

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad 7



TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS
INFORMÁTICAS

Procedimiento para la evaluación de la usabilidad
de los productos software desarrollados en el
CESIM

AUTORES: Evelyn Mulén Mustelier
Yoan López Salar

TUTORES: Ing. Yenisel Molina Hernández
Ing. Dariel Fernando Reyes Prieto

Ciudad de la Habana, junio de 2010
“Año 52 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Facultad 7 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio. Para que así conste firmamos la presente a los 21 días del mes de Junio del año 2010.

Autor: Yoan López Salar

Autora: Evelyn Mulén Mustelier

Tutor: Dariel F. Reyes Prieto

Tutora: Yenisel Molina Hernández

Datos de contacto

Ing. Yenisel Molina Hernández

Graduada de Ingeniera en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en el año 2007. Actualmente pertenece al Grupo Calidad del Centro de Informática Médica (CESIM) de la UCI, donde desempeña la función de Jefa del Grupo de Calidad. Empresa: UCI Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 1/2 Reparto Torrens, Facultad 7, Ciudad Habana. e-mail: ymolinah@uci.cu, Teléfono: 837-3165.

Ing Dariel Fernanado Reyes Prieto

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en el año 2009. Actualmente pertenece al Grupo Calidad del Centro de Informática Médica (CESIM) de la UCI, donde desempeña la función de Profesor Asesor del mismo. Empresa: UCI Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 1/2 Reparto Torrens, Facultad 7, Ciudad Habana. e-mail: dfreyes@uci.cu, Teléfono: 837-2227.

Agradecimientos:

De Evelyn

Agradezco, en primer lugar, a la mitad de mi vida, mi mamita linda: por ser madre y padre, por su fortaleza y sus sacrificios, por ser guía y ejemplo, por sostenerme antes de intentar caer, por su incondicionalidad y amor sin medidas, porque a pesar de tanto y todo nunca se ha rendido cuando de mí se trata, por ser tú siempre, por todo esto y más, gracias.

Agradezco también, a la otra mitad de mi vida, mis hermanas: Baby, Yele y Anne, por demostrarme que a pesar de todo, de distancias y peleas, de disgustos y malos momentos, siempre están ahí para mí, por dejarme ser yo, por ser el lugar donde están a salvo mis secretos, por ser mi apoyo en momentos duros y hacerme reír cuando en verdad quiero llorar, por todo eso y más, las adoro.

A mi abuela Matilde y mi tía Natacha, por formar parte activa de mi crianza, de mi vida y mi personalidad. Por apoyarme también en los momentos que lo necesité. Por aguantar mis malacrianzas y pesadeces, por estar ahí siempre, a pesar de todo.

A mi padrastro Rolando, porque en estos años ha sido un como un padre para mí, por su gran ayuda, por ser mi cómplice cuando hago algo mal y arreglar todo lo que rompo, por sus consejos y apoyo en momentos tristes de mi vida, por preocuparse mucho por mí, gracias.

Un agradecimiento especial a mi amiga Mimi, porque a pesar de no poder continuar en la carrera, siempre me apoyó y me quiso mucho. Por confiar y

creer siempre en mi capacidad. Por ser mi amiga, a pesar de las distancias y el tiempo: nunca te olvidaré.

A Yoan, primero amigo y luego compañero de tesis, por siempre comprenderme y ponerse en mi lugar, por sus consejos y su apoyo cuando estoy triste. Por siempre tener una sonrisa para mí, pase lo que pase. Por aguantar todas mis peleas, mis reclamos, pero además hacerme caso (a su manera). Por no pasar desapercibido en mi vida: gracias.

A los tutores, por sus conocimientos, por la exigencia y la perseverancia, por el tiempo dedicado, por la gran guía que fueron en el transcurso de la elaboración de este trabajo: definitivamente sin ellos no hubiese sido posible ni siquiera comenzar, y mucho menos terminarlo. De corazón: gracias.

Al tribunal y a la oponente, por sus críticas siempre constructivas, ojalá todos los tesisistas tuvieran la suerte que tuvimos nosotros.

A los profesores que luego se convirtieron en amigos: Hugo, Ricardo, Vladimir, Rodney y Yoenny, por su ayuda no solo en el marco docente, por nunca decirme que no, por solidarizarse conmigo y siempre, siempre brindar sus manos para apoyarme: gracias con mucho amor.

A Dania, por no ser solo como una madre para mí desde que la conocí, sino también amiga y consejera. Por nunca tener un no como respuesta para mí, por acogerme como si fuera su familia.

A San Juan, porque a pesar de todo, definitivamente nadie me ayudó tanto en la escuela como él.

A Eve, Husse y Ale: los dos primeros por todos los años que nos conocemos, por ser siempre mis amigos, porque se que me quieren. Y a Ale, porque aunque lo conocí después, siempre a sido mi amigo, porque también me hace reír todo el tiempo. Los quiero mucho, mucho: eso lo saben.

A Walter, Lisy y Karelía (Karo), por ser los guantanameros más lindos del mundo, por quererme y dejar que los quiera. Por las alegrías y las tristezas que hemos pasado juntos: espero que nuestra amistad perdure a pesar de la distancia.

A Manuel Alejandro, por los momentos que hemos estado juntos.

A Eliober, Danny, Islema, Aly, Yadira, Yoandra (la bonita), Dalita, los Bailarines del VIP (Alíu, Yadir, Jorge, Leandro y Sergio) por recibirme como una amiga, por todo lo que me he divertido en este curso con ellos y por los buenos momentos que hemos pasado juntos.

A las arpias: Yudi, Ama, Ayalí y Yanecita, por el veneno (en buen sentido) destilado, por los consejos, por también ser paño de lágrimas cuando hizo falta. Por estar siempre ahí: gracias.

A la gente del proyecto, sobre todo los de 5to. que en este curso hemos estado más unidos: Ramsés, Yayi, Thelma y Dayami.

A mis amigos de la Vocacional, a los que llegamos a la meta, y los que desgraciadamente no pudieron: Alexander, Yannia, Cause, Yoani, Hung, Joel, y a Pavel, que también forma parte de nuestro gran grupo.

A los amigos que hice a lo largo de toda la carrera: Kiki, El Chino, Plinio, Tony, Leonel, Edison, Alejandro Valdés, Braudys (Tucu), Luis José, Daniel (El Mango), Darien y Yoelkis.

A las muchachitas del apartamento: Anny, Bety, Maye, Lenia, Claudia, Yanelis, y en especial a Danay y Lola, por todo lo que han hecho por mí y para mí en este curso: gracias.

Finalmente y en sentido general, a la UCI, por ser lugar de grandes amistades, amores, alegrías y tristezas. Por probarme y prepararme para la vida no solo como profesional, sino también como persona. Por permitirme conocer a todos y a mí misma, por ser casa y escuela, y a la que siempre recordaré con cariño.

De Yoan:

Primero que todo, agradezco a mi madre por darme la vida y por haber estado siempre a mi lado en los momentos más adversos. Por su amor, su apoyo, su preocupación, sus sacrificios, sus desvelos y por ser mi orgullo y mi inspiración.

A mi abuela Evelia por educarme y quererme sin medida.

A mi abuelo Pepito, que a pesar que ya no está, supo guiarme siempre y apoyarme incondicionalmente.

A toda mi familia, mis tíos, mis primos, mis abuelos, gracias por confiar en mí.

A mis hermanos Liandys, Alienna y Lázaro Gabriel, por quererme mucho, aún sin convivir conmigo. A mi hermanita Bettsy Beatriz, la luz de mis ojos, gracias por apoyar a mamá cuando yo no estuve. Por quererme tanto y por estar orgullosa de ser mi hermana.

A Danay, la persona más especial que he conocido en esta universidad, gracias por darme lo mejor de ti y por estar siempre a mi lado, aún estando separados.

A todos mis amigos aquí en la universidad, El Chino, Causse, Alejandro, Palmero, Pichardo, Jorgito, Erick, Meme, Pander, Amaury y Nelson, personas que me demostraron el valor de la amistad y que nunca olvidaré, pues se encargaron de quedarse para siempre en mi corazón.

A mi compañera de tesis Evelyn y más que compañera de tesis, amiga, que siempre me aconsejó y se preocupó por mí. Me brindó su cariño de gratis, solo esperando el mío a cambio.

A Yelena, por compartir conmigo todo su cariño. Gracias por apoyarme, por quererme y por demostrarme que para lograr algo sólo tengo que proponérmelo.

A mis tutores por el apoyo que nos brindaron y por siempre estar disponibles para cualquier duda o inconveniente que surgió.

A la UCI, por ser escuela y hogar durante este tiempo. Y por ser cuna de amistades, amores y sueños.

A todas las personas que, de una forma u otra, influyeron en mi vida para convertirme en el hombre que soy. A todos gracias.

Dedicatoria

De Evelyn:

Dedico este trabajo de forma especial a mi mamá, porque vivo para que ella se sienta orgullosa de mí.

A mis hermanas Baby, Yelé y Anne, por siempre creer en mí y quererme sin medidas.

A mi abuela, mi tía y mi padrastro, por estar pendiente de mi carrera desde el primer momento.

A mi hermana Yoslane, porque se que está orgullosa de mí y me quiere.

A mi sobrino Abrán, de quien espero ser segunda madre, guía y ejemplo a seguir.

A mi amiga Mimí, porque se que me quiere sinceramente.

A mis viejos amigos, y a los nuevos también, por estar ahí siempre.

A los profesores que tanto hicieron para forjarme como profesional.

A los que pusieron obstáculos en mi camino, porque lo que no te mata te fortalece.

De Yoan:

Esta tesis esta dedicada a la ternura y al cariño sin límites de mi madre. Te quiero mucho mamá.

A la sonrisa inocente de mi hermana. Te adoro Betty

A la memoria de mi abuelo, que en paz descansa.

Resumen

Esta investigación propone un procedimiento para la evaluación de la usabilidad de los productos software desarrollados en el Centro de Informática Médica (CESIM). Su realización estuvo motivada por la necesidad de evaluar en qué medida las aplicaciones web del Centro pueden ser usadas, aprendidos y por tanto aceptados de forma fácil por los usuarios.

En este sentido, fue necesario realizar un estudio sobre el estado actual de la calidad y en especial de la usabilidad en el mundo y valorar su nivel de aplicación en los proyectos productivos del CESIM. A partir de los resultados obtenidos el procedimiento propuesto se basa en una serie de pasos que dividen el trabajo en 3 etapas definidas. Para ello se proponen una serie de aspectos a chequear que se distribuyen entre los roles encargados de llevar a cabo el proceso de evaluación.

La aplicación de esta propuesta en el Centro guiará el proceso de evaluación de la usabilidad al desarrollar el software. Además servirá de base para futuras investigaciones y posibilitará que se haga extensiva su adaptación a software de escritorio.

Palabras Claves: Calidad, Evaluación, Procedimiento, Usabilidad.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| Agradecimientos: | I |
| Dedicatoria | VII |
| Resumen..... | VIII |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica..... | 4 |
| 1.1 Estado del arte | 4 |
| 1.2 Calidad del Software..... | 6 |
| 1.2.1 Modelos de Calidad | 6 |
| 1.2.2 Ventajas de implantar modelos o estándares de calidad de software | 11 |
| 1.3 Evaluación del Software | 13 |
| 1.3.1 Introducción a la evaluación de la calidad | 13 |
| 1.3.2.1 Estándar Internacional ISO/IEC 9126 | 14 |
| 1.3.2.2 Norma ISO/IEC 14598 | 19 |
| 1.3.2.3 Métricas para la medición de la característica usabilidad | 21 |
| 1.4 Herramientas de evaluación de la usabilidad del software..... | 22 |
| 1.4.1 PROKUS..... | 22 |
| 1.4.2 WebSat (Web Static Analyzer Tool)..... | 23 |
| 1.4.3 Doctor HTML..... | 23 |
| 1.5 Técnicas para la evaluación y categorías de las prueba de usabilidad | 24 |
| 1.5.1 Técnicas..... | 24 |
| 1.5.2 Categorías de prueba de usabilidad | 25 |
| 1.5.3 Heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen | 25 |
| 1.5.4 Beneficios de la usabilidad | 27 |
| Conclusiones parciales..... | 28 |
| CAPÍTULO 2: Situación actual de evaluación de la usabilidad de los productos software desarrollados en el CESIM..... | 30 |
| 2.1 Situación de la producción de software en el CESIM..... | 30 |
| 2.2 Aplicación de la entrevista para el diagnóstico | 31 |
| 2.2.1 Muestreo Aleatorio Estratificado | 32 |
| 2.2.2 Personal entrevistado | 35 |
| 2.2.3 Análisis de los resultados | 36 |
| Conclusiones Parciales | 42 |
| CAPITULO 3: Propuesta del procedimiento | 43 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| 3.1 Definición del procedimiento | 43 |
| 3.2 Descripción general del procedimiento | 45 |
| 3.2.1 Fases del procedimiento | 48 |
| 3.2.2 Estructura y modo de llenado de plantillas | 52 |
| 3.2.3 Categorías de evaluación | 54 |
| 3.2.4 Artefactos de la evaluación | 55 |
| 3.2.5 Métricas para la evaluación | 56 |
| 3.2.6 Descripción gráfica del procedimiento | 57 |
| 3.3 Aplicación del procedimiento en una prueba piloto | 58 |
| 3.3.1 Proyecto seleccionado para realizar el procedimiento | 58 |
| 3.3.2 Resultados de pruebas anteriores realizadas al Módulo Farmacia Central..... | 58 |
| 3.3.3 Pasos a seguir para la validación del procedimiento..... | 59 |
| 3.3.4 Aplicación de las métricas de evaluación | 60 |
| 3.3.5 Resultados generales de la validación..... | 60 |
| Conclusiones parciales..... | 61 |
| Conclusiones..... | 62 |
| Recomendaciones | 63 |
| Referencias Bibliográficas | 64 |
| Bibliografía | 67 |
| Anexos | 67 |
| Anexo 1 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 2 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 3 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 4 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 5 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 6 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 7 | ¡Error! Marcador no definido. |

INTRODUCCIÓN

El mundo actual avanza a una velocidad vertiginosa, tecnologías que se piensan que perdurarán se vuelven obsoletas en apenas unos años. Los desarrolladores, apoyándose en las nuevas tecnologías, producen software cada vez más rápido debido a la competitividad del mercado. Esta precipitación en la concepción de los productos es una de las razones por las cuales no se cumplen las tareas, no se respetan los factores ni criterios de elaboración.

