

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



**Título: Calidad en Uso de los productos desarrollados en el
Centro de Informática Industrial.**

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Autora: Yenisley Fernández León

Tutor(es):

MSc. Liudmila Reyes Álvarez.

Ing. Yadira Morales Álamo.

La Habana, 2011

Declaración de autoría

Declaro ser autora de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los _____ días del mes de _____ del año_____.

Firma de la autora

Yenisley Fernández León

Firma de la Tutora

MSc. Liudmila Reyes Álvarez

Firma de la Tutora

Ing. Yadira Morales Álamo

Datos de contacto:

Tutora: MSc. Liudmila Reyes Álvarez.

Institución: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Categoría Docente: Instructor.

Años de experiencia: 4

Teléfono de contacto: 837 2741

Correo electrónico: lreyes@uci.cu

Tutora: Ing. Yadira Morales Álamo.

Institución: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Categoría Docente: Instructor.

Años de experiencia: 4

Teléfono de contacto: 837 3201

Correo Electrónico: yalamo@uci.cu

Agradecimientos

A mis padres:

Mami y papi, tengo tantas cosas que agradecerles que no se por donde empezar, gracias por enseñarme y guiarme por la vida, por toda la confianza que desde pequeña me han dado, por respetar mis decisiones y dejar que aprenda de mis errores, por darme la oportunidad de aprender de ustedes y con ustedes, por vivir mis logros como si fueran suyos, por secar mis lágrimas y celebrar mis alegrías, por ser mis mejores amigos y las personas mas especiales de mi vida, escribiría infinitos motivos para agradecerles y no terminaría, porque la verdad es que a ustedes les voy a estar eternamente agradecida, los quiero mucho.

A mi hermano:

No sabes que difícil ha sido estar lejos de ti, espero poder recompensarte mi ausencia, gracias mi hermanito lindo por quererme tanto y estar orgulloso de mí.

A Alarys:

Gracias por todos estos años maravillosos, por brindarme tu hombro para llorar cuando estaba triste, por formar parte de mi vida y permitir que yo forme parte de la tuya, por todo tu cariño y todas las cosas que me has enseñado. Siempre vas a estar en mi corazón.

A mi familia:

A mis abuelas Francisca y Ana, a mis tías, a mis tíos, a mis primos y primas, en especial a Alicia y Silvia por quererme y acogerme como una hermana. A todos ustedes gracias por su apoyo incondicional y por sentirse orgullosos de mí.

A William:

Por ser mí segundo padre, por quererme y aconsejarme como a una hija.

A mis amigos:

Dicen que los amigos son la familia que uno puede escoger, ustedes son parte de la mía, gracias por tantos momentos inolvidables, por escucharme y quererme con mis defectos y virtudes, por tantos recuerdos que nunca se borrarán de mi corazón. A todos mis amigos gracias y en especial a mis viejas y fieles amistades Odalmis, Mara y Katy y a las menos viejas Tania, Dayana y Yanet, a las que no menciono no se pongan celosos, igual los quiero mucho.

A mis tutoras Liudmila y Yadiria:

Por brindarme su ayuda incondicional, y en especial a Liudmila por sus sabios consejos y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo, gracias por la confianza depositada y por todo el apoyo brindado.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a mi formación profesional y a la realización de este trabajo, muchas gracias.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de diploma a los tesoros más grandes que me ha dado la vida: mi mamá, mi papá y mi hermano. Gracias por estar ahí siempre para mí y apoyarme en los buenos y malos momentos, por tanto amor y confianza, a ustedes les debo lo que he llegado a ser.

Resumen:

El empleo masivo de productos software ha crecido vertiginosamente en los últimos años y ha puesto a los usuarios finales como los protagonistas principales para la evaluación de calidad de los mismos. La industria respondió a la demanda de un mercado global en crecimiento, pero esa respuesta no siempre tuvo en cuenta las exigencias de calidad y calidad en uso de miles de usuarios cada vez mejor formados.

La evaluación de software no es una tarea sencilla. Es difícil considerar todas las características y atributos deseables y obligatorios de un software si no se cuenta con un modelo de calidad que permita a los evaluadores especificar ordenadamente dichas características y atributos.

En el presente trabajo de diploma se propone un procedimiento para evaluar la calidad en uso de los productos software, o sea la calidad percibida por los usuarios en contextos reales de uso. Referencias importantes para la propuesta son varios de los estándares de la organización ISO/IEC. Específicamente en relación a calidad en uso, se consideraron el estándar 9126-1 y el borrador del estándar 9126-4.

La validación del procedimiento se plasmó en el capítulo 3 donde se evaluaron 2 productos. La evaluación se realizó con la participación de usuarios reales de los productos “Sistema de Entrenamiento Aduanero RX” y “Salón Virtual de la Industria Informática Cubana.” El diseño de las métricas e indicadores empleados constituyen uno de los aportes significativos de esta tesis ya que, si bien los resultados de este tipo de evaluaciones no son generalizables, se obtuvieron datos provenientes de definiciones exhaustivas que pueden constituir líneas base para proyectos similares, para así establecer comparaciones con productos futuros, e indicar que atributos pueden ser mejorados.

Palabras Clave:

Calidad en uso, evaluación, producto software, procedimiento, métricas.

