & Education* 50, 2008, pp. 962-978. Elsevier Ltd, United Kingdom. ISSN: 0360-1315.

[51] COBOS, Ruth. ALAMÁN, Xavier. KnowCat: a Web Application for Knowledge Organization. *Proceedings of the World-Wide Web and Conceptual Modeling (WWWCM'99)*. París, Francia, Noviembre, 1999. P.P Chen et al (Eds). *Lecture Notes in Computer Science* 1727, pp. 348-359.

[52] Portal de MOODLE – Acerca de, “MOODLE, definición”. [En línea], Disponible en: <<http://moodle.org/about>> [Revisada Febrero 2010].

[53] NIELSEN, Jakob. Why you only need to test with 5 users. *Alertbox*, (2000) Nielsen (<http://www.alertbox.com/>, 2000)

[54] V. Basili, C. Caldera, H. Rombach, *Goal Question Metric Paradigm. Encyclopedia of Software Engineering*, vol. 1, Ed. John Wiley & Sons, 1994, pp. 528-532.

[55] MENA, G. Estandares de Calidad, ISO 9126-3: Métricas Internas de la Calidad del Producto de Software. . [En Línea], Disponible en: <http://mena.com.mx/gonzalo/maestria/calidad/presenta/iso_9126-3/>, [revisada Septiembre 2010].

[56] RUIZ, I, JORRIN, I, VILLAGRA, S. S.L. (2007). Análisis de competencias en un entorno CSCL: aportaciones de una experiencia utilizando un Jigsaw, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 6 (2), 29-40. [<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/>]