Uno de los grandes problemas que se afrontan actualmente en la esfera del desarrollo de soluciones informáticas es la calidad del software. Desde la década del 70, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, dando lugar a que surja una interrogante fundamental: ¿Cómo evaluar la calidad del software?

La calidad del producto software se diferencia de la calidad de otros productos de fabricación industrial, ya que el software tiene ciertas características especiales que lo diferencian de cualquier otro producto creado por el hombre, pues este es un producto intangible, no está determinado por leyes de la Física o por los límites de los procesos de fabricación. Es abstracto, así como su calidad. Una solución informática se desarrolla, no se fabrica. No se deteriora con el paso del tiempo ni con los efectos del entorno. Su curva de fallos es muy diferente de la del hardware. Todos los problemas que surjan durante el mantenimiento estaban allí desde el principio, y afectan a todas las copias del mismo; no se generan nuevos errores.

El mantenimiento del software es mucho más complejo que el mantenimiento del hardware. Cuando un componente hardware se deteriora se sustituye por una pieza de repuesto, pero cada fallo en el software implica un error en el diseño o en el proceso mediante el cual se tradujo el diseño en líneas de código ejecutable. El software con errores no se rechaza, pues se asume que es inevitable que los presente.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es uno de los centros surgidos al calor de la Batalla de Ideas. La UCI no es solo una entidad educativa, sino también productiva,

que realiza múltiples proyectos destinados a la informatización de la sociedad cubana, la comercialización de software, así como a otros programas solidarios que ejecuta nuestro país a nivel mundial. Dentro de la misma se encuentra el Centro de Informática Médica (CESIM). A pesar de que el centro se dedica a producir software para la salud, no siempre la calidad de los productos es la mejor, ya que las pruebas realizadas en el laboratorio que se encarga de su aseguramiento, muchas veces no satisfacen la óptima calidad del producto final, pues no existe un estándar para la evaluación de los mismos.

En el Grupo de Calidad actualmente no existe ningún mecanismo definido que permita evaluar objetivamente la usabilidad de los productos desarrollados en el CESIM. Una vez concluido el desarrollo de un producto este es sometido a un proceso de pruebas donde se verifica solamente que las funcionalidades estén correctamente implementadas y en algunos casos se someten a otros tipos de prueba como son de carga y/o stress; aún así esto es insuficiente para poder alcanzar la calidad necesaria para cumplir con las necesidades reales de los usuarios pues no se tienen en cuenta otras características.

De igual modo no se cuenta con un conjunto de métricas que permitan minimizar la subjetividad en la evaluación de la usabilidad así como ofrecer datos respecto a puntos fuertes y débiles del producto evaluado, con el propósito de orientar sobre la mejoría de diversas características de la calidad del producto. Tampoco se cuenta con un conjunto de reglas y pasos que guíen el proceso de evaluación. Todos estos factores propician, finalmente, la baja calidad del producto.

Las aplicaciones que se desarrollan en el CESIM van dirigidas al personal vinculado a la salud. Estas personas muchas veces no se encuentran familiarizadas con las terminologías de la informática y les resulta difícil adaptarse al cambio. Por lo tanto, los desarrolladores deben cerciorarse de concebir aplicaciones que cuenten con un diseño amigable y agradable al usuario. Deben utilizar colores y fuentes tipográficas asequibles, así como otras características de la usabilidad que faciliten la navegación e interacción del usuario con la aplicación.

Lo anteriormente expuesto conlleva al planteamiento del **Problema Científico**: ¿Cómo evaluar la usabilidad de los productos de software desarrollados en el CESIM? Teniendo como **Objeto de Estudio**: el proceso de evaluación del software en la UCI, delimitando

como **Campo de Acción**: el proceso de evaluación de la usabilidad del software en el Grupo de Calidad del CESIM, y como **Objetivo General**: definir un procedimiento para la evaluación de la usabilidad de los productos software desarrollados en el CESIM.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean las siguientes tareas:

- Analizar la bibliografía relacionada con la evaluación del software y procedimientos utilizados para realizar la misma.
- Definir el modelo de calidad a utilizar para desarrollar el procedimiento.
- Analizar las normas internacionales y nacionales que abordan el proceso de evaluación.
- Definir los criterios y/o técnicas de evaluación de acuerdo a las características de la propuesta.
- Definir las métricas a utilizar durante el proceso de evaluación basadas en el modelo de calidad utilizado.
- Realizar un análisis detallado de la situación actual del proceso de evaluación de software en la universidad.
- Realizar entrevistas a personal vinculado a los procesos de Gestión de Calidad.
- Definir los roles, responsabilidades y actividades que se tendrán en cuenta para la evaluación, así como los artefactos que se utilizarán para la recogida de información y la salida de los resultados.
- Validar la propuesta a través de su aplicación a uno de los productos desarrollados en el CESIM.

CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica

En el presente capítulo se reflejan varios conceptos asociados a la calidad y el proceso de evaluación, se describen distintos modelos, métricas, técnicas para evaluar la usabilidad en los productos software, herramientas de evaluación de la calidad en general, así como categorías de prueba. Estas son utilizadas en el desarrollo de un nuevo procedimiento que se ajuste a las características de los proyectos desarrollados en el CESIM.

1.1 Estado del arte

Se encontraron varios procedimientos para tratar de estandarizar un proceso en específico, como es el caso de la tesis titulada **Propuesta de Procedimiento para la Aplicación del Área de Proceso de Medición y Análisis de CMMI**, de las autoras **Diana Rosa Alfonso Espinosa** y **Dagmay Aveleira Quiñones**, la cual se enfoca directamente en el Área de Proceso de Medición y Análisis de CMMI.

Con el procedimiento propuesto por las autoras se espera que los proyectos puedan llevar a cabo un adecuado proceso de recolección, análisis y medición de la información. De manera que se desarrolle un programa de mejoras que influya positivamente en los procesos de desarrollo, tomando las decisiones correctas en los momentos adecuados.

Otros autores, centran sus investigaciones en la planificación de los proyectos productivos, como es el caso del trabajo de diploma **“Procedimiento para la evaluación de la planificación de los Proyectos Productivos en la Facultad 3”**, realizado por **Guianella López Karell** y **Lisandra Dieguez Saborit**, el cual tiene como objetivo: Obtener una mejor organización y control de los proyectos productivos de la facultad, al permitir mejoras en el proceso de planificación de los mismos, ya que ha sido creado tratando de lograr un procedimiento factible a la hora de aplicarse y que incida positivamente en el desarrollo de los proyectos productivos de la Facultad 3.

Existen propuestas de procedimientos centradas en la evaluación de los frameworks, como la tesis realizada por **Livan Kabir Badías Ibarra**, la cual lleva por título: **Propuesta de Procedimiento de Evaluación de los Frameworks. Un enfoque práctico**. Este

procedimiento expone y evalúa las principales propiedades y/o principios que caracterizan a los frameworks. Es aplicable durante el proceso de ingeniería del framework así como después de realizado, como una herramienta para su evaluación y/o certificación de parámetros de calidad.

Se estudió el Trabajo de Diploma titulado: **Medición de la calidad de Software durante el Proceso de Pruebas en el Proyecto Modernización del CICPC** de las autoras **María de los Ángeles Rubalcaba Betancourt** y **Yayneris Zambrana Hernández** en el cual se brinda una información acerca de Calidad de Software, Control y Aseguramiento de la Calidad, del proceso de pruebas y el proceso de medición; se describe además los diferentes subprocesos que se desarrollan dentro del proceso de evaluación. Se mencionan cuáles son los roles y responsabilidades que se desempeñarán durante todo el proceso de pruebas y de evaluación. Se explica detalladamente el método de evaluación que se propone y se aplica además en el Proyecto Modernización del CICPC, obteniendo resultados que se ajustan a las características y condiciones actuales del proyecto.

También existen trabajos publicados, dedicados a la evaluación de los software destinados a la educación, tal es el caso de **Modelo de evaluación del proceso de desarrollo del Software Educativo** de la ingeniera **Risell Ramírez Ramos**, el cual permite una evaluación constante del proceso de desarrollo del software y la comparación de los resultados obtenidos con evaluaciones realizadas, además de garantizar la certificación de la calidad del producto final obtenido.

Debido a que en el Centro de Informática Médica (CESIM) no existe un procedimiento para evaluar la usabilidad de los productos software desarrollados en el mismo, es importante definir un estándar que permita establecer métricas, reglas y pasos que guíen el proceso de evaluación. En el presente capítulo se reflejan varios conceptos asociados a la usabilidad y el proceso de evaluación.

Se describirán distintos métodos, métricas y herramientas de evaluación, y se identificarán las características favorables de cada uno, las cuales serán utilizadas en el desarrollo de un nuevo procedimiento que se ajuste a las características de los proyectos desarrollados en el CESIM.

1.2 Calidad del Software

Calidad

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE), es una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie. También es totalidad de las características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas. De acuerdo con la ISO 9000:2000, es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos. Por definición oficial (IEEE Std. 610-1990) es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple con los requisitos especificados, y con las necesidades o expectativas del cliente o usuario.

Calidad de Software

Desde el punto de vista del software, es la concordancia de este, producido con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. Teniendo en cuenta además que el uso de estándares y las normas de desarrollo permiten que se consiga una calidad técnica.

1.2.1 MODELOS DE CALIDAD

MODELO DE BOEHM

Este modelo consiste en la descomposición de características de calidad del software en tres niveles antes de aplicar las métricas: usos principales, componentes intermedios y componentes primitivos. Los componentes o constructores del modelo se centran en el producto final. Se identifican características de calidad desde el punto de vista del usuario.[1]

MODELO FACTORES/CRITERIOS/MÉTRICAS (MCCALL)

Describe la calidad como un concepto elaborado mediante relaciones jerárquicas entre factores de calidad, en base a criterios. Identifica una serie de criterios, tales como rastreabilidad, simplicidad, capacidad de expansión, etc. Las métricas desarrolladas están

relacionadas con los factores de calidad y la relación que se establece se mide en función del grado de cumplimiento de los criterios. [2]

Descompone el concepto de calidad en tres usos o capacidades importantes para un producto de software: [3]

- Operación.
- Revisión.
- Transición.

Y a su vez cada capacidad se descompone en una serie de factores que determina la calidad en cada una de ellas: [4]

- Operación:
 - ✓ Facilidad de uso.
 - ✓ Integridad.
 - ✓ Eficiencia.
 - ✓ Corrección o exactitud.
 - ✓ Fiabilidad.
- Revisión:
 - ✓ Facilidad de prueba.
 - ✓ Facilidad de mantenimiento.
 - ✓ Flexibilidad.
- Transición:
 - ✓ Reusabilidad.
 - ✓ Portabilidad.
 - ✓ Interoperabilidad.

Cada factor determinante de la calidad se descompone, a su vez, en una serie de criterios o propiedades que determinan su calidad. Los criterios pueden ser evaluados mediante un conjunto de métricas. Para cada criterio deben fijarse valores de máximo y mínimo, aceptables para cada uno de estos criterios. [5]

MODELO DE CAPABILITY MATURITY MODEL (CMM)

Describe los principios y prácticas que conducen a mejores productos de software. Se agrupan en cinco niveles que proporcionan el camino para mejorar la visibilidad y el control: [6]

- Nivel 1 (Inicial): se definen pocos procesos.
- Nivel 2 (Repetible): se establecen los procesos de gestión del proyecto para hacer un seguimiento del coste, de la planificación y de la funcionalidad.
- Nivel 3 (Definido): El proceso del software de las actividades de gestión y de ingeniería se documenta, se estandariza y se integra dentro de un proceso de SW de toda una organización.
- Nivel 4 (Gestionado): Se recopilan medidas detalladas del proceso de software y de la calidad del producto.
- Nivel 5 (Optimización): Mediante un resultado cuantitativo del proceso y de las ideas y tecnologías innovadoras se posibilita una mejora del proceso.

MODELO SPICE

Modelo similar a CMM que también se utiliza para la mejora de procesos y determinación de la capacidad. Usa dos tipos de prácticas: [7]

- Prácticas base.
- Prácticas genéricas.

En el Anexo 4 se muestra un diagrama en el cual la parte izquierda del diagrama es la Vista Funcional: [8]

- Suministro al cliente: procesos que afectan al cliente directamente.

- Ingeniería: Procesos que especifican, implementan o mantienen el sistema y su documentación.
- Proyecto: Procesos que establece el proyecto.
- Soporte: procesos de apoyo a la realización de los otros procesos.
- Organización: procesos relacionados con los objetivos de negocio.

La parte derecha del mismo es la Vista de Gestión, las prácticas genéricas se sitúan en seis niveles: [9]

- Nivel 0: No realizada, no hay productos de trabajo identificables.
- Nivel 1: Realizada informalmente, planificación y seguimiento dependientes del conocimiento individual. Productos de trabajo identificables.
- Nivel 2: Planificada, verificada de acuerdo a los procedimientos especificados.
- Nivel 3: Bien definida, procesos bien definidos y documentados
- Nivel 4: Controlada cuantitativamente, medidas detalladas de realización, predicción, etc. Productos de trabajo evaluados cuantitativamente.
- Nivel 5: Mejorada continuamente, objetivos cuantitativos de eficiencia basados en los objetivos de negocio.