Índice

Introducción	2
Capítulo 1: Fundamentación teórica	5
1.1 Calidad de un Producto Software	5
1.2 Calidad interna y externa	7
1.3 Calidad en uso: estado del arte.	8
1.1.1. Calidad en uso en la literatura y en la práctica.....	9
1.1.2. Calidad y Calidad en Uso	9
1.1.3. Usabilidad y Calidad en Uso	12
1.1.4. Definición y modelo de calidad en uso.....	13
1.1.5. Métodos y Técnicas para Evaluar Calidad en Uso.....	15
1.4 ¿Qué es un procedimiento?.....	16
Capítulo 2: Solución Propuesta.....	18
2.1 Aplicabilidad	18
2.2 Descripción de las métricas para cada una de las características de Calidad en Uso. 19	
2.3 Etapas y principales actividades del procedimiento.	21
2.4 Definición del procedimiento	22
2.4.1. Nombre del procedimiento:.....	22
2.4.2. Objetivos	22
2.4.3. Alcance.....	22
2.4.4. Referencias	22
2.4.5. Responsables.....	22
2.4.6. Términos y definiciones	22
2.4.7. Normas generales	23
2.4.8. Etapa1: Planificar y programar la evaluación de calidad en uso	23
2.4.9. Etapa 2: Definir y especificar las características de calidad en uso a evaluar. 28	
2.4.10. Etapa 3: Definición y selección de métricas e indicadores	29
2.4.11. Etapa 4: Procesar los resultados de la evaluación.....	35
Capítulo 3: Validación de la solución propuesta.....	38
3.1 Aplicación del procedimiento en el producto “Sistema de Entrenamiento Aduanero RX”.	38
3.1.1. Información sobre el producto a evaluar.....	38

3.1.2.	Requerimientos del producto	39
3.1.3.	Recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación del producto	39
3.1.4.	Especificación del contexto en el que se va a realizar la evaluación.....	39
3.1.5.	Definición de las metas de evaluación (Objetivos)	39
3.1.6.	Descripción del perfil de usuario	40
3.1.7.	Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios	40
3.1.8.	Selección y especificación de las características de calidad en uso a evaluar. 44	
3.1.9.	Diseño y selección de métricas.....	45
3.1.10.	Cálculo de métricas	50
3.1.11.	Analizar resultados, elaborar las conclusiones y documentar	56
3.2	Aplicación del procedimiento en el producto “Salón Virtual de la Industria Informática Cubana”.....	58
3.2.1.	Información sobre el producto a evaluar.	58
3.2.2.	Requerimientos del producto	58
3.2.3.	Recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación del producto	58
3.2.4.	Especificación del contexto en el que se va a realizar la evaluación.....	58
3.2.5.	Definición de las metas de evaluación (Objetivos)	59
3.2.6.	Descripción del perfil de usuario	59
3.2.7.	Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios	59
3.2.8.	Selección y especificación de las características de calidad en uso a evaluar. 61	
3.2.9.	Diseño y selección de métricas.....	61
3.2.10.	Cálculo de métricas	61
3.2.11.	Analizar resultados, elaborar las conclusiones y documentar	67
3.3	Comparaciones de resultados	69
	Conclusiones generales.....	71
	Referencias bibliográficas.....	73
	Anexos.....	75

Índice de figuras

Figura 1: Usabilidad en el estándar 9241-11.....	13
Figura 2: Modelo para calidad en uso. ISO IEC 9126-1(2001).....	13
Figura 3: Especificación de una instancia del modelo de Calidad en Uso	16
Figura 4: Etapas y principales actividades del procedimiento.....	21
Figura 5: Descripción de la etapa 1.....	23
Figura 6: Clasificación de visitantes (para sitios web fundamentalmente).	26
Figura 7: Descripción de la etapa 2.....	28
Figura 8: Árbol de requerimientos para la evaluación de Calidad en Uso de un producto	29
Figura 9: Descripción de la etapa 3.....	30
Figura 10: Descripción de la etapa 4.....	35
Figura 11 Gráfico de comparación	69

Índice de tablas

Tabla 1: Definición de las sub-características de Usabilidad prescrita en el estándar ISO 9126-1, para calidad interna y externa.....	8
Tabla 2: Definición de las cuatro características de Calidad en Uso prescritas en la ISO/IEC 9126-1.	14
Tabla 3: Aspectos de los usuarios del software evaluado.	26
Tabla 4: Aspectos relevantes para la definición de Tareas.	27
Tabla 5: MODELO DE CALIDAD EN USO.....	31
Tabla 6: METRICAS DE CALIDAD EN USO.....	32
Tabla 7: Datos de los usuarios del producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”	40
Tabla 8: Definición de las tareas del producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”.	40
Tabla 9: Métricas definidas para la evaluación.....	49
Tabla 10: Resultados para la métrica 3 Proporción de tarea completada correctamente	50
Tabla 11: Resultados para la métrica 2 Promedio de la Proporción de tareas completadas por un usuario.....	51
Tabla 12: Resultados para las métricas 6 y 5. Número de tareas completadas correctamente y Proporción de tareas completadas sobre tareas propuestas	52
Tabla 13: Tiempo empleado por los usuarios en cada tarea	52
Tabla 14: Resultados para la métrica 10 Proporción de tarea considerando eficacia ..	53
Tabla 15: Resultados para la métrica 9 Promedio de eficiencia de tareas para un usuario considerando eficacia	53
Tabla 16: Resultados para la métrica 11 Tiempo total de tareas completadas.....	54
Tabla 17: Resultados para la métrica 13 Proporción de eficiencia de tareas completadas	54
Tabla 18: Resultados para la métrica 17 Satisfacción para un usuario	55
Tabla 19: Resultados de los indicadores de calidad en uso para el producto Sistema de entrenamiento aduanero RX.....	57
Tabla 20: Datos de los usuarios del producto “Salón virtual de la industria informática cubana”.....	59
Tabla 21: Definición de las tareas del producto “Salón virtual de la industria informática cubana”.....	60
Tabla 22: Resultados para la métrica 3 Proporción de tarea completada correctamente para el segundo producto evaluado	62
Tabla 23: Resultados para la métrica 2 Promedio de la Proporción de tareas completadas por un usuario del segundo producto evaluado.....	62

Tabla 24: Resultados para las métricas 6 y 5. Número de tareas completadas correctamente y Proporción de tareas completadas sobre tareas propuestas del segundo producto evaluado.	63
Tabla 25: Tiempo empleado por los usuarios en cada tarea en la evaluación del segundo producto.....	64
Tabla 26: Resultados para la métrica 10 Proporción de tarea considerando eficacia para el segundo producto evaluado.....	64
Tabla 27: Resultados para la métrica 9 Promedio de eficiencia de tareas para un usuario considerando eficacia para el segundo producto evaluado.	64
Tabla 28: Resultados para la métrica 11 Tiempo total de tareas completadas para el segundo producto evaluado.....	65
Tabla 29: Resultados para la métrica 13 Proporción de eficiencia de tareas completadas para el segundo producto evaluado.	66
Tabla 30: Resultados para la métrica 17 Satisfacción para un usuario para el segundo producto evaluado.	66
Tabla 31: Resultados de los indicadores de calidad en uso para el producto "Salón virtual de la industria informática cubana"	69

Introducción

El vertiginoso uso de productos software a nivel mundial, prácticamente en todos los ámbitos del desempeño humano, ha convertido a los usuarios en potenciales referentes para evaluar la calidad de estos productos, es por tanto de vital importancia que todas las características de calidad relevantes de los software sean especificadas y evaluadas, siempre que sea posible, utilizando métricas validadas o comúnmente aceptadas.

La respuesta de la industria y la comunidad de desarrolladores ante esta demanda fue relevante tanto a escala de producción como en tecnología, pero sin embargo las cuestiones relacionadas a la calidad, especialmente la calidad que perciben los usuarios reales al emplear las aplicaciones software, han sido postergadas por razones tales como la urgencia de entregar un producto o simplemente la falta de conocimientos y personal capacitado.

Nuestro país no ha estado ajeno a lo antes mencionado, en Cuba una de las principales empresas productoras de software es La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), la cual surgió en el 2002 con la misión de formar profesionales altamente calificados y producir software y servicios informáticos, vinculando estudio-trabajo como modelo de formación. La misma constituiría el centro de la industria del software en Cuba, donde se producirían además soluciones informáticas no sólo por los beneficios que trae para el país en el desarrollo de sistemas para uso interno, sino también con el objetivo de introducirse en el mercado del software a nivel mundial por su perspectiva económica. Por tan importante misión la universidad está enfrascada en que los software posean la máxima calidad para que el cliente quede complacido.

En el Centro de Informática Industrial (CEDIN) perteneciente a la facultad 5 se ha prestado gran atención a esta tarea, la cual requiere que todos los artefactos y procesos de los productos sean medidos, según el estándar ISO/IEC 9126 (1), por las seis características que describen con mínimo solapamiento a la calidad de software, para que así el producto liberado tenga la calidad exigida por los clientes. Para ello es necesario evaluar la calidad en los 3 niveles definidos en esta misma norma, los cuales son: calidad interna, calidad externa y calidad en uso.

Lo significativo de esas tres definiciones es que representan tres perspectivas de calidad diferentes entre sí, pero en todo caso refiriéndose a un producto software cuando es

utilizado bajo ciertas condiciones y en un contexto bien definido, para dejar en claro que calidad no es un concepto absoluto y depende de condiciones y usuarios específicos.

Desafortunadamente la evaluación de la **calidad en uso** de los productos desarrollados en el Centro de Informática Industrial (CEDIN) se suele llevar a cabo de una forma poco rigurosa debido a que se basa en la experiencia del ingeniero que diseña el sistema, por lo que el grado de **eficacia, productividad, seguridad y satisfacción** que tienen los mismos cuando son liberados al cliente es omitido. Al obviar el valor de estas características es probable que el producto sea de baja calidad, además se desconoce el efecto combinado que percibe el usuario de la calidad interna y externa del software lo que trae como consecuencia que se ponga en riesgo la satisfacción del cliente y por consiguiente que el prestigio de la universidad sea cuestionado.

Por todo lo antes expuesto, más la falta de precisión en la definición de términos claves empleados para medir y evaluar algunas de las perspectivas (niveles) de la calidad de los software, constituye una motivación para los estudios y aportes de esta tesis; surgiendo así como **problema científico**: ¿Cómo evaluar un producto software de acuerdo a la calidad en uso en el Centro de Informática Industrial?

Para solucionar esta interrogante se plantea como **objeto de estudio**:

- ✓ Evaluación de la calidad en productos software.

Se propone para ello, y es el **objetivo principal** de esta tesis:

- ✓ Elaborar un procedimiento que permita evaluar la calidad en uso de los productos software que se desarrollan en el CEDIN.

Derivándose del objeto de estudio el **campo de acción**:

- ✓ Evaluación de la calidad en uso en productos software.

A partir de lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente **idea a defender**:

Si se elabora un procedimiento para evaluar objetivamente la “calidad en uso” de los productos que se desarrollan en el CEDIN, se debe contribuir a medir hasta que punto un software liberado, usado por usuarios específicos, en un ambiente específico, satisface sus necesidades en cuanto a eficacia, productividad y seguridad, permitiendo conocer el efecto combinado que percibe el usuario de la calidad interna y externa del software.

Para darle cumplimiento al objetivo planteado, se trazan las siguientes **tareas investigativas**:

- ✓ Elaboración del marco teórico a través del estudio del estado del arte.
- ✓ Descripción de los principales estándares o modelos de calidad con el objetivo de determinar el que más se adecue a la solución del procedimiento.
- ✓ Caracterización de las distintas técnicas y conceptos de medición y evaluación de la calidad de software para un mejor entendimiento de la problemática.
- ✓ Caracterización de la calidad de los productos software desarrollados en el CEDIN para definir como se podrá emplear el procedimiento en dicho centro.
- ✓ Confección del procedimiento para evaluar la calidad en uso.
- ✓ Validación y aplicación del procedimiento para evaluar la calidad de los productos en cuanto a la calidad en uso, en el Centro de Informática Industrial.
- ✓ Realización del informe de evaluación de Calidad en Uso.