MODELO DE FURPS

Modelo desarrollado por Hewlett - Packard (HP) en 1987, desarrollando un conjunto de factores de calidad de software y sus respectivos atributos. Funcionalidad (Functionality), usabilidad (Usability), confiabilidad (Reliability), desempeño (Performance) y capacidad de soporte (Supportability). Basado en el modelo de MCCALL. Se utilizan para establecer métricas de la calidad para todas las actividades del proceso de desarrollo de un software, inclusive de un sistema de información.[10]

MODELO DE CALIDAD INTERNA Y EXTERNA

Este modelo se ha desarrollado en un intento de identificar los atributos más importantes para la calidad interna y externa en un producto software. El modelo identifica seis características claves de calidad [NC-ISO/IEC 9126-1, 2005] donde cada una de ellas se descomponen en un conjunto de sub-características como se muestra en la Figura 2. [11]

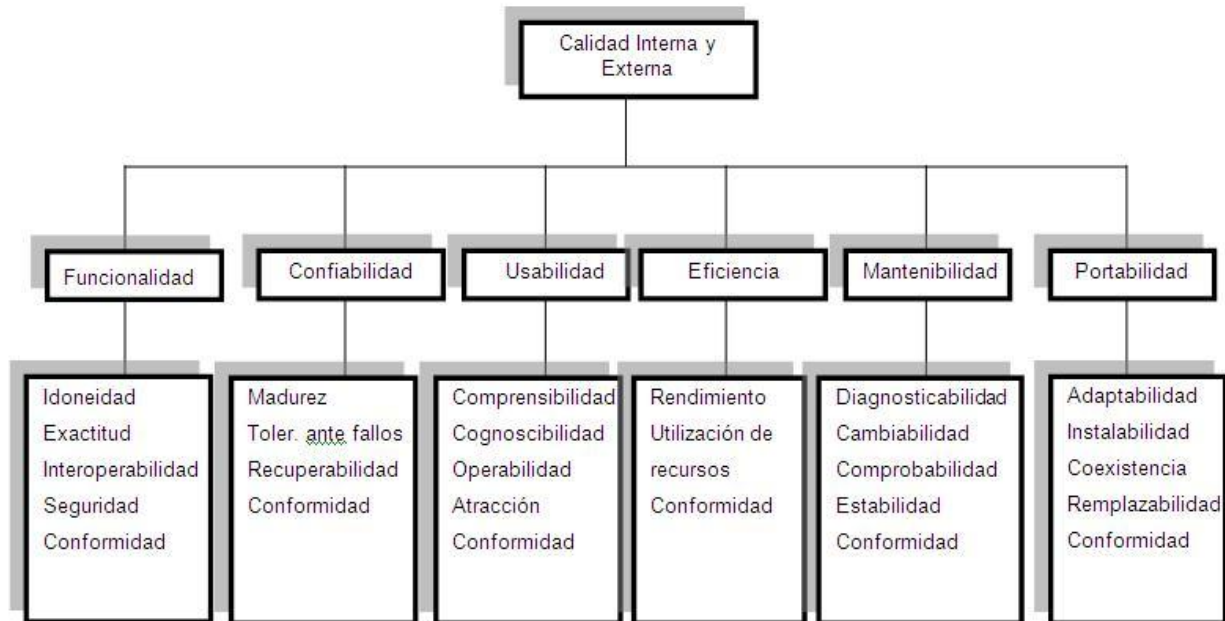


Figura 2. Modelo para la calidad interna y externa

MODELO DE CALIDAD PARA LA CALIDAD DEL SOFTWARE EN USO

Así como el modelo de calidad para la calidad externa e interna cambió, el modelo de calidad para la calidad del software en uso pasó de tener 4 componentes como se expone en la norma ISO/IEC 91261:2001 a tener 6 componentes como se expone en la norma SQuaRE /ISO/IEC/CD25010. [12]

Calidad en uso es una medida de la calidad del sistema en su ambiente operacional. Es determinado por la naturaleza del software, del hardware, del ambiente de funcionamiento, y de las características de los usuarios, de las tareas y del ambiente social. Todos estos factores contribuyen a la calidad en uso. La calidad en uso del software se refiere a la

capacidad del software para alcanzar la calidad en uso para los contextos específicos del uso. [13]

Alcanzar la calidad en uso depende de alcanzar la calidad externa necesaria, que alternadamente depende de alcanzar la calidad interna necesaria. Las medidas son normalmente requeridas en los tres niveles; así, resolver los criterios para las medidas internas no son generalmente suficientes para asegurar el logro de los criterios para las medidas externas, y resolver los criterios para las medidas externas de las sub-características no son generalmente lo suficiente para asegurar la realización de los criterios para la calidad en uso. [14]

1.2.2 VENTAJAS DE IMPLANTAR MODELOS O ESTÁNDARES DE CALIDAD DE SOFTWARE

- ✓ Tener una oportunidad para corregir los procesos de software que se hayan desajustado con el tiempo. Cuando se usa un modelo de calidad se realiza un seguimiento al proceso de desarrollo, esto permite que se puedan hacer correcciones en un momento dado y asegurar la obtención de un buen producto.
- ✓ Clasificar a las empresas como de clase mundial. Las empresas tienden a ser las mejores en su campo. El uso de modelos de calidad estándar les permite diferenciar las empresas de muchas otras que no tienen un modelo establecido para evaluar la calidad de sus productos.
- ✓ Lograr que la empresa de software sea más competitiva.
- ✓ Certificar la competitividad internacional requerida para competir en todos los mercados. El uso adecuado de los modelos de calidad permite estar a la vanguardia de las mejores empresas, haciendo que crezca su competitividad en el medio.
- ✓ Cambiar la actitud del personal de la empresa.
- ✓ Desarrollar y mejorar el nivel y la calidad de vida del personal. Al aplicar un

modelo de calidad de software las personas tienen un proceso de desarrollo/evaluación definido y claro que facilita las labores.

- ✓ Realizar una mejora continua en la calidad de los procesos de software utilizados, servicios y productos de software.
- ✓ Reducir los costos en todos los procesos. Al aplicar un modelo de calidad los procesos se vuelven más organizados, lo que repercute en la agilización de los mismos y genera reducción de costos.
- ✓ Aumentar la productividad, efectividad y utilidad de la empresa. El adoptar un modelo de calidad permite tener un proceso definido y bien documentado, hay una definición y comprensión de los roles de trabajo y hay una coherencia con el trabajo que se está realizando.
- ✓ Asegurar la satisfacción de los clientes internos y externos.
- ✓ Tener aceptación total de los clientes.
- ✓ Tener productos de software y servicios con valor agregado.
- ✓ Generar una cultura organizacional enfocada a cumplir con los requisitos de los clientes.
- ✓ Tener permanentemente mejores procesos, productos de software y servicios. El uso de un modelo de calidad permite obtener conocimiento del proceso establecido en una empresa, lo que se manifiesta en una mejora de los productos y del mismo desempeño del proceso.
- ✓ Tener criterios de medición e indicadores congruentes que se utilizan en la empresa para comparar respecto de las mejores prácticas, para conocer fortalezas y debilidades de la empresa y establecer las estrategias necesarias para realizar mejoras. Al tener un modelo de calidad, las mediciones que salgan a partir del uso de este sirven como histórico para otros futuros productos software

desarrollados.

1.3 Evaluación del Software

Evaluación

Se refiere a la acción y efecto de evaluar, un verbo cuya etimología se remonta al francés *évaluer* y que permite señalar, estimar, apreciar o calcular el valor de algo. Es el proceso sistemático de recolección y análisis de la información, destinado a describir la realidad y emitir juicios de valor sobre su adecuación a un patrón o criterio de referencia establecido como base para la toma de decisiones.

La evaluación es un proceso dinámico, y sistemático enfocado hacia los cambios de las conductas y rendimientos, mediante el cual verificamos los logros adquiridos en función de los objetivos propuestos en cada contenido. Se dice que es dinámico porque se encuentra en constante cambio, ya que se presenta de distintas formas, también se dice que es sistemático porque se basa en un conjunto de reglas o principios sobre una materia relacionada entre sí, además de que contribuye a determinado objetivo.

1.3.1 INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

La calidad no es algo tan trivial, que se pueda medir en una escala de 0 a 10. La calidad tampoco es binario: 0 ó 1, o se tiene o no se tiene, es algo más complejo, la calidad es el día a día, el trabajo meticuloso, el trabajo organizado y estructurado, probado y documentado, orientado a la petición de cambio del cliente y a la facilidad para llevar a cabo el cambio en el equipo de desarrollo, la calidad no es CMMI o SCRUM, aunque si es cierto que cualquier metodología actual sienta las bases para desarrollar un producto de calidad.

Varias de las métricas que maximizan la calidad de un producto software influyen directamente en la disminución del coste, y viceversa. Tradicionalmente se piensa que aumentar la calidad es aumentar el coste en tiempo. Pero muchas veces el tiempo invertido en aumentar la calidad del software, repercute en el futuro en un menor coste de desarrollo o mantenimiento.

1.3.2 ESTÁNDARES Y NORMAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

La ISO/IEC 9126(1991) “Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use”, la que fue elaborada para sustentar este propósito, definió seis características de calidad y describió un modelo de evaluación de los productos de software. La ISO/IEC 9126(1991) ha sido reemplazada por dos normas interrelacionadas, cada una de ellas formadas por múltiples partes: La norma ISO/IEC 9126 (Calidad de los productos de software) y la ISO/IEC 14598 (Evaluación de los productos de software). [13]

Estándar

Según la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), un estándar es “un conjunto de acuerdos documentados que contiene especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados constantemente, como reglas, lineamientos o definiciones de características.

Todo esto con la finalidad de asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios son óptimos para su propósito“. El primer organismo encargado de establecer un estándar sobre algún producto o proceso fue el International Electrotechnical Commission (IEC) creado en 1906.

Uno de los principales propósitos de un estándar es promover un intercambio de productos en base a ciertos lineamientos comunes. Para que existiera una industria de software robusta hubo que establecer ciertos lineamientos.

1.3.2.1 Estándar Internacional ISO/IEC 9126

La norma ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación del software y está enfocada a la calidad del producto. Está supervisado por el proyecto SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), ISO 25000:2005, el cual sigue los mismos conceptos. La especificación y la evaluación de la calidad de producto software se puede conseguir definiendo características de calidad apropiadas, tomando en cuenta el objetivo de uso del producto software. [14]

El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, respectivamente, lo siguiente:
[15]

Parte 1: Modelo de Calidad

Parte 2: Métricas Externas

Parte 3: Métricas Internas

Parte 4: Métricas de Calidad en el Uso

El modelo de calidad establecido en la primera parte del estándar, ISO/IEC 9126-1, clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de Características y Subcaracterísticas de la siguiente manera: [16]

Funcionalidad: [17]

Es la capacidad del software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas cuando el software se usa bajo las condiciones especificadas.

- *Idoneidad:* Capacidad del software para mantener un conjunto apropiado de funciones para las tareas y los objetivos del usuario especificados.
- *Exactitud:* Capacidad del software para proporcionar efectos o resultados correctos o convenidos con el grado de exactitud necesario.
- *Interoperabilidad:* Capacidad del producto software para interactuar recíprocamente con uno o más sistemas especificados.
- *Seguridad:* Capacidad del producto software para proteger información y los datos, para que personas o sistemas desautorizados no puedan leer o modificar los mismos, y las personas o sistemas autorizados tenga el acceso a ellos.
- *Conformidad con la Funcionalidad:* Capacidad del software para adherirse a las normas que se le apliquen, convenciones, regulaciones, leyes y las prescripciones similares relativas a la funcionalidad.

Confiabilidad: [18]

La capacidad del producto software para mantener un nivel de ejecución especificado cuando se usa bajo las condiciones especificadas.

- *Madurez*: Capacidad del producto software de evitar un fallo total como resultado de haberse producido un fallo del software.
- *Recuperabilidad*: Capacidad del producto software de restablecer un nivel de ejecución especificado y recuperar los datos directamente afectados en caso de fallo total.
- *Tolerancia a fallos*: Capacidad del producto software de mantener un nivel de ejecución o desempeño especificado en caso de fallos del software o de infracción de su interface especificada.
- *Conformidad con la Confiabilidad*: Capacidad del producto software para adherirse a las normas que se le apliquen, convenciones, regulaciones, leyes y las prescripciones similares relativas a la confiabilidad.

Usabilidad: [19]

Capacidad del producto software de ser comprendido, aprendido, utilizado y de ser atractivo para el usuario, cuando se utilice bajo las condiciones especificadas.

- *Comprensibilidad*: Capacidad del producto software para permitirle al usuario entender si el software es idóneo, y cómo puede usarse para las tareas y condiciones de uso particulares.
- *Cognoscibilidad*: Capacidad del producto software para permitirle al usuario aprender su aplicación.
- *Operabilidad*: Capacidad del producto software para permitirle al usuario operarlo y controlarlo.
- *Atracción*: Capacidad del producto software de ser atractivo o amigable para el usuario.
- *Conformidad con la Usabilidad*: Capacidad del producto software para adherirse a las normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relativas a la usabilidad.

Eficiencia: [20]

Capacidad del producto software para proporcionar una ejecución o desempeño apropiado, en relación con la cantidad de recursos utilizados bajo condiciones establecidas.

- Rendimiento: Capacidad del producto software para proporcionar apropiados tiempos de respuesta y procesamiento, así como tasas de producción de resultados, al realizar su función bajo condiciones establecidas.
- Utilización de recursos: Capacidad del producto software para utilizar la cantidad y el tipo apropiado de recursos cuando el software realiza su función bajo las condiciones establecidas.
- Conformidad con la Eficiencia: Capacidad del producto software de adherirse a las normas o convenciones que se relacionan con la eficiencia.

Mantenibilidad: [21]

Capacidad del producto software de ser modificado. Las modificaciones pueden incluir las correcciones, mejoras o adaptaciones del software a cambios en el ambiente, así como en los requisitos y las especificaciones funcionales.

- *Diagnosticabilidad*: Capacidad del producto software de ser objeto de un diagnóstico para detectar deficiencias o causas de los fallos totales en el software, o para identificar las partes que van a ser modificadas.
- *Flexibilidad*: Capacidad del producto software para permitir la aplicación de una modificación especificada.
- *Estabilidad*: Capacidad del producto software para minimizar los efectos inesperados de las modificaciones realizadas al software.
- *Contrastabilidad*: Capacidad del producto software para permitir la validación de un software modificado.
- *Conformidad con la Mantenibilidad*: Capacidad del producto software para adherirse a las normas o convenciones que se relacionan con la mantenibilidad.

Portabilidad: [22]

Capacidad de producto software de ser transferido de un ambiente a otro.

- *Adaptabilidad*: Capacidad del producto software de ser adaptado a los ambientes especificados sin aplicar acciones o medios de otra manera que aquellos suministrados con el propósito de que el software cumpla sus fines.

- *Instalabilidad*: Capacidad del producto software de ser instalado en un ambiente especificado.
- *Coexistencia*: Capacidad del producto software de coexistir con otro software independiente en un ambiente común y compartir los recursos comunes.
- *Remplazabilidad*: Capacidad del producto software de ser usado en lugar de otro producto software especificado para los mismos fines y en el mismo ambiente.
- *Conformidad con la Portabilidad*: Capacidad del producto software de adherirse a las normas o convenciones relativas a la portabilidad.

La norma provee un entorno para que las organizaciones definan un modelo de calidad para el producto software. Esto podría ser hecho, por ejemplo, especificando los objetivos para las métricas de calidad que evalúan el grado de presencia de los atributos de calidad. La NC ISO/IEC 9126 define los tipos de métricas existentes para evaluar la calidad del producto software, tales como: [23]

Las métricas internas, externas y de calidad en uso están descritas en la norma ISO/IEC 9126-2.

Las **métricas internas** pueden ser aplicadas a los productos intermedios que se desarrollan a lo largo del ciclo de desarrollo de un producto software, tales como solicitud de propuesta, especificación de requisitos, especificaciones de diseño o código fuente. Las métricas internas le proporcionan a los desarrolladores la habilidad de medir la calidad de estos productos intermedios, con lo cual se puede predecir la calidad del producto final. Esto le permite a los desarrolladores identificar los problemas que afecten la calidad e iniciar las acciones correctivas en las etapas tempranas del ciclo de desarrollo del producto.

Por otra parte, las **métricas externas** se pueden utilizar para medir la calidad del producto software a través de la medición del comportamiento del sistema del cual el software forma parte (Figura 1). Las métricas externas solo pueden ser usadas durante las etapas de pruebas del proceso ciclo de vida y durante cualquier otra etapa operacional.

Por último, las **métricas de calidad en uso** (Figura 1) miden si un producto resuelve las necesidades de usuarios específicos para alcanzar metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso. Esto solo puede lograrse en un entorno real del sistema.

Las necesidades de calidad del usuario pueden ser especificadas como requisitos de calidad a través de las métricas de calidad en uso, las métricas externas y algunas veces las métricas internas. Estos requisitos especificados por las métricas deben ser usados como criterios cuando el producto se evalúa.

Se recomienda usar métricas internas que tengan una relación lo más fuerte posible con los objetivos de las métricas externas, así ellas pueden ser usadas para predecir los valores de las métricas externas. Sin embargo, a menudo es difícil diseñar un modelo teórico riguroso que proporcione una relación fuerte entre las métricas internas y externas.

1.3.2.2 Norma ISO/IEC 14598

La serie de normas ISO/IEC 14598 indica los requisitos a tener en cuenta para la aplicación de los métodos de medición y para el proceso de evaluación, proporcionando un entorno de trabajo para la evaluación de la calidad de diferentes tipos de productos software. [24]

La ISO/IEC 14598 ofrece una visión general, explica la relación entre su serie y el modelo de calidad de la ISO/IEC 9126, contiene requisitos generales para la especificación y evaluación de la calidad del software y clarifica los conceptos generales. Además, provee un marco de trabajo para evaluar la calidad de todos los tipos de productos de software y establece requisitos para métodos de medición y evaluación de los productos de software. [25]

Es importante señalar que, esta serie de normas proporciona un marco de trabajo para evaluar la calidad de todos los tipos de productos de software e indica los requisitos para los métodos de medición y para el proceso de evaluación. La ISO/IEC 14598 consta de

seis partes que describen los requisitos del proceso de evaluación en tres situaciones diferentes [26]:

- Requisitos para desarrolladores.
- Requisitos para compradores.
- Requisitos para evaluadores.

Esta serie de normas está prevista para que se use conjuntamente con la ISO/IEC 9126-1. [27]

Las seis partes que la componen son:

ISO/IEC 14598-1 Visión general.

ISO/IEC 14598-2 Planificación y Gestión.

ISO/IEC 14598-3 Procedimiento para desarrolladores.

ISO/IEC 14598-4 Procedimiento para compradores.

ISO/IEC 14598-5 Procedimiento para evaluadores.

ISO/IEC 14598-6 Documentación de los módulos de evaluación.

Visión general

Básicamente provee una visión general de las otras cinco partes y explica la relación entre la evaluación del producto software y el modelo de calidad definido en la ISO/IEC 9126. [28]

Planificación y Gestión

Esta parte contiene los requerimientos y las guías para las funciones de soporte tales como el planeamiento y gestión para la evaluación del producto software. Fundamentalmente en esta parte, se planifican las mediciones y las actividades de evaluación. [29]

Procedimiento para desarrolladores

Provee los requerimientos y las recomendaciones para la evaluación del producto cuando la evaluación es conducida en paralelo con el desarrollo y llevada a cabo por el desarrollador. Se enfoca en el uso de indicadores que pueden predecir la calidad final del

software midiendo los productos intermedios que se desarrollan durante el ciclo de vida. [30]

Procedimiento para los compradores

Esta parte provee los requisitos y las recomendaciones para que la evaluación del producto software sea conducida en función a los compradores que planean adquirir o re-usar un producto existente o pre-desarrollado. [31]

Procedimiento para los evaluadores

Provee los requerimientos y las recomendaciones para la evaluación del producto cuando la evaluación es conducida por evaluadores independientes. [32]

Documentación de los módulos de evaluación

Esta parte provee las guías para la documentación del modulo de evaluación. Estos módulos representan la especificación del modelo de calidad y las correspondientes métricas internas y externas que serán aplicadas a una evaluación particular. [33]

1.3.2.3 Métricas para la medición de la característica usabilidad

Las métricas externas de usabilidad miden la dimensión con que el software puede ser comprendido, estudiado, operado, atractivo y concordante con las regulaciones y guías relativas a la usabilidad.

Resulta recomendable que la evaluación de estas métricas se haga por un grupo (7, 8, aunque menores pueden obtener información de utilidad) de usuarios o evaluadores usuarios simulados o clonados (pero representativos de un rango de usuarios) sin que reciban asistencia externa alguna. A continuación se brindan las que en una primera etapa serán objeto de utilización.

Las **métricas de cognoscibilidad** (para medir el grado en que puede ser estudiado) y las **métricas de operabilidad** (para medir el grado en que puede ser implementado y operado) emplean métodos de aplicación eminentemente de usuarios y no son idóneas para el empleo por terceros en una evaluación de certificación, por lo que no se abordan en el presente trabajo. [34]

Métricas de comprensibilidad [35]

Las métricas externas de comprensibilidad deben ser capaces de valorar cómo un nuevo usuario podría comprender el sistema:

- Si el software es idóneo para la aplicación a la cual lo destina.
- Cómo el software puede ser usado para una tarea en particular.

Métricas de atracción [36]

Las métricas externas de atracción deben ser capaces de evaluar la apariencia del software, y van a estar influenciadas por factores tales como el color en la pantalla y su diseño.

Métricas de conformidad de la usabilidad [37]

Las métricas externas de conformidad de la usabilidad deben ser capaces de evaluar la adherencia del software a las regulaciones, normas, convenciones, guías y estilos relativos a la usabilidad.

1.4 Herramientas de evaluación de la usabilidad del software

Con el desarrollo del software a nivel mundial, se han desarrollado herramientas de evaluación, con el fin de hacer menos tedioso y más ágil el trabajo de evaluar la usabilidad de los sistemas.

1.4.1 PROKUS

Corresponde a una herramienta desarrollada por el Laboratorio del Instituto de Ingeniería Humana e Industrial de la Universidad de Karlsruhe (Alemania) que mide la usabilidad de un sistema basándose en ergonomía como criterio principal de calidad. Concretamente se basa en el estándar ISO 9241-10 que especifica los principios de diálogo de los terminales

visuales en términos ergonómicos. A pesar de que no se trata de un cuestionario, una parte importante del método también está basado en un catalogo de preguntas que son rellenas por el experto evaluador durante el procedimiento. Finalmente los datos medidos pueden ser comparados con la definición de los requisitos del propio sistema o incluso compararlos con los requisitos de otros sistemas. [38]

1.4.2 WEBSAT (WEB STATIC ANALYZER TOOL)

Creado en 1999 por el National Institute of Standards and Technology (NIST), tiene como tarea principal identificar problemas potenciales de usabilidad, comprobando el código HTML. Es una herramienta gratuita, la cual ofrece a los usuarios la posibilidad de utilizarla en línea o como una aplicación independiente. Evalúa si la página hace usos de etiquetas para usuarios visualmente discapacitados. Chequea la existencia de botones Enviar y Limpiar. Analiza el tamaño y codificación de los gráficos en relación con la velocidad de descarga de la página. Hace una comprobación básica de como los links son codificados. Su mayor limitación es que no desarrolla la evaluación en el sitio completo sino solo por página. [39]

1.4.3 DOCTOR HTML

Creada por Imagenware Inc., corresponde a una de las herramientas más completas disponibles en el mercado actual para diagnóstico de usabilidad web. Su última versión, v6.1, permite hacer un diagnóstico del sitio completo desde Internet o con la intranet de una empresa. Cada uno de los errores que identifica es acompañado de un comentario descriptivo. Funciona con código HTML abierto, verifica la presencia de las etiquetas, localiza links sin destino, la sintaxis de las imágenes, valida la estructura de los formularios, da formato al código HTML, verifica marcos, evalúa la compatibilidad con los navegadores más comunes, el uso de fuentes estándares. Muestra la página que está siendo evaluada y si se requiere, posee características de autenticación HTTP. [40]

1.5 Técnicas para la evaluación y categorías de las prueba de usabilidad

1.5.1 TÉCNICAS

Existen varias técnicas para evaluar la usabilidad, desde las más sencillas hasta las más complejas. Pueden hacerse pruebas en ambientes controlados así como en el lugar donde se va a utilizar el sistema por los usuarios reales. Además puede hacerse una evaluación automatizada, o evaluarse el sistema por usuarios reales. Esto depende de los recursos disponibles en el momento de hacer la evaluación. Estas son muy costosas en términos de tiempo y personal requerido para realizarlas.

EVALUACIÓN HEURÍSTICA

Verificación frente a heurísticas de diseño. La evaluación heurística es un análisis de experto en el cual se hace una inspección minuciosa a interfaces o sistemas con el fin de determinar si cada uno de sus elementos se adhiere o no a los principios de usabilidad, diseño o arquitectura de información comúnmente aceptados en sus respectivas disciplinas. [41]

REVISIÓN DE NORMAS

Se revisa para observar si se cumple con las normas establecidas, seguidas por una organización particular (por ejemplo, si la interfaz cumple con las guías de estilo de cierta empresa). [42]

INSPECCIÓN DE CONSISTENCIA

Se hace a través de una familia de interfaces. Verificando la consistencia en la terminología, tipos de letras, esquema de colores, diagramación de la pantalla, formatos de entrada y salida. Es posible utilizar herramientas de software para hacer parte de esta verificación. [43]

PASEO COGNITIVO

Los expertos se comportan como usuarios finales. Simulan el comportamiento que tendría un usuario al hacer uso del sistema, en situaciones cotidianas. [44]

INSPECCIÓN FORMAL DE USABILIDAD

Los expertos se reúnen con el moderador o juez, donde se presenta la interfaz y se discuten sus méritos y debilidades. [45]

1.5.2 CATEGORÍAS DE PRUEBA DE USABILIDAD

Varios autores han abordado sobre las categorías de pruebas de usabilidad, tres de ellas son:

Pruebas automatizadas: Utilizando un sistema de evaluación automática se pueden identificar aspectos varios. [46]

Pruebas con usuarios reales: Las acciones de los usuarios de prueba al momento de interactuar con el sistema son monitoreadas y posiblemente grabadas, para un análisis posterior. [47]

Pruebas con usuarios expertos: Los usuarios expertos contribuyen a las pruebas de usabilidad detectando errores del sistema, basando sus opiniones en su propia experiencia. [48]

1.5.3 HEURÍSTICAS DE USABILIDAD DE JAKOB NIELSEN

Los 10 principios desarrollados por Jakob Nielsen (2001) constituyen la base de la evaluación heurística: [49]

Visibilidad del estado del sistema

El sistema debe siempre mantener informado a los usuarios de lo que ocurre, con un correcto feedback en un tiempo razonable.

Correspondencia entre el sistema y el mundo real

El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios con palabras, frases y conceptos familiares. Sigue las convenciones del mundo real. Haz que la información aparezca en forma natural y lógica.

Control y libertad del usuario

Los usuarios frecuentemente eligen opciones por error, por eso indica una salida clara a esas situaciones no deseadas sin necesidad de pasar por extensos diálogos.

Consistencia y estándares

Los usuarios no tienen que adivinar que las diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo.

Evitar errores

Un diseño cuidado que previene problemas es mejor que unos buenos mensajes de error.

Reconocimiento

Haz objetos, acciones y opciones visibles. El usuario no tiene que recordar información de una parte a otra. Las instrucciones de uso del sistema deben estar visibles o ser fácilmente recuperables.

Flexible y eficiente

Diseña un sistema que pueda ser utilizado por un rango amplio de usuarios. Brinda instrucciones cuando sean necesarias para nuevos usuarios sin dificultar el camino de

usuarios avanzados. Permite a los usuarios avanzados ir directamente al contenido que buscan.

Diseño minimalista

No hay que mostrar información irrelevante. Cada pedazo de información extra compete con la importante y disminuye su relativa visibilidad.

Reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores

Para ayudar a los usuarios, los mensajes de error deben estar escritos en lenguaje sencillo, indicar el problema de forma precisa e indicar una solución.

Ayuda y documentación

Facilita siempre una documentación o ayuda. La información debe ser fácil de encontrar, está dirigida a las tareas de los usuarios, lista los pasos concretos para hacer algo y es breve.

1.5.4 BENEFICIOS DE LA USABILIDAD

La aplicación de los métodos de la ingeniería de la usabilidad al desarrollo de aplicaciones informáticas aporta importantes beneficios referentes a los costes de desarrollo, la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Se pueden enumerar algunos de los más importantes, entre los que se encuentran:

- Incremento de la productividad de los usuarios de la aplicación, al reducir los tiempos para completar sus tareas y cometer menos errores que deberían ser corregidos más tarde. Esta productividad puede ser cuantificada por la propia empresa que implanta productos usables en su organización.