Entre los métodos usados en la investigación se encuentran:

Métodos teóricos:

Analítico-sintético: Posibilitando procesar toda la información enfocada hacia la investigación, permitiendo organizar y simplificar el análisis de todo el volumen de datos a recopilar en fracciones más factibles.

Análisis Histórico-Lógico: permite constatar teóricamente como ha ido evolucionando el tema en cuestión con el objetivo de caracterizar la situación actual para conocer si existe algún procedimiento que resuelva el problema científico planteado.

Métodos empíricos:

Métodos estadísticos: Para el análisis de las encuestas y la definición de las métricas.

Estructura del documento

Esta tesis está organizada en 3 capítulos. Un análisis del concepto calidad en uso en la literatura y en la práctica se presenta en el capítulo 1, donde además se discute acerca de la evolución de los conceptos de calidad en uso en relación a calidad y usabilidad y se hace un análisis de las normas 9126 y 14598. El capítulo 2 se refiere al procedimiento de evaluación adoptado y adaptado para la evaluación y medición de calidad en uso y se detallan las métricas e indicadores propuestos, por último el capítulo 3 está destinado a presentar la ejecución del procedimiento y los resultados alcanzados.

Capítulo 1: Fundamentación teórica

Introducción

Inicialmente se revisará, la evolución del concepto calidad en uso; para ello, en este capítulo se presenta y discute la literatura más relevante del área, resaltando primero definiciones y modelos acerca de calidad de productos software en general (secciones 1.1 y 1.2). Luego se presenta el estado del arte con respecto a la calidad en uso, en donde se destacan semejanzas y diferencias con el concepto de usabilidad. Más adelante se discuten modelos, métodos y técnicas que, empleados junto a ciertos criterios, permiten medir y evaluar calidad en uso de un producto software (sección 1.3). La sección 1.4 informa sobre lo que es un procedimiento, seguido las conclusiones del capítulo.

1.1 Calidad de un Producto Software

Un hito en la definición de estándares de calidad de producto software, destinado a evaluación, se dio a finales de 1991, cuando ISO/IEC publicó el modelo de calidad y el proceso de evaluación (2). Como antecedente es necesario remarcar que desde 1976 se habían publicado trabajos que fueron reconocidos y tomados en cuenta en el estándar, entre los que corresponde mencionar los realizados por Bohem (1) (3) y Mc Call (4). En estos trabajos ya se definían modelos y marcos de calidad. La organización ISO/IEC tuvo como logro significativo lograr el consenso necesario para un emprendimiento que tuviera alcance y reconocimiento internacional.

Esta especificación fue evolucionando a lo largo del tiempo, manteniéndose en buena medida la estructura original.

El estándar ISO/IEC 9126 (2) prescribe seis características que describen a la calidad de software. Además, informa acerca de un conjunto de sub-características de calidad para cada característica en particular y especifica un modelo de evaluación.

La definición de calidad en este estándar es: “La totalidad de características de un ente teniendo en cuenta su capacidad de satisfacer necesidades explícitas e implícitas” (5)(Esta definición fue adoptada de la versión previa del estándar ISO 8402 titulado “Quality Vocabulary”, publicado en 1986). Las seis características prescritas son: Usabilidad, Funcionalidad, Confiabilidad, Eficiencia, Portabilidad y Mantenibilidad.

En la sección 1.4.3 se prestará especial atención a la similitud entre dos conceptos claves como usabilidad y calidad en uso; ya que suelen usarse frecuentemente en la literatura de modo intercambiable, o con idéntico significado, existiendo sin embargo algunos trabajos que le asignan significados sensiblemente distintos. Básicamente se justificará, analizando esta relación, que el concepto de calidad en uso es más amplio y abarcativo que el de usabilidad.

Es importante remarcar los siguientes puntos en este estándar (algunos provenientes de las contribuciones de Bohem y McCall) (6):

- ✓ el significado de calidad es un concepto compuesto, multidimensional, que no puede ser medido directamente;
- ✓ dada la complejidad que involucra el concepto de calidad, es necesario un modelo para especificar requerimientos de calidad de producto;
- ✓ por razones de claridad y manejo, el modelo de calidad, de propósito general, contiene una cantidad mínima de características por medio de las cuales cualquier clase de software puede ser evaluado;
- ✓ para la actividad de definición de requerimientos de calidad son consideradas las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios; y además en ciertas definiciones de características y sub-características se reconoce la importancia del usuario, por ej. en usabilidad y sub-características asociadas;
- ✓ este enfoque difiere de los enfoques tradicionales de calidad donde el énfasis está en cumplir requerimientos especificados que son principalmente de orden funcional. Interpretado literalmente, esto significa que la calidad de un producto queda en manos del individuo que realiza la especificación de requerimientos (7).

Como se ha señalado anteriormente, la definición de calidad en el estándar ISO9126 (2) remarca que la meta de la calidad es cumplir con las necesidades de los usuarios. Pero lo que no está claramente explicitado es que el propósito de la calidad de software es que sea percibido con calidad, esto es, percibido con grados de excelencia por los usuarios finales, en contextos reales de uso. Así, el estándar ISO9126 deja bastante claro que la calidad está determinada por la presencia o ausencia de atributos, con la implicancia de que estos son atributos específicos que deben ser diseñados en el producto. En relación a esto Bevan (8) ha dicho que “Si bien los desarrolladores quisieran conocer qué atributos incorporar en el código para reducir el ‘esfuerzo requerido para el uso’, la presencia o ausencia de atributos predefinidos no puede asegurar usabilidad, en tanto no haya una forma confiable de predecir el comportamiento de los usuarios del producto final”.