- Incremento del uso de la aplicación.
- Reducción del coste en documentación. Se necesitarán menos manuales de la aplicación.
- Reducción de los costes de soporte a la aplicación ya que resulta un producto fácil de instalar, de aprender y de usar.
- Reducción de los costes y tiempos de desarrollo, acertando a la primera con los requerimientos de los usuarios. Parece una contradicción, pero la realidad es que existe tal reducción evitando sobrediseños y reduciendo el número de cambios posteriores en la aplicación.
- Detección temprana de fallos, aplicando usabilidad en las fases tempranas del desarrollo. En las primeras fases de desarrollo, el coste de los errores y omisiones es mucho menor que cuando la aplicación está casi terminada.
- Reducción de los costes de mantenimiento de la aplicación.
- Aumento de la satisfacción del cliente reduciendo el esfuerzo de uso por parte del usuario y mejorando la calidad de vida de los usuarios.
- Aumento de la calidad del producto final con el consiguiente ahorro en control de calidad. Aumento de la competitividad en el mercado.
- Aumento de la calidad de desarrollo de la organización con la adquisición de buenas prácticas a base de la aplicación de la usabilidad en todo el proceso de desarrollo lo que redundará en el desarrollo de futuros proyectos.
- Aumento de la reputación de la organización en el desarrollo de productos usables. Creación de imagen de marca y fidelización de clientes.
- Proporciona una ventaja competitiva para la organización. Una ventaja competitiva se consigue por reducción de costes o por diferenciación del producto. La aplicación de ingeniería de usabilidad proporciona una diferenciación del producto de los productos de la competencia que los clientes perciben rápidamente. Lo más fácil de usar es más sencillo de vender.

Conclusiones parciales

En este capítulo, luego de un estudio de la situación internacional, nacional, universitaria y particularmente del CESIM sobre la evaluación de la usabilidad del software y las normas para la evaluación de la misma, se puede argumentar que no existe actualmente un

procedimiento estándar en el centro que guíe la evaluación de esta característica del software en el proceso de pruebas que se realiza en el grupo de calidad del centro.

Después de analizar cada uno de los modelos de calidad expuestos, se decide adoptar como base para el desarrollo del procedimiento, el propuesto por la norma ISO/IEC 9126-1. Pues sus características son las más apropiadas para realizar dicho procedimiento de evaluación, ya que brinda elementos importantes que son aplicables a la concepción del método de evaluación de calidad y permite un enfoque particular en la usabilidad de los productos software que se evalúan. Se utilizarán las métricas que propone esta norma para dicha evaluación. También se empleará, para el procedimiento a desarrollar, la técnica de evaluación heurística ya que es un análisis en el cual se hace una inspección minuciosa a interfaces o sistemas con el fin de determinar si cada uno de sus elementos se adhiere o no a los principios de usabilidad, diseño o arquitectura de información, como categoría de prueba de usabilidad se utilizará la de usuarios expertos pues aunque los usuarios que estén probando el producto no tengan la categoría de expertos, el procedimiento permitirá contribuir a que en las pruebas de usabilidad se detecten errores del sistema, basándose en la guía que propone dicho procedimiento.

Este capítulo ha servido para, mediante elementos teóricos, afianzar científicamente la investigación, a través de definiciones, conceptos y modelos que serán el soporte en el que se apoyará el estudio que se realiza, con el fin de desarrollar el procedimiento para la evaluación de calidad de los productos software que se desarrollan en el CESIM.

CAPÍTULO 2: Situación actual de evaluación de la usabilidad de los productos software desarrollados en el CESIM

En el siguiente capítulo se realiza un análisis de la situación actual de la evaluación de la usabilidad de los productos software que se llevan a cabo en el CESIM, centrándose también en hasta qué punto se tiene en cuenta esta, en el desarrollo de los productos. Para ello, primeramente se hace un estudio de la situación en la producción de software en el CESIM. Se realiza un análisis de la entrevista estructurada realizada a miembros del grupo de Calidad del Centro, así como a desarrolladores de diferentes proyectos del mismo.

2.1 Situación de la producción de software en el CESIM

Al encontrarse inmersa la UCI en un proceso de transformación, con el fin de ajustar los perfiles existentes e impulsar el desarrollo de los diferentes proyectos productivos, se crean diferentes Centros de Desarrollo de Software, subordinados a las diferentes facultades. Entre ellos se encuentra el Centro de Informática Medica (CESIM), cuya estructura se ilustra en la Figura 3. El Asesor de Calidad cuenta con un grupo de trabajo de mayor número, el cual está estrechamente vinculado con los demás proyectos, pues se encarga de garantizar el aseguramiento, planificación y control de la calidad en el Centro.

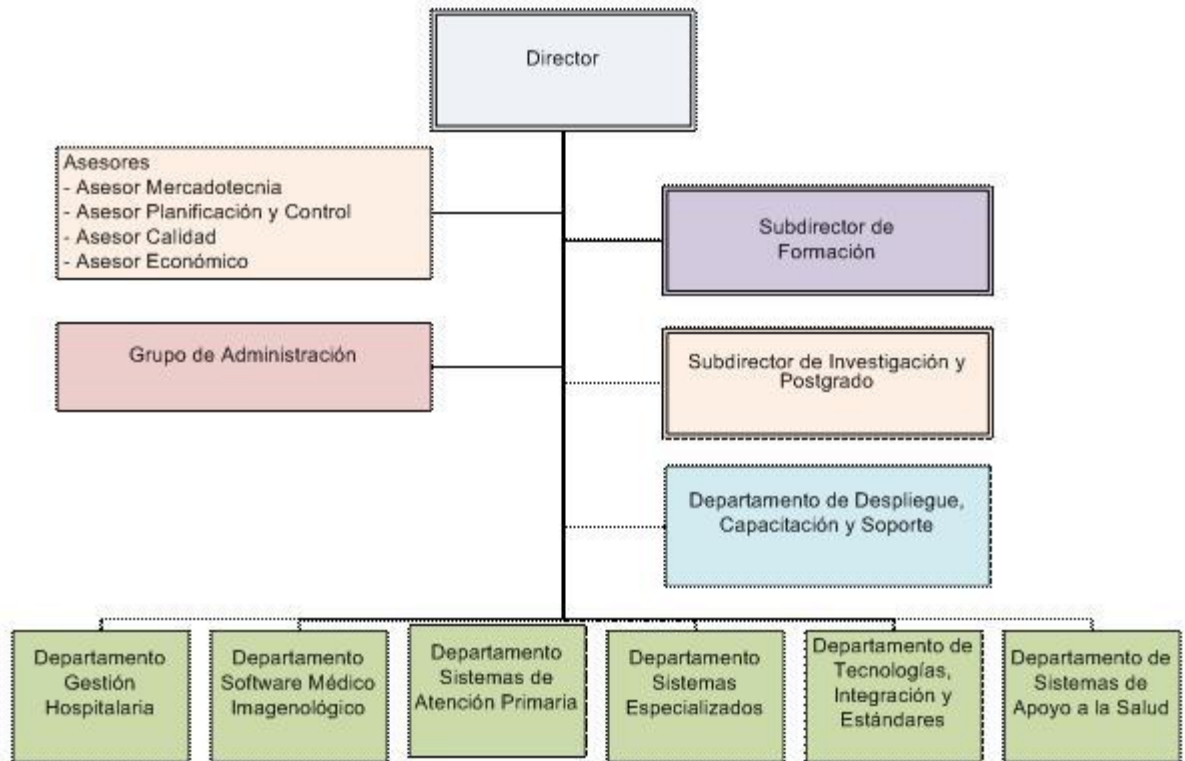


Figura 3. Estructura del CESIM

2.2 Aplicación de la entrevista para el diagnóstico

De los instrumentos para la recolección de información, se utiliza específicamente la entrevista, por ser uno de los más básicos y capaz de obtener de manera ordenada la información referente a los aspectos importantes que intervienen en la investigación, sustraídos de las preguntas respondidas. [50]

La entrevista es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos o sobre características personales del entrevistado y puede influir en determinados aspectos de la conducta humana por lo que es importante una buena comunicación. [51]

El investigador debe tener clara las hipótesis de trabajo y las relaciones que se quieren demostrar entre las variables, para poder elaborar el cuestionario de la entrevista y seleccionar el método estadístico más apropiado para procesar los datos obtenidos y

lograr los objetivos propuestos. La entrevista puede ser individual o colectiva, en ambos casos el entrevistador debe realizar una preparación previa sobre el tema a tratar, y elaborar una guía para su desarrollo. La entrevista puede ser estructurada o no estructurada. [52]

La primera se basa en un cuestionamiento fijo, determinado y es aplicado a personas que no son especialistas en el tema; la no estructurada es más abierta que la estructurada, prevé el tema pero no lleva un cuestionario rígido y puede variar de una persona a otra, es más flexible. Se aplica a especialistas en el tema, es una forma de obtener criterios de expertos. [53]

La entrevista fue realizada a 60 personas, 45 desarrolladores y 15 probadores. La misma estuvo conformada por una serie de preguntas previamente elaboradas y ordenadas, relacionadas con la evaluación de la usabilidad en los productos desarrollados en el centro. Estas estuvieron enfocadas a obtener una visión más profunda del estado actual de la misma en la facultad. [54]

Los participantes de esta se dividen en dos grupos: probadores y desarrolladores, este último grupo esta conformado por personas de diferentes proyectos del CESIM. Los roles anteriormente mencionados son fundamentales en el desarrollo y liberación de un producto, y los resultados de las respuestas proporcionadas, son de vital importancia para el posterior análisis de las mismas. [55]

2.2.1 MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO

Para determinar la cantidad de personas a entrevistar, en los proyectos productivos del CESIM se utilizó el método estadístico Muestreo Aleatorio Estratificado.

Este consiste en la división previa de la población de estudio en grupos o clases que se suponen homogéneos con respecto a alguna característica de las que se van a estudiar. A cada uno de estos estratos se le asignaría una cuota que determinaría el número de miembros del mismo que compondrán la muestra. Dentro de cada estrato se suele usar la técnica de muestreo sistemático, una de las técnicas de selección más usadas en la práctica.

Según la cantidad de elementos de la muestra que se han de elegir de cada uno de los estratos, existen dos técnicas de muestreo estratificado:

- **Asignación proporcional:** el tamaño de la muestra dentro de cada estrato es proporcional al tamaño del estrato dentro de la población.
- **Asignación óptima:** la muestra recogerá más individuos de aquellos estratos que tengan más variabilidad. Para ello es necesario un conocimiento previo de la población.

La población para la muestra es el total de estudiantes de los proyectos productivos del CESIM que se desempeñan en los roles de probador y desarrollador respectivamente.

Se supone que la población consta de n unidades y están distribuidas en L estratos, constituyen una partición de la población; se representará por N_h en el n_i de u en el estado h -ésimo, de aquí:

$$N = N_1 + N_2 + \dots + N_h + \dots + N_l$$

Total de población

$$x_h = \sum_1^{N_h} x_{hi} \quad \text{media} \quad \bar{x}_h = \frac{1}{N_h} \sum_i^{N_h} x_{hi}$$

Fracción de muestreo del estrato

$$f_h = \frac{n_h}{N_h}$$

Para la determinación del tamaño de muestra de una población con S^2 desconocida se puede determinar mediante la expresión:

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 P(1-P)}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 P(1-P) - \frac{1}{N}}$$

Donde:

$1-\alpha$: Nivel de confianza

z_1 : Percentil de la distribución normal

d : Error absoluto

P : Proporción de la población

N : Tamaño de la muestra

Realizando el cálculo del tamaño de muestra para un nivel de confianza $1-\alpha=90\%$, con un error absoluto $d=0.10$, se obtiene un percentil de la distribución normal $z_1=1.64$ y se asume como proporción de la población $P=0.5$, $N=400$ que es la cantidad total de los estudiantes que ocupan los roles de probadores y desarrolladores en el CESIM; se obtiene que:

$$\frac{\left(\frac{1.64}{0.1}\right)^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{1 + \frac{1}{509} \cdot \left(\frac{1.64}{0.1}\right)^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5) - \frac{1}{509}}$$

$$n = \frac{855629}{14381} = 60$$

Según el resultado obtenido después de aplicar el muestreo estratificado, se llega a la conclusión de que se deben realizar 60 entrevistas.

2.2.2 PERSONAL ENTREVISTADO

La entrevista fue realizada a personal del Grupo de Calidad y miembros de varios proyectos del centro.

En la Tabla 16 se muestra la cantidad de entrevistados, y sus respectivos roles:

| Roles | Cantidad de Entrevistados | | | | |
|-----------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | Proyectos | | | | |
| | SAS | Hospitales | GPI | Calidad | Total |
| Probadores | - | - | - | 15 | 15 |
| Desarrolladores | 15 | 15 | 15 | - | 45 |
| Total | 15 | 15 | 15 | 15 | 60 |

Tabla 1. Cantidad de entrevistados por roles

2.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para este diagnóstico se realizaron preguntas relacionadas con la evaluación de la calidad de los productos, enfocadas específicamente a la usabilidad, así como el conocimiento que existe sobre ella.

La entrevista indaga además, sobre hasta dónde se tiene en cuenta la usabilidad a la hora de desarrollar un producto o cuanta importancia se le confiere si está probando, así como el uso de técnicas para su validación, o el tener en cuenta el criterio del cliente en el transcurso de su desarrollo.

Ambos roles entrevistados cuentan con preguntas específicas diseñadas para ellos, como también cuentan con preguntas en común. Para el estudio de las mismas, se dividirá el análisis según lo roles, evitando así la complejidad en la valoración.

Análisis de las entrevistas realizadas a los probadores

Análisis de la pregunta 2: ¿Se le da importancia al tema de la usabilidad en el proyecto, a la hora de probar un software?



Fig. 3 Resultados de la Pregunta 2 para probadores

El 50 % de los entrevistados plantea que no se le da importancia al tema de la usabilidad en el proyecto a la hora de probar un software, un 30 % no saben y solo el 20 % sí considera que se le da la debida importancia, llegando con esto a la conclusión de que es un mal resultado.

Análisis de la pregunta 3: ¿Cuentan en el proyecto con técnicas para validar la usabilidad o evaluar un producto desde el punto de vista de la misma?



Fig. 4 Resultados de la Pregunta 3 para probadores

Solo el 10 % de los entrevistados sostienen que sí existen técnicas en el proyecto para validar la usabilidad, el 20 % no sabe si se utilizan y un 70 % plantea que no se utilizan las mismas. Teniendo en cuenta la gráfica y las respuestas propiciadas, se concluye que el resultado es muy malo, pues a pesar de que algunos si piensan o dudan de la existencia de estas técnicas, la gran mayoría no considera que se utilicen, situación esta muy seria, ya que no tenerla en cuenta, podría propiciar que no se satisfagan las necesidades del cliente.

Análisis de las entrevistas realizadas a los desarrolladores

Análisis de la Pregunta 2: ¿Se le da importancia al tema de la usabilidad en el proyecto, a la hora de desarrollar un SW?