1.2 Calidad interna y externa

Para achicar la brecha entre calidad diseñada y calidad percibida, el estándar ISO9126 fue revisado (desde 1994) con el objetivo de especificar un nuevo marco de calidad que distingue entre tres enfoques diferentes de calidad de software, ya mencionados en la introducción de la tesis: **calidad interna**, **calidad externa** y **calidad en uso**. El estándar ISO9126-1 (9), fue oficialmente publicado en el 2001, mientras que el modelo de proceso de evaluación inicialmente incluido en la ISO mencionada fue retirado y desarrollado completamente en la serie ISO/IEC 14598 ISO14598-1 (10) y principalmente en ISO14598-5 (11).

La definición de calidad interna definida en el estándar 9126-1 está dada por “la totalidad de atributos de un producto que determina su capacidad de satisfacer necesidades explícitas e implícitas cuando es usado bajo condiciones específicas”; la definición de calidad externa es “el grado en la que un producto satisface necesidades explícitas e implícitas cuando se utiliza bajo condiciones especificadas”; (nótese que estas definiciones están en el estándar ISO14598-1 (10)).

Estas dos definiciones diferentes de calidad, junto a la definición de calidad en uso (en lugar de la única definición existente en el estándar previo (2)), se refieren particularmente a un producto cuando es usado bajo condiciones y contextos de uso especificados, para dejar claro que calidad no es un concepto absoluto, y depende de condiciones y contextos de uso específicos, para usuarios específicos.

Para ambos modelos, el de calidad interna y el de calidad externa, se han mantenido las seis características principales de calidad. Aun más, a nivel de sub-características se han transformado en prescriptivas en vez de informativas. Además, se han añadido nuevas sub-características y otras redefinidas en términos de “capacidad del software” para facilitar la interpretación de las mismas desde una perspectiva de calidad interna o de calidad externa. Por ejemplo, la característica usabilidad está definida en el estándar ISO9126-1 como “la capacidad del producto software para ser comprendido, aprendido, utilizado y atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas” (9). A su vez, usabilidad está subdividido en cinco sub-características, denominadas: Comprensibilidad, Instructabilidad y Operabilidad, además de Grado de Atractivo y Conformidad con la usabilidad (ver tabla 1 para el detalle de la definición de estas sub-características).

Tabla 1: Definición de las sub-características de Usabilidad prescrita en el estándar ISO 9126-1, para calidad interna y externa

Característica	Definición
Comprensibilidad	Capacidad del producto de software para permitirle al usuario entender si el software es idóneo, y cómo puede usarse para las tareas y condiciones de uso particulares.
Instructabilidad	Capacidad del producto del software para permitirle al usuario aprender su aplicación.
Operabilidad	Capacidad del producto del software para permitirle al usuario operarlo y controlarlo.
Grado de Atractivo	La capacidad de un producto de software de ser atractivo para el usuario.
Conformidad con la usabilidad	Capacidad del producto de software para adherirse a las normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relativas a la usabilidad.

Midiendo y evaluando la calidad externa se puede ayudar a validar la calidad interna. Análogamente, tomar en cuenta atributos apropiados del software para calidad interna es un prerrequisito para alcanzar el comportamiento externo requerido, y considerar los atributos apropiados del software para el comportamiento externo es un prerrequisito para alcanzar calidad en uso.

1.3 Calidad en uso: estado del arte.

El concepto de calidad en uso ha estado revisándose en la literatura y en la práctica a lo largo de los últimos quince años. En lo que concierne a software, su significado ha evolucionado acompañando a la notable evolución de la industria del software en ese período. En la opinión de algunos expertos, como Bevan (12), el cambio fundamental es la atención cada vez mayor que merecen tanto los usuarios como el contexto considerado, cuando se evalúa el desempeño de un producto software en uso.

Junto a la madurez que han adquirido los usuarios en el uso de herramientas de software y sistemas de información informatizados, se han incrementado también sus requerimientos de calidad con respecto al software en contextos reales de uso.

A continuación se discute acerca de qué significa y cómo se usa el término Calidad en Uso en diferentes contextos, y qué influencia tienen los usuarios finales en el enfoque de algunos autores.

1.1.1. Calidad en uso en la literatura y en la práctica

Las normas recientes ISO/IEC reflejan la importancia de tener en cuenta el punto de vista de los usuarios y, como ya se ha dicho, la última versión de el estándar ISO9126-1 confirma una apertura conceptual en las definiciones, propiciando un marco de evaluación más complejo pero también más abarcativo y adaptable a distintos productos, procesos y modelos de software, ya que se especifica a la calidad en uso como un modelo de calidad diferente y complementario al modelo de calidad de producto de software.

En la práctica se han implementado herramientas para la evaluación de la calidad en uso de sitios web en específico, un ejemplo de estas es SW – AQUA basada en el estándar ISO/IEC 9126-4 (13). La herramienta permite obtener al evaluador las métricas de la calidad en uso descritas en el estándar. Los resultados de la evaluación están basados en cuatro características: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción.

De aquí en adelante, en este capítulo, se propondrá discutir e indagar sobre definiciones de calidad en uso y sus relaciones con otros conceptos vinculados, como una forma de encontrar criterios generales y líneas guías para una propuesta de medición y evaluación sistemática de calidad en uso para productos software. Para lograrlo, se revisarán las relaciones existentes entre los conceptos calidad y calidad en uso, usabilidad y calidad en uso, y las definiciones, a veces complementarias y a veces contradictorias, presentes en la literatura y en las normas dadas por los organismos de estandarización.

1.1.2. Calidad y Calidad en Uso

El término calidad es empleado frecuentemente en la literatura y en la práctica de las organizaciones en general, básicamente agregando valor o realzando propiedades de un producto o servicio; no obstante, existen distintos enfoques acerca de su significado en determinados contextos, acerca de cómo puede desarrollarse, construirse, controlarse y de cómo puede afectar en particular a un producto software.

Considérense por ejemplo las definiciones dadas en algunas normas ISO en general. En el estándar ISO9000 del año 2000 se define calidad como el “*grado en el que un conjunto de características inherentes [al producto] cumple con los requerimientos*” (14) aclarándose que inherente significa que existe algo especial como característica o propiedad permanente. El estándar ISO9000 reemplazó a la ISO8402 (15), donde se proponía calidad como la totalidad de características de un producto que posee capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas y el énfasis estaba puesto en el

producto, en la existencia o no de atributos medibles que determinaban las características deseables.