Fig. 5 Resultados de la pregunta 2 para desarrolladores

Sin dudas la usabilidad es un parámetro a tener en cuenta a la hora del desarrollo de un producto. Los resultados arrojaron que el 100 % de los desarrolladores entrevistados coinciden en que al elaborar un software, esta característica es de gran importancia, pues se conoce, y como ya se ha planteado anteriormente, que es una con la que más relación guarda el cliente directamente. Se concluye entonces, que el resultado obtenido excelente.

Análisis de la Pregunta 3: ¿Tiene en cuenta, a la hora del desarrollo del SW, parámetros definidos por el cliente, referentes al tema de la usabilidad?



Fig. 6 Resultado de la Pregunta 3 para desarrolladores

Varios de los entrevistados plantean que no tienen en cuenta los criterios del cliente, en cuanto a la usabilidad, a la hora del desarrollo del producto, otros también plantean que no saben si estos parámetros son útiles para la realización de un software, los resultados de las entrevistas arrojan un 10 % para cada uno de estos criterios respectivamente. No obstante, el 80 % de los desarrolladores, plantean que si se consideran los criterios de los clientes, en cuanto a la usabilidad a la hora de su desarrollo, dando esto como evaluación final de la pregunta, un muy buen resultado.

Análisis de las preguntas generales

En la entrevista se contó solo con una pregunta general, esta fue una consulta común hecha a ambos roles que participaron en la entrevista, tanto a los probadores del Grupo de Calidad, como a los desarrolladores del Centro.

1- ¿Conoce qué es la usabilidad desde el punto de vista de calidad?

Los entrevistados, en su mayoría, tienen conocimiento acerca del tema, de forma general, y desde el punto de vista de calidad también. La entrevista evidenció, que la mayoría de los probadores del Grupo de Calidad tienen claro el concepto de usabilidad, solo una mínima parte ignora su significado, como se muestra gráficamente en la Figura 7, esto demuestra que existe una buena preparación sobre el tema abordado, pero se ha de seguir trabajando sobre dicha base, pues es necesario lograr una buena cultura en todos los implicados en el proceso de prueba de un producto.



Fig. 7 Resultados de la Pregunta 1 para probadores

Los desarrolladores, sin embargo, manifiestan menos conocimiento acerca el tema, ya que se centralizan más en cómo influye esta característica en sus funciones como implementadores. No obstante, la mayoría de los encuestados respondió positivamente a la pregunta, lo cual evidencia la preparación de los mismos, pero también demuestra que el trabajo de preparación teórica con que se cuenta es poco, pues los que respondieron afirmativamente, poseen ese conocimiento por su propia preparación. Lo anteriormente expuesto, se evidencia gráficamente en la figura que a continuación se muestra:



Fig. 8 Resultados de la Pregunta 1 para desarrolladores

Finalmente, se puede concluir que, a pesar de que la totalidad de los entrevistados no respondieron de forma afirmativa a la pregunta en análisis, tanto probadores como desarrolladores, la gran mayoría posee conocimiento del concepto de usabilidad, pero se concluye que es necesario mayor preparación en el tema, pues es una de las características de calidad, con que más tiene que ver el cliente directamente. La Figura 9 evidencia las respuestas del total de entrevistados.

Resultado Total

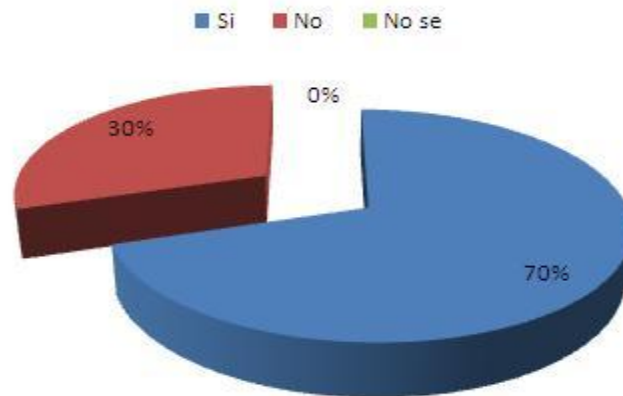


Fig. 9 Resultados generales para la Pregunta 1

Valoración general de las respuestas

Realizando una valoración general a partir de los resultados arrojados después de la aplicación del diagnóstico y del análisis por separado de cada una de las preguntas referentes a la evaluación de la usabilidad, realizadas a probadores y desarrolladores de proyectos del Centro, se puede definir que el proceso de desarrollo de un producto software se ve afectado por diferentes factores, como son:

- No se tiene un vasto conocimiento del concepto de usabilidad, tanto de forma general, como desde el punto de vista de la calidad del software, lo cual afecta de forma exponencial el proceso de desarrollo y posteriormente el de prueba, que se realizan en el CESIM.
- No se evidencia la existencia de técnicas para la validación de la usabilidad en el Grupo de Calidad del Centro, por lo que se concluye que, en cuanto a ese punto, es necesario trabajar más en la búsqueda y uso de las mismas, pues brindarían beneficiosos aportes al proceso de pruebas que se realiza actualmente.
- No se le da la suficiente importancia al tema en cuestión, a la hora de probar un producto, además de que se evidencia también que algunos encuestados desconocen si se aplican pruebas específicas para verificar si se tiene en cuenta esta característica.
- Sobre la importancia conferida a la usabilidad cuando se va a desarrollar un producto, según el diagnóstico realizado, muestra que la totalidad de los encuestados opinan

positivamente en cuanto a tenerla en cuenta, pues es criterios de todos también, que esta es una de 6 las características de la calidad de un software, con que más el usuario interactúa durante y después de la realización del mismo. Tal veredicto demuestra su presencia, pero muchas veces no existe el conocimiento de que se está trabajando a favor de esta.

- Aun existe una minoría de desarrolladores, que desconocen o no tienen cuenta los criterios de los clientes en el curso de la realización de un producto, problema que, aunque no se presenta en todos los encuestados, evidentemente necesita mayor atención, pues atenta contra la buena calidad, en general, del producto, y además contra la aceptación del cliente, que finalmente es a quien va dirigido.

Conclusiones Parciales

En el capítulo, la entrevista realizada permitió diagnosticar el conocimiento de desarrolladores y probadores del Centro de Informática Médica (CESIM), en cuanto a la usabilidad, desde el punto de vista de la calidad, encontrando e identificando problemas relacionados con el tema, que posteriormente servirán de guía a la hora de realizar el procedimiento de software.

A pesar de que el tema de la calidad, y específicamente el de la usabilidad, no es muy tratado en el Centro, debe destacarse que se aprecian algunos avances en cuanto al conocimiento de los implicados en el tema, y también en cuanto a su aplicación. No obstante, aún no se ha logrado un conocimiento total del contenido, que solucione todos los problemas existentes y los que puedan dar lugar, a raíz de su utilización.

CAPITULO 3: Propuesta del procedimiento

En este capítulo se explica detalladamente el procedimiento propuesto para evaluar la usabilidad de los productos que se desarrollan en el Centro de Informática Médica (CESIM). Se describe la estructura del mismo, así como las fases, actividades y artefactos que se utilizan y se generan. El procedimiento está organizado en tres fases: Planificación, Evaluación y Control, cada una de estas tendrá asociada una serie de actividades, apoyadas en los artefactos necesarios para dirigir la evaluación. Estas actividades generarán nuevos artefactos, los que contribuirán a la culminación satisfactoria del procedimiento. También se realiza una prueba piloto, aplicando el procedimiento y registrando los resultados obtenidos.

3.1 Definición del procedimiento

Nombre del procedimiento

Evaluación de la usabilidad de los productos software desarrollados en el CESIM: EVAUSAB-CESIM.

Objetivo

Este procedimiento tiene como objetivo fundamental, proveer una guía para evaluar la usabilidad de las aplicaciones desarrolladas en el CESIM. Para ello es entregado a los evaluadores un Test de usabilidad que posibilitará guiar la evaluación y culminarla satisfactoriamente.

Alcance

El procedimiento es aplicable a todos los productos software desarrollados en el CESIM.

Referencia

Manual de procedimientos IPP-1000:2008.

Roles y competencias

Líder de evaluación

Es el responsable de verificar en que estado se encuentra la aplicación del procedimiento. Está subordinado al Jefe del Grupo de Calidad, y actúa como intermediario entre este y el personal que aplicará el procedimiento. Se encarga de la recopilación de toda la información generada luego de aplicado el procedimiento, y a su vez de analizar los resultados obtenidos y reportarlos al Jefe del Grupo de Calidad. Supervisa la calidad de la información generada al aplicar el procedimiento.

Competencias del Líder de Evaluación:

- ✓ Dominar las técnicas de liderazgo y trabajo en equipo.
- ✓ Tener la capacidad de evaluar el trabajo o la aplicación del procedimiento a los evaluadores.
- ✓ Considerar las alternativas para mejorar la aplicación del procedimiento o la evaluación de la usabilidad si existieran dificultades.
- ✓ Ser comunicativo y tener habilidades para el desarrollo del intercambio en grupo.
- ✓ Tener un buen dominio acerca de la usabilidad, así como de sus subcaracterísticas.
- ✓ Tener conocimiento pleno de flujo de actividades que conforman el procedimiento.
- ✓ Dominar el uso de herramientas como el Microsoft Word, Microsoft Excel, entre otros.
- ✓ Saber como organizar y entregar la información generada.
- ✓ Ser exigente y responsable en su trabajo.

Evaluador

Es quien lleva a cabo directamente el procedimiento, pues aplicando los artefactos brindados por el procedimiento, transita por todas las fases de este. Se subordina al Líder de Evaluación, al cual tiene que entregarle la información generada luego de aplicado el procedimiento.

Competencias del Evaluador:

- ✓ Tener conocimiento de los aspectos de la usabilidad, y sus correspondientes subcaracterísticas.
- ✓ Tener conocimiento de la forma de aplicación del procedimiento.
- ✓ Dominar el uso de herramientas como el Microsoft Word, Microsoft Excel, entre otras.
- ✓ Ser responsable y consagrado en su trabajo.

Planificador de Evaluación

Planifica las actividades a ejecutarse como parte del procedimiento, las fechas de entrega de los resultados alcanzados, así como los recursos utilizados en la aplicación del procedimiento. Se subordina al Líder de Evaluación. Es un nexo entre el proyecto a evaluar y el Grupo de Calidad, pues asegura y verifica la entrega de los ejecutables, documentos y otros elementos relacionados con el software que vaya a ser sometido al proceso de evaluación.

Competencias del Planificador de Evaluación:

- ✓ Conocer técnicas de planificación existentes.
- ✓ Conocer si existen herramientas para la planificación.
- ✓ Poseer un buen sentido de la organización y la planificación.
- ✓ Dominar herramientas como Microsoft Word, Microsoft Excel, entre otras.
- ✓ Ser responsable y consagrado en su trabajo.

3.2 Descripción general del procedimiento

El procedimiento propuesto pretende ayudar al desarrollo de las pruebas en el grupo de calidad del CESIM, pues con su aplicación el proceso de detección de no conformidades se verá enriquecido, al proponer métodos para identificar problemas en la usabilidad de las aplicaciones que se desarrollan en el centro, característica que no se tiene en cuenta a la

hora de probar los diferentes software generados como parte del proceso productivo del CESIM.

El procedimiento está organizado en tres fases y estas subdivididas en actividades que desempeñan cada uno de los roles involucrados. En la primera fase o fase de Planificación, se lleva a cabo la planificación del trabajo, el aseguramiento de los medios tecnológicos y documentos necesarios para llevar a cabo la evaluación. También se seleccionará el equipo de evaluadores, conformado por un grupo de 5 a 6 integrantes como máximo, pues estudios demuestran que esta cantidad de personas es ideal para llevar a cabo una evaluación de usabilidad, ya que un equipo mayor detectaría los mismos problemas utilizando más capital humano, el cual puede ser utilizado en otras tareas.

La fase de planificación es en la que se sustentan las demás, por tanto es de vital importancia que exista interacción entre miembros del proyecto que se evalúa y los evaluadores, con el objetivo de familiarizar al equipo con las características e importancia del producto en cuestión. Además en esta primera etapa se tendrán en cuenta otros aspectos organizativos.

La fase de Evaluación proporcionará datos que permitirán concluir la usabilidad de un producto software. En esta fase se aplicarán los artefactos que posibilitarán obtener estadísticas para otorgar una categoría al producto evaluado. Se utilizarán las heurísticas de diseño, así como los test de usabilidad y se aplicarán las métricas que propone la norma ISO/IEC 9126 para la característica de usabilidad. En esta parte se recogen las no conformidades encontradas y se llena el Registro de No Conformidades para que posteriormente, el equipo de desarrollo se encargue de corregirlas.

La tercera y última fase, no por ello menos importante, es la que, basada en los resultados de la aplicación de cada uno de los artefactos mencionados anteriormente, permitirá elaborar un informe de resultados, el cual se utilizará para dar una categoría al producto que se evalúa.



Fig 10. Estructura del procedimiento

3.2.1 FASES DEL PROCEDIMIENTO

FASE 1: PLANIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN

❖ Organizar el ambiente de trabajo:

- Definir lugar de la evaluación.
- Cantidad de computadoras.
- Tener control de toda la información necesaria del proyecto que se evalúa.
 - ✓ Documentación (Manual de usuario y otros documentos pertinentes).
 - ✓ Direcciones URL de acceso a la aplicación.
 - ✓ Usuarios y contraseñas.

❖ Seleccionar equipo de evaluadores (de 5 a 6 integrantes como máximo):

- Breve resumen del proyecto en cuestión. (Preferentemente con un analista del proyecto a evaluar o un desarrollador del mismo)
- Elaborar Plan de evaluación:
- Se recoge la plantilla de Plan de evaluación.
- Es entregado el Plan de evaluación elaborado.

Descripción de las actividades:

Organizar el ambiente de trabajo:

Para organizar el ambiente de trabajo se necesita, primero que todo, definir el lugar donde se llevará a cabo el procedimiento, y a su vez la cantidad de computadoras con las que se trabajará. Por otra parte, es vital poseer y controlar la información con la que se trabaja en el proyecto que se evaluará, como Manual de Usuario, direcciones de URL de acceso a la aplicación (si esta es Web), y en caso de ser de escritorio, la versión más reciente de la

aplicación, así como los nombres de usuario con sus pertinentes contraseñas para poder acceder satisfactoriamente a la aplicación.

Artefactos que intervienen:

- Documentación del proyecto a evaluar.