Teniendo en cuenta calidad para producto software, la primera versión ISO/IEC 9126 de 1991 (2) adopta este punto de vista y considera seis grandes categorías de características que permitirían diseñar o evaluar la calidad de un producto software, tal como se indicó en la sección 1.2. Calidad vista así, y siempre y cuando fuera posible conocer las características necesarias para los potenciales usuarios, parece ser una propiedad exclusiva de un producto, pero, ¿qué ocurre si distintos grupos de usuarios tienen diferentes necesidades? Seguramente las características deseables para que el producto sea considerado de calidad serían distintas.

Ya en su trabajo sobre calidad en uso de 1997 (16), Bevan y Azuma confrontan los conceptos genéricos de calidad percibida y calidad en uso, indicando que usualmente la percepción de la calidad por parte de los usuarios es juzgada como subjetiva e inexacta; particularmente discuten a Garvin quien afirma que esos conceptos pueden ser “...*tan subjetivos como evaluaciones estéticas*”, afirmando en cambio que hay otra razón para comprometerse con la percepción de calidad de los usuarios y es que “*un producto puede tener calidad sólo en relación al propósito para el que fue creado*” (17).

Como consecuencia de esta postura consideran que reconciliar los trabajos sobre calidad en uso con los enfoques tradicionales sobre calidad ha traído aparejada otra visión, más amplia y potencialmente importante, que abarca la calidad percibida por los usuarios, relacionando a la calidad directamente con las necesidades de los usuarios de productos específicos.

Se puede tomar como ejemplo la necesidad de desplazarse por una gran ciudad, con el tránsito congestionado y poco espacio de estacionamiento posiblemente. Allí un auto de grandes dimensiones, podría no ser considerado de calidad, dado que será difícil de maniobrar o estacionar. En cambio, uno pequeño y ágil resultará más atractivo, y será percibido como de calidad para esa circunstancia. Contrariamente, para un viaje largo, donde los requerimientos de confort son mayores, la percepción de la calidad seguramente se invertirá.

Con este nuevo enfoque, el estándar ISO14598-1 ya no considera a la calidad disociada de las necesidades de los usuarios sino que calidad en uso puede ser evaluada de

acuerdo a la eficacia, productividad y satisfacción con las que una clase de usuario específico puede alcanzar metas específicas en un ambiente particular de trabajo. En el contexto de un proceso de aseguramiento de calidad de un producto de software, los atributos de calidad (interna y externa) deberían ser el medio y la calidad en uso el fin, el objetivo a alcanzar.

También el ISO/IEC 14598 dice que las necesidades de los usuarios pueden expresarse como un conjunto de requerimientos deseables para el comportamiento del producto en uso y que estos requerimientos, a su vez, pueden cuantificarse a partir de una serie de métricas recolectadas cuando el sistema esté en uso, en el contexto en el que será evaluado. Otra contribución importante, tratándose de una guía de evaluación, es la correspondencia que propone entre los distintos niveles de evaluación que pueden establecerse en un producto software entre métricas internas y métricas externas. Las primeras corresponden a la medición de artefactos producidos en la fases de diseño y desarrollo (modelos, código fuente, etc.), mientras que las segundas se aplican a versiones ejecutables del producto, en las fases de integración del sistema y pruebas, y también sobre el producto en uso.

La versión actual del estándar ISO9126-1 de 2001 tiene un enfoque integrado de calidad, tal como se ha mencionado en la sección 1.2 sobre calidad de producto software, propiciando la inclusión de requerimientos de calidad en uso ya en la especificación de requerimientos del producto. Si bien considera que es adecuada la definición dada en ISO8402, sostiene también que las metas de calidad pueden ser realmente evaluadas cuando el producto está en uso, y efectivamente puede confrontarse la percepción de los usuarios con las necesidades manifestadas inicialmente, en un contexto determinado de funcionamiento.

En otra dimensión, orientada a otro tipo de productos, el estándar sobre ergonomía (18) emplea también el concepto calidad en uso con un significado amplio de calidad, semejante al que tienen las normas ISO9126-1 y ISO14598-1. Concretamente sostiene que la calidad en uso de un producto es dependiente del contexto de uso. Entiende por contexto al usuario (considerando sus características específicas), las tareas a realizar, el equipamiento utilizado y el ambiente físico y social en el que se evalúa el producto, que pueden influir en la calidad en uso de un producto en un lugar de trabajo.

En este sentido es posible decir que el modelo de calidad en uso de el estándar ISO 9126-1 es una ampliación (o adaptación) del modelo ISO 9241-11, específicamente para software, considerando que la calidad en uso puede ser medida y evaluada teniendo en cuenta el grado en que el software cumple con las necesidades de usuarios reales, en un contexto real, específico, de uso.

1.1.3. Usabilidad y Calidad en Uso

Los términos usabilidad y calidad en uso han estado empleándose como sinónimos en la comunidad de Ingeniería de Software por un largo período.

Hay autores que emplean usabilidad directamente en términos de calidad en uso, por ejemplo en el informe "Introducing Usability". dicen que "*Una definición de usabilidad es calidad en uso*" (19).

Un experto reconocido en usabilidad, Jakob Nielsen, quien ha estado trabajando en evaluación de usabilidad desde principios de los '90, no elabora una definición precisa de usabilidad, sino que a través de una serie de heurísticas que han sido empleadas consistentemente a lo largo del tiempo y en diferentes dominios (especialmente en comercio electrónico), ofrece criterios cualitativos para evaluar usabilidad.

Según Nielsen, Usabilidad se constituye en base a cinco atributos: Facilidad de Aprendizaje (Learnability), Eficiencia (Efficiency), Facilidad de Memorización (Memorability), Baja Tasa de Errores (Errors –lowrate-) y Satisfacción (Satisfaction).

Por otro lado, el estándar ISO9241-11 propone una definición más concreta de usabilidad, ilustrada en la figura 1 pero curiosamente en los trabajos ya citados de Bevan (20) y Folmer (21), donde el estándar es reseñado se emplean los términos calidad en uso y usabilidad respectivamente. En el primer caso se enfatiza el carácter más amplio del concepto de calidad en uso respecto de usabilidad, ya que puede ser influenciado por cualquiera de las características que definen la calidad del producto. En el segundo caso, en cambio, se emplea el término usabilidad literalmente, pero se remarca que mantiene una sintonía con la definición dada para calidad en uso del estándar ISO9126-1, es decir una idea de usabilidad más amplia, que representa el objetivo del diseño o la meta final del producto, satisfaciendo las necesidades de los usuarios.

La diferencia, más allá del nombre que se ponga al concepto -calidad en uso o usabilidad-, solamente radicaría en que en el estándar ISO 9126-1 tiene seguridad (safety) como

característica adicional a eficacia, productividad (ligado a eficacia) y satisfacción. En cambio en el estándar sobre ergonomía se consideran por separado cuestiones de salud y seguridad.



Figura 1: Usabilidad en el estándar 9241-11.

En la sección siguiente se presenta una definición concreta de calidad en uso, relacionada directamente con un producto software, propuesto en el estándar ISO9126-1 y que se adoptará como base para esta tesis.

1.1.4. Definición y modelo de calidad en uso

El estándar ISO9126-1 define calidad en uso como “la capacidad de un producto de software de facilitar a usuarios específicos alcanzar metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso”.

Añade que “calidad en uso es la visión de calidad de los usuarios de un ambiente conteniendo software, y es medida sobre los resultados de usar el software en el ambiente, antes que sobre las propiedades del software en sí mismo”.



Figura 2: Modelo para calidad en uso. ISO IEC 9126-1(2001)

Las características de calidad en uso son agrupadas en cuatro categorías (ilustradas en la figura 2): Eficacia, Productividad, Seguridad y Satisfacción y son definidas tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Definición de las cuatro características de Calidad en Uso prescriptas en la ISO/IEC 9126-1.

Característica	Definición
Eficacia	Capacidad del producto de software de permitir que los usuarios logren objetivos especificados con precisión e integridad en un contexto especificado.
Productividad	Capacidad del producto de software de permitir que los usuarios dediquen una cantidad de recursos apropiada en relación con la eficacia alcanzada en un contexto de uso especificado. Nota: Entre los recursos se pueden incluir el tiempo para completar la tarea, los esfuerzos del usuario, los materiales o el costo de utilización en términos financieros
Seguridad	Capacidad del producto de software de alcanzar niveles aceptables de riesgo de daños a las personas, el negocio, el software, la propiedad o el ambiente en un contexto de uso especificado. Nota: Por lo general los riesgos son ocasionados por deficiencias en la funcionalidad (incluyendo la seguridad informática), confiabilidad, usabilidad o mantenibilidad.
Satisfacción	Capacidad del producto de software de satisfacer a los usuarios en un contexto de uso especificado. Nota: Satisfacción es la respuesta del usuario a la interacción con el producto, e incluye la actitud hacia el uso del producto.

La relación existente entre los tres niveles de calidad del producto software pueden sintetizarse de la siguiente manera: medir y evaluar la calidad en uso por medio de métricas e indicadores, puede ayudar a validar la calidad externa del software; calidad en uso evalúa el grado de excelencia de un producto y puede ser usada para validar el grado en que el software cumple con necesidades específicas de los usuarios. A su vez, medir y evaluar la calidad externa puede ayudar a validar la calidad interna.

Las afirmaciones anteriores se basan en notas relacionadas a la definición de calidad en uso, dentro del mismo estándar 9126-1 donde se menciona que “*Calidad en uso es la vista de calidad que tienen los usuarios. Alcanzar calidad en uso depende de alcanzar la calidad externa necesaria, la que a su vez depende de alcanzar la calidad interna necesaria*”; y agrega que “*Las mediciones se requieren normalmente a los tres niveles, ya que alcanzar criterios para mediciones internas no es suficiente para asegurar alcanzar criterios para mediciones externas, y lograr satisfacer criterios para mediciones externas*”

de sub-características no es normalmente suficiente para asegurar alcanzar criterios de calidad en uso” (9).

Si se considera que la evaluación de calidad en uso se realiza sobre un producto en funcionamiento, es necesario emplear un contexto real de trabajo en el que el software será utilizado, en cuanto al perfil de usuario, el equipamiento y las tareas a realizar. Se trata de una evaluación que se orienta eminentemente a tareas, ya que es necesario evaluar cuan eficaces, productivos, seguros y satisfechos resultan los usuarios empleando un producto, en un contexto de uso específico.

1.1.5. Métodos y Técnicas para Evaluar Calidad en Uso

El borrador del estándar ISO9126-4 indica genéricamente cómo medir calidad en uso de un producto software. Textualmente dice que “Las métricas de calidad en uso miden el grado en que un producto satisface las necesidades de un usuario específico, para lograr metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción” y que “Las necesidades de calidad de los usuarios pueden ser especificadas como requerimientos de calidad a través de métricas de calidad en uso, métricas externas y, algunas veces por métricas internas. Estos requerimientos especificados como métricas deberían ser usados como criterios de evaluación cuando sea evaluado el producto” (13).

Tal como se ha indicado en las secciones anteriores, los 3 niveles de la calidad del producto software se relacionan e influyen recíprocamente, pero es necesario remarcar que eficacia, productividad, seguridad y satisfacción son influenciadas no sólo por usabilidad, funcionalidad, confiabilidad y eficiencia del producto de software, sino también por dos recursos del contexto de uso: la infraestructura y las metas del usuario.