Roles involucrados:

- Planificador de Evaluación.

Seleccionar equipos de evaluadores:

El equipo de evaluadores estará compuesto por 5 ó 6 personas como máximo, que serán seleccionadas por su consagración y responsabilidad ante el trabajo. Esta cantidad de personas, según estudios realizados por Jakob Nielsen, es la recomendada, pues utilizar más personal, solo sería emplear mas capital humano que puede ser ubicado en otras tareas que tributen al buen funcionamiento del Grupo de Calidad. Es importante señalar, que debiera existir una comunicación previa a la puesta en marcha del procedimiento, con algún miembro del proyecto que se evalúa, preferentemente un analista o desarrollador que brinde detalles de importancia que puedan servir a los evaluadores.

Artefactos que intervienen:

- Registro de evaluadores.
- Notificación a evaluadores.

Roles involucrados:

- Planificador de Evaluación.
- Líder de Evaluación.

Elaborar Plan de evaluación:

La elaboración del Plan de evaluación proporciona los datos del producto software que será evaluado, así como el ambiente de trabajo en el que se desarrollará.

Artefactos que intervienen:

- Plan de evaluación.

Roles involucrados:

- Líder de evaluación.

FASE 2: EVALUACIÓN

❖ Aplicación de test de usabilidad:

- Es aplicado el Test de usabilidad.
- Es generado el Registro de No Conformidades.

❖ Recopilación de datos del Test:

- Se recogen los datos en el Registro de datos de métricas.

Descripción de las actividades:

Aplicación de test de usabilidad:

Para la aplicación del test de usabilidad, ya con el ambiente de trabajo preparado y el equipo que llevará a cabo el procedimiento, se utiliza como artefacto de entrada el Test de Usabilidad definido en el mismo, el cual se aplicará al proyecto en cuestión, generando así, como artefacto de salida un Registro de No Conformidades, en el cual se anotarán todas las dificultades encontradas una vez aplicado el test.

Artefactos que intervienen:

- Test de usabilidad.
- Registro de No Conformidades.

Roles involucrados:

- Evaluador.

Recopilación de datos del Test:

Al recopilar los datos arrojados en el Test de usabilidad, se llena el Registro de datos de métricas, el cual servirá luego para otorgar la categoría de evaluación al producto software.

Artefactos que intervienen:

- Plantilla del Registro de datos de métricas.

Roles involucrados:

- Evaluador.

FASE 3: CONTROL Y VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

- Valoración de resultados:
- Se analizan los resultados de las métricas.
- Se otorgan las categorías.
- Se elabora el informe de resultados de la evaluación.

Descripción de las actividades:

Valoración de resultados:

En esta actividad, luego de organizado el trabajo y aplicado el procedimiento, son analizados los resultados de las métricas aplicadas, a partir de los cuales es otorgada la categoría de evaluación al producto software. Finalmente se elabora un informe de resultados final de la evaluación.

Artefactos que intervienen:

- Registro de datos de métricas.
- Registro de No Conformidades.
- Plantilla de Informe de resultados de la evaluación.

Roles involucrados:

- Líder de Evaluación

3.2.2 ESTRUCTURA Y MODO DE LLENADO DE PLANTILLAS

Test de usabilidad

El Test de usabilidad propuesto, está compuesto por 82 preguntas, separadas por apartados (Anexo 7). En cada apartado están agrupadas las interrogantes relacionadas con un aspecto de la aplicación. El evaluador que se disponga a aplicar el test, debe tener conocimiento de la forma de llenarlo. Este modelo cuenta con cinco columnas. En la primera se encuentran las preguntas divididas por secciones, la segunda columna es para la respuesta de la pregunta, que será Si o No. La tercera columna es la respuesta ideal, es decir la respuesta correcta a la interrogante, en esta parte también habrá un Si o un No.

La cuarta columna contiene el valor, según la importancia, de las preguntas que aparecen en el test. Estos valores oscilarán entre 1 y 3 puntos, en correspondencia con la significación que tengan para la usabilidad de la aplicación que se evalúa. En la quinta columna se colocará el valor, acorde a la respuesta otorgada por el evaluador, de la pregunta en cuestión. Los valores también se encontrarán en el rango de 1 a 3 puntos.

Luego de dar las respuestas a todas las preguntas, y otorgarle los valores a las mismas, se aplicará la fórmula: $(\text{Puntos obtenidos por evaluador} * 100) / \text{Total de puntos}$, para así obtener un porcentaje, el cual indicará en cual categoría de evaluación se insertará la aplicación en prueba.

La forma de obtener las No Conformidades del Test de Usabilidad es muy sencilla. Para cada pregunta que se realiza hay una puntuación máxima, si el evaluador no otorga el máximo de puntos, esto es definido como No Conformidad, ya que no satisface la característica a probar. De cada característica de usabilidad, se suman las preguntas que no obtengan la máxima puntuación y el total es la cantidad de No Conformidades que

contiene la misma. Así sucesivamente se van obteniendo las dificultades de cada característica de la usabilidad.

Plan de evaluación

El Plan de evaluación del procedimiento esta compuesto por una Introducción, la cual esta compuesta por Alcance, Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas y Referencias. También contiene una Estrategia de Prueba, dentro de la que se encuentran Objetivo, Técnicas, Entorno de Evaluación, Proceso y Criterios de Términos. En esta segunda parte, es donde se plasmarán todas las características del proyecto, así como el producto fabricado en él, al cual se le aplicará el procedimiento.

En el Entorno de Evaluación es donde se especificarán las condiciones de hardware y software, bajo las que se trabajará en la aplicación del procedimiento. El Líder de Evaluación, que es quien llenará este documento, se guiará para esto, por la breve explicación que cada apartado posee.

Registro de datos de métricas

El Registro de datos de métricas es un documento en el cual se recogerán los datos luego de aplicado el Test de usabilidad, y que luego tributará al Informe de resultados de la evaluación, junto con el Registro de No Conformidades, para realizar la evaluación final del producto software, y otorgar la categoría final en la que este se encuentre.

Dentro de este, está la fórmula con que se calculará la métrica propuesta. También se encuentra una tabla, la cual se llenará con las características del proyecto, así como con los datos que tributen al producto software evaluado.

Informe de resultados de la evaluación

El Informe de resultados de la evaluación es un documento donde se plasmarán los resultados finales de la evaluación que se le realice al producto software. Está compuesto por los Datos generales, donde se expondrá un breve resumen del proyecto en cuestión, existe también un apartado donde se evidenciarán las principales dificultades por parte de

los proyectos, además de otro donde quedarán plasmadas las principales dificultades encontradas por los evaluadores.

En Resultado de las métricas de evaluación aplicadas, se expondrán brevemente las conclusiones a las que se llevo luego de la aplicación del Test de usabilidad, para así reflejar en Categoría otorgada al producto evaluado, en cual de las tres categorías definidas en el procedimiento, se insertará el producto evaluado.

3.2.3 CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN

Poco usable:

En esta categoría se insertan las aplicaciones web que, luego de aplicado el cuestionario que forma parte del procedimiento, las respuestas dadas se encuentran entre el 50% y el 64% de aceptación. Teniendo en cuenta que las preguntas que conforman el mismo, están dirigidas a la búsqueda del mejor entendimiento de la aplicación, por parte del usuario.

Mejorable:

Cuando el nivel de aceptación de las respuestas al cuestionario se encuentra entre el 65% y el 84%, eso quiere decir que el producto software que se esta probando será medianamente comprendido, aprendido y utilizado por el usuario, y que por tanto, como bien dice el nombre de la categoría, este puede ser mejorable, para que así sea de mayor aceptación.

Aceptable:

Si las respuestas al cuestionario son del 85% hasta el 100% de aceptación, eso quiere decir que el producto probado esta listo para ser usado, y que será de agrado para el usuario, así como de fácil entendimiento y atractivo para el mismo.

3.2.4 ARTEFACTOS DE LA EVALUACIÓN

Fase 1: Planificación de la evaluación

Documentación del proyecto a evaluar: este es un artefacto de entrada del procedimiento, y el rol quien actúa sobre él, es el Planificador de evaluación. Estos artefactos son los que facilitarán el acceso y entendimiento de la navegación en la aplicación.

Registro de evaluadores: este es un artefacto de entrada, que será recibido por el Planificador de evaluación, y con el cual tendrá conocimiento de las características de cada evaluador que participará en la misma, pudiendo así escoger cuales son los que participaron en ella.

Notificación a evaluadores: este artefacto de salida que puede ser un mensaje de correo, el cual será ejecuto por el Planificador de evaluación. Mediante esta notificación, los evaluadores que probarán el producto, serán informados acerca de su participación en la evaluación.

Plan de evaluación: el Plan de evaluación es un artefacto de salida, el cual será elaborado por el Líder de evaluación. El mismo contendrá una Estrategia de prueba, que de forma general abarcará una breve reseña del proyecto en cuestión, la planificación del ambiente de trabajo con el que se contará, así como la forma en que se realizará el proceso de evaluación.

Fase 2: Evaluación

Registro de No Conformidades (RNC): el RNC es un artefacto de salida, el cual es generado por el Evaluador, y sobre el mismo se plasmarán los defectos encontrados, una vez aplicado el Test de Usabilidad, que también forma parte del procedimiento.

Test de Usabilidad: el Test de Usabilidad es uno de los artefactos más importantes del procedimiento, ya que a través de él es que se podrán obtener las dificultades con las que

se podría encontrar el usuario, y por tanto es necesario eliminar o mitigar, en caso de no ser posible su eliminación por completo. El Evaluador es quien se encargara de llevar a cabo el Test, el cual es un artefacto de entrada.

Registro de datos de métricas: el Registro de datos de métricas es otro de los artefactos más importantes el procedimiento, pues en el se recogerán los resultados arrojados en el Test de usabilidad. Es el Evaluador quien se encargará de su llenado, para que luego sea entregado al Líder de evaluación, quien con este artefacto y el Registro de No Conformidades, redactará el Informe de resultados de la evaluación.

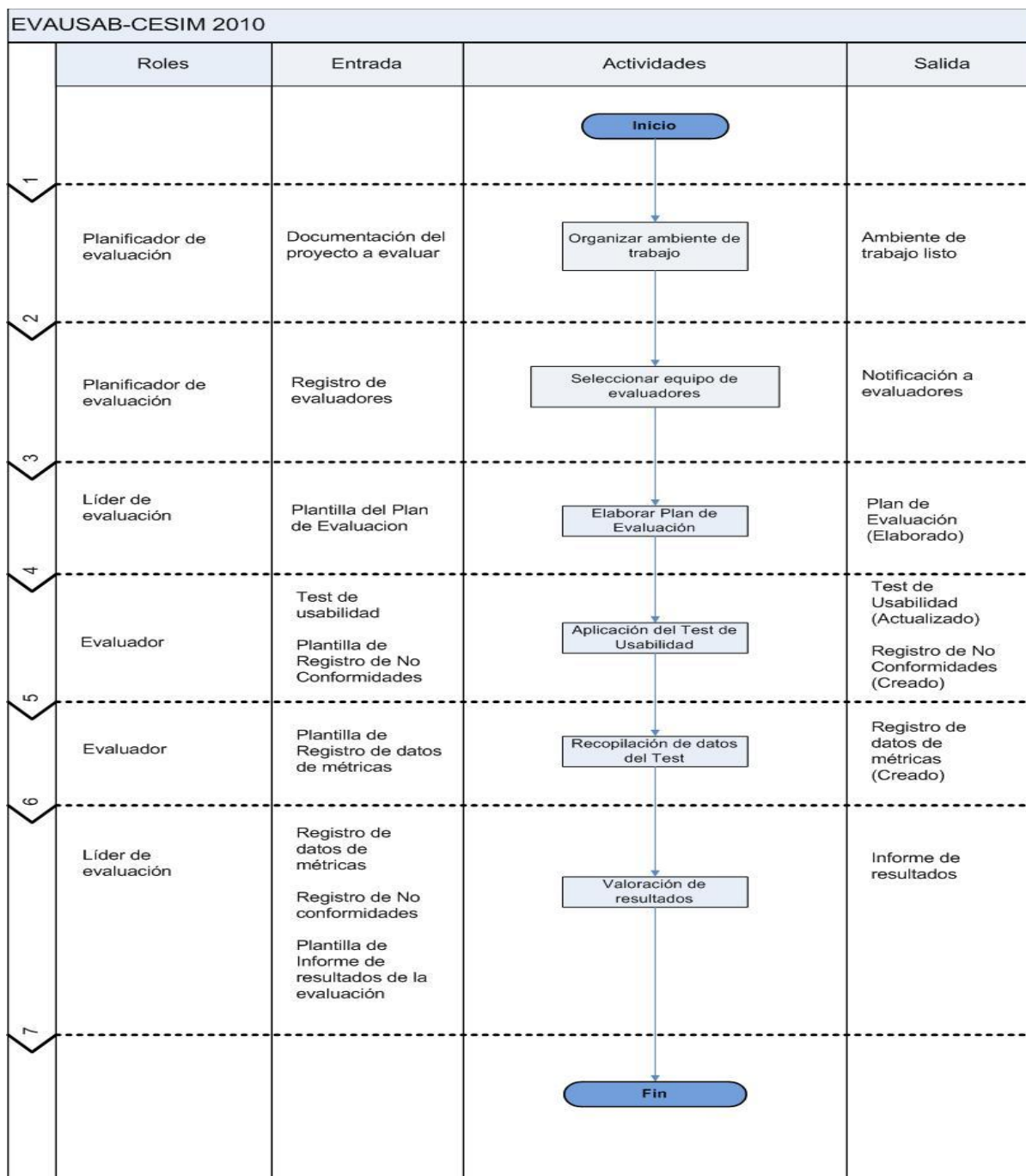
Fase 3: Control y validación de los resultados de la evaluación

Informe de resultados de la evaluación: es el Líder de evaluación quien se encarga de conformar este artefacto de salida. En él se plasmarán los resultados obtenidos en la evaluación, luego de aplicado el procedimiento. Este será entregado al Jefe del Grupo de Calidad, quien es el superior inmediato del Líder de evaluación.

3.2.5 MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN

La métrica propuesta (ver Registro de datos de métricas) tiene como objetivo medir la usabilidad general de las aplicaciones web desarrolladas en el CESIM, para ello utiliza una fórmula que dará como resultado un porcentaje que representará que tan usable es la aplicación que se evalúa. Este valor será colocado en una escala que permitirá otorgar una categoría al producto basándose en la usabilidad del mismo. La fórmula es: $(CPO * 100)/CTP$.