Para el primer tipo de recurso, (infraestructura), se puede considerar por ej.: el equipo en que se desarrollan las tareas, la red (si el software la necesita) y el medio físico de trabajo; para el segundo, metas de usuario, las tareas soportadas por la aplicación y las características del tipo de usuario tales como la experiencia, el nivel de formación, la predisposición a usar el producto o aplicación Web, etc.

Se debe tener en cuenta, además, que no es posible generalizar los resultados de cualquier tipo de evaluación de calidad en uso a otro contexto, o al mismo producto pero con diferentes tipos de usuarios o medioambiente, tal como oportunamente ha resaltado Bevan (8).

Como consecuencia, cuando se diseñan y documentan procesos de medición y evaluación de calidad en uso, según el trabajo de Luis Olsina, Guillermo Covella y Gustavo Rossi (6) al menos es necesaria la siguiente información:

- ✓ Descripción del contexto de uso incluyendo el tipo de usuario, equipamiento, medio ambiente, y tareas a realizar con el producto (entendiendo tarea a los pasos o sub-metas llevadas a cabo para alcanzar una meta deseada).
- ✓ Métricas e indicadores de calidad en uso de acuerdo al propósito deseado y la necesidad de información.

Para facilitar el diseño y selección de métricas e indicadores para evaluar calidad en uso es necesario asociar, como primer paso, atributos a las cuatro características: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción. La figura 3 muestra, a modo de ejemplo, algunos atributos para dos características de calidad en uso: Eficacia y Productividad.



Figura 3: Especificación de una instancia del modelo de Calidad en Uso

1.4 ¿Qué es un procedimiento?

Según el diccionario de la lengua española un procedimiento es la acción de proceder. Método de ejecutar algunas cosas. (22)

Álvarez de Zayas plantea que los procedimientos son eslabones de los métodos y establece una diferenciación entre ellos expresando que: “el método está vinculado con el objetivo, pero el procedimiento lo está con las condiciones en las que se desarrolla el proceso para lograr ese objetivo”. (23)

Una precisión en este sentido se observa en Monereo que lo concibe como “maneras de proceder, de actuar para conseguir un fin” (24), en tanto Coll lo considera como “un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, dirigidas a la consecución de una meta.” (25).

Un procedimiento de forma general es el modo de ejecutar determinadas acciones que suelen realizarse de la misma forma, con una serie común de pasos claramente definidos, que permiten realizar un trabajo correctamente. Es la forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad, que debe hacerse y quien debe hacerlo; cuando, donde y como se debe llevar a cabo; que materiales, equipos y documentos deben utilizarse y como debe controlarse y registrarse.

Conclusiones parciales

Las discusiones presentadas en las secciones iniciales (1.1, 1.2 y 1.3) acerca del significado y las relaciones entre términos como calidad y calidad en uso permiten concluir, inicialmente, en que calidad no es un concepto absoluto y que existen diferentes perspectivas (niveles) sobre calidad, teniendo en cuenta un producto de software o bien un producto de software en uso. Tanto calidad interna como calidad externa y calidad en uso, como se enfoca en el estándar ISO/IEC 9126-1, pueden especificarse, medirse y finalmente evaluarse considerando que cada perspectiva tiene su valor agregado en una estrategia de aseguramiento de calidad y a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto software. Sin embargo, el objetivo final es alcanzar la calidad en uso.

También se ha podido considerar la evolución en la teoría y la práctica del concepto calidad en uso, que partió de una idea sencilla pero discutible como facilidad de uso y se arribó, aunque no podría decirse que en forma definitiva, a un modelo (y a una definición también) de calidad en uso más abarcativa. En esta línea se ha discutido también una analogía entre los significados de calidad en uso y usabilidad, dado que éste último sigue usándose frecuentemente en la literatura y en la industria como sinónimo de calidad en uso.

La importancia de esta discusión radica en que si sólo se toman en cuenta las definiciones respectivas en el estándar ISO/IEC 9126-1 el significado y la dimensión de cada uno dista bastante de ser el mismo. En esta norma, calidad en uso es una de las tres perspectivas de calidad, o un concepto calculable al más alto nivel teniendo en cuenta el modelo de Métricas e Indicadores, tal como se verá en el capítulo 2. Usabilidad, en cambio, es una de las características de calidad interna y calidad externa de un producto software, es decir que se ubica en un nivel jerárquico inferior.

Capítulo 2: Solución Propuesta

Introducción

El desarrollo de productos software se ha convertido en una importante alternativa para la economía del país, es por tanto ahora cuando se debe tratar en profundidad la evaluación de su calidad y específicamente de la calidad en uso.

El objetivo del presente capítulo es definir un procedimiento, realista y fácil de automatizar para productos software, que se pueda usar para describir y valorar las características específicas de calidad en uso y que puedan ayudar en el proceso de selección, mejora y comparación de productos. Se explica detalladamente el procedimiento propuesto y se describe la estructura del mismo, así como las actividades y artefactos que se utilizan, también se define una plantilla para la evaluación de calidad en uso de un producto software.

2.1 Aplicabilidad

Con la evaluación se puede valorar la calidad de un producto completo o bien se puede valorar la calidad de un conjunto de características y atributos del mismo. Los resultados podrán ser utilizados para comprender, mejorar, o controlar la calidad de los productos.

La evaluación es apropiada para cualquier producto que forme parte de un sistema con el que los usuarios interactúan para alcanzar objetivos específicos.

Puede ser aplicable durante el desarrollo, adquisición o explotación, para la garantía de calidad o validación de la evaluación. Antes de ser liberado un producto se le puede aplicar el procedimiento de evaluación de calidad en uso a los primeros prototipos con solo 3 o 4 usuarios, para obtener una indicación de si los objetivos de calidad en uso se cumplirán. Durante la adquisición puede ofrecer garantías de si el producto es apropiado para el entorno de