3.2.6 DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO



3.3 Aplicación del procedimiento en una prueba piloto

En capítulos anteriores de este documento, se ha hecho un estudio de la situación actual de las pruebas que se realizan en el Grupo de Calidad, en las cuales no se ha tenido en cuenta la usabilidad a la hora de la obtención de las No Conformidades. Esto ha provocado que no se les realicen las pruebas pertinentes a las aplicaciones web conformadas en el CESIM.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se creó el procedimiento en cuestión, para poder identificar, además de las No Conformidades que usualmente se encuentran, las referentes al diseño de la aplicación, que van de la general a lo particular, y a su vez tributan a las subcaracterísticas de la usabilidad.

3.3.1 PROYECTO SELECCIONADO PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO

Dentro del Centro de Informática Médica (CESIM), se encuentran varios proyectos, uno de ellos es el de Gestión Hospitalaria (GEHOS). El mismo realiza productos destinados a la atención secundaria de la salud. En estos momentos GEHOS se encuentra desarrollando un sistema de gestión hospitalaria, denominada alashIS, que se encargará de gestionar los procesos de las distintas áreas de un hospital por ejemplo: admisión, hospitalización, laboratorio, farmacia, bloque quirúrgico, anatomía patológica entre otros. Del mismo se evaluó el Módulo Farmacia Central, perteneciente al Módulo Farmacia, y este a su vez forma parte de la entidad CIREN.

3.3.2 RESULTADOS DE PRUEBAS ANTERIORES REALIZADAS AL MÓDULO FARMACIA CENTRAL

Cuando se decidió proceder a aplicar el procedimiento, el Módulo Farmacia Central ya había pasado por dos iteraciones, e iba a comenzar una tercera. No obstante, perduraban algunas NC, entre las cuales no figuraba ninguna referente a características de usabilidad. En el gráfico que a continuación se muestra, quedan expuestas las NC encontradas en las iteraciones anteriores, y la cantidad por clasificación.



Fig. 11 No Conformidades 2ª. Iteración Módulo Farmacia Central

3.3.3 PASOS A SEGUIR PARA LA VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Para la validación del procedimiento, se definieron aspecto a aplicar, los cuales son:

1. Se realizó una planificación para la evaluación, para lo cual:
 - Se garantizó la organización del ambiente de trabajo, dentro de lo que se abarcó:
 - La definición de un lugar para la evaluación.
 - Determinar la cantidad de computadoras a utilizar.
 - Asegurar el control de toda la información necesaria del proyecto a evaluar.
 - Se seleccionó el equipo de evaluadores a participar, cuya cantidad fue de 2 estudiantes, pero que pudo haber sido de 5 a 6 estudiantes como máximo.
 - Se elaboró un Plan de evaluación, actividad en la cual:
 - Se recogió la plantilla de Plan de evaluación.
 - Fue entregado, posteriormente, el Plan de evaluación elaborado.

2. Se llevó a cabo el proceso de evaluación, etapa que contuvo:

- La aplicación del test de usabilidad propuesto en el procedimiento, además se generó el Registro de No Conformidades.
- La recopilación de datos del Test, los cuales se recogieron en el Registro de datos de métricas.

3.3.4 APLICACIÓN DE LAS MÉTRICAS DE EVALUACION

El módulo Farmacia Central, del sistema alasHIS, fue sometido a un proceso de evaluación de la usabilidad. Al mismo, le fue aplicado un Test de Usabilidad, compuesto por varios aspectos. Cada uno de estos aspectos, tiene un valor ideal, expresado en puntos. Si la respuesta del evaluador, cuando interactúa con la aplicación, es la adecuada, entonces se obtendrá el máximo de los puntos. Si la respuesta a la interrogante no es la más acertada, el evaluador otorgará una calificación, dependiendo de la importancia que este aspecto tenga para la aplicación.

El test, en la prueba piloto, fue aplicado por 2 evaluadores. En el caso del primer evaluador, este obtuvo un acumulado de 140. Después de aplicar la métrica anteriormente descrita, obtuvo como resultado, un 80 por ciento. El segundo evaluador, después de realizar el test, sumó 143 puntos para un 82 por ciento. Al concluir la aplicación de las métricas a los resultados obtenidos por los evaluadores, se calculó una media entre los dos por cientos, obteniéndose un 81 por ciento total, que coloca al módulo evaluado en la categoría de Mejorable.

3.3.5 RESULTADOS GENERALES DE LA VALIDACIÓN

Luego de aplicado el procedimiento, validado cada una de las actividades del mismo y haber hecho un análisis exhaustivo de toda la información obtenida en la evaluación del Módulo Farmacia Central, se encontraron 40 NC referentes a la usabilidad. La aplicación del Test de Usabilidad, proporcionó que fueran detectadas las mismas, divididas en diferentes clasificaciones. Finalmente se elaboró el Informe de resultados de la evaluación, en el que se reflejaron las principales dificultades encontradas a lo largo de la aplicación del procedimiento, los resultados de las métricas de evaluación utilizadas, así como la categoría en la que se insertó el producto software evaluado.

A continuación se muestran gráficamente los resultados obtenidos luego de la aplicación de este:

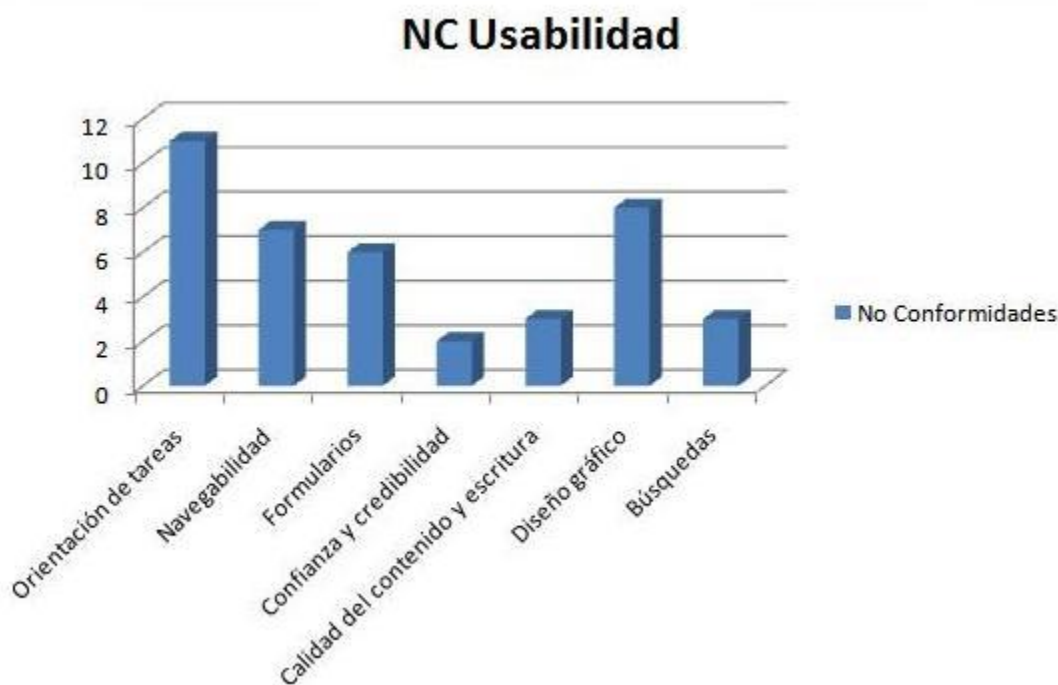


Fig. 12 No Conformidades de Usabilidad

Con estos resultados queda demostrado que se hace necesario aplicar el procedimiento en el Grupo de Calidad, con el fin de obtener y mitigar también las NC referentes a la usabilidad, ya que este es un aspecto que casi nunca se tiene en cuenta, y a pesar de eso es el que más relación guarda con los clientes o usuarios, pues estos solo ven y califican elementos del diseño que les son de agrado o no, según lo que contenga la aplicación web.

Conclusiones parciales

En este capítulo se presentó un procedimiento que contribuirá a que, a partir del comienzo de su aplicación, se comiencen a mitigar las dificultades referentes al tema de la usabilidad, a la hora de probar aplicaciones web en el CESIM. Al aplicarse el mismo, en una prueba piloto, se demostró con él, se pueden eliminar las No Conformidades de usabilidad, no tenidas en cuenta antes de su existencia.

Conclusiones

Al aplicar el procedimiento y luego de los resultados obtenidos, se le da cumplimiento al objetivo por el cual se llevo a cabo esta investigación:

- Se analizó la bibliografía relacionada con la evaluación del software y procedimientos utilizados para realizar la misma, así como normas que abordan el proceso de evaluación y modelos de calidad, lo cual permitió determinar los elementos necesarios para definir el procedimiento.
- Se realizó un análisis detallado de la situación actual del proceso de evaluación de software en la universidad, así como entrevistas a personal vinculado a los procesos de Gestión de la Calidad, con el objetivo de conocer las principales deficiencias asociadas a la evaluación de la usabilidad de los sistemas desarrollados en el Centro.
- Se definieron roles, responsabilidades y actividades para la evaluación, así como los artefactos que se utilizarían para la recogida de información y la salida de los resultados.
- Se validó la propuesta a través de su aplicación a uno de los productos desarrollados en el CESIM, con el objetivo de comprobar si el mismo soluciona los problemas existentes.

Recomendaciones

Se recomienda:

- Realizar una capacitación a todo el personal del Grupo de Calidad de Centro, con el objetivo de efectuar una mejor evaluación y así obtener mejores resultados.
- Incorporar otras técnicas para la evaluación de la usabilidad, que se adecuen a las aplicaciones de escritorios.
- Incorporar al procedimiento otras actividades que permitan evaluar otras características de calidad definidas en el estándar ISO/IEC 9126.

Referencias Bibliográficas

- Métricas y herramientas de calidad de sistemas. Material de lectura para la asignatura Análisis y Diseño de Sistemas II. 2009. [En línea]. [Citado el 15/12/2009]. www.davivigil.com/extras/Metricas%20del%20software.ppt
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Idem 1.
- Posada Agudelo, Laura. Métricas de calidad de software. 2010. [En línea]. [Citado el 15/12/2009]. pisis.unalmed.edu.co/~cmzapata/cursos/calidad/pres09.ppt
- Ingeniería de Software — Calidad del producto—Parte 1: Modelo de la calidad. (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT). [Citado el 15/12/2009].
- ISO/IEC CD 25010: Software engineering – software product Quality Requeriments and Evaluation (SQuaRE) – Quality Model. [Citado el 15/12/2009].
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Idem 11.
- Tecnología de la Información – Evaluación del producto software – Parte 1: Descripción general. ISO/IEC 14598-1: 1999 (E).
- Idem 24.
- Idem 24.

- Idem 24.
- Idem 24.
- Idem 24.
- Idem 24.
- Idem 24.
- Idem 24.
- Idem 24.
- Meléndez, Karin. Dávila, Abraham. Normas de la calidad del producto software. 2005. [En línea]. [Citado el 20/02/2010].
➤ http://inform.pucp.edu.pe/~edavila/publicaciones/calidadproductosoftware_ok.pdf
- Idem 34.
- Idem 34.
- Idem 34.
- Matteo Avedaño, Alonso Nicolas. Plataforma Cybertesis. 2005. [En línea]. [Citado el 20/02/2010]. http://cybertesis.ucv.cl/tesis/production/pucv/2005/matteo_al/pdf/matteo_al-TH.1.pdf
- Idem 38.
- Idem 38.
- Molina Hernández, Yenisel. Reyes Prieto, Dariel Fernando. Propuesta de Guía para la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones web. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2009. [Citado el 15/01/2010]
- Idem 41.
- Idem 41.
- Idem 41.
- Idem 41.
- Idem 41.
- Idem 41.
- Idem 41.
- La Calle, Alberto. Heurística de usabilidad de Nielsen. 2001. [En línea]. [Citado el 16/01/2010]. http://albertolacalle.com/hci_principios.htm
- Suárez Hernández, Yislenys. García Santana, Osvaldo. Propuesta de procedimiento para comprobar el cumplimiento de la arquitectura de los sistemas de la Facultad 7. Universidad de las Ciencias Informáticas. Mayo/2009. [Citado el 10/03/2010].
- Idem 50.

- Idem 50.
- Idem 50.
- Idem 50.
- Idem 50.

Bibliografía

- Ingeniería de Software — Calidad del producto—Parte 1: Modelo de la calidad. (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT). [Citado el 15/12/2009].
- ISO/IEC CD 25010: Software engineering – software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Quality Model. [Citado el 15/12/2009].
- La Calle, Alberto. Heurística de usabilidad de Nielsen. 2001. [En línea]. [Citado el 16/01/2010]. http://albertolacalle.com/hci_principios.htm
- Matteo Avedaño, Alonso Nicolas. Plataforma Cybertesis. 2005. [En línea]. [Citado el 20/02/2010]. http://cybertesis.ucv.cl/tesis/production/pucv/2005/matteo_al/pdf/matteo_al-TH.1.pdf
- Meléndez, Karin. Dávila, Abraham. Normas de la calidad del producto software. 2005. [En línea]. [Citado el 20/02/2010].
- http://inform.pucp.edu.pe/~edavila/publicaciones/calidadproductosoftware_ok.pdf
- Métricas y herramientas de calidad de sistemas. Material de lectura para la asignatura Análisis y Diseño de Sistemas II. 2009. [En línea]. [Citado el 15/12/2009]. www.davivigil.com/extras/Metricas%20del%20software.ppt
- Molina Hernández, Yenisel. Reyes Prieto, Dariel Fernando. Propuesta de Guía para la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones web. Universidad de las Ciencias Informáticas. 2009. [Citado el 15/01/2010]
- Posada Agudelo, Laura. Métricas de calidad de software. 2010. [En línea]. [Citado el 15/12/2009]. pisis.unalmed.edu.co/~cmzapata/cursos/calidad/pres09.ppt
- Suárez Hernández, Yislenys. García Santana, Osvaldo. Propuesta de procedimiento para comprobar el cumplimiento de la arquitectura de los sistemas de la Facultad 7. Universidad de las Ciencias Informáticas. Mayo/2009. [Citado el 10/03/2010].
- Tecnología de la Información – Evaluación del producto software – Parte 1: Descripción general. ISO/IEC 14598-1: 1999 (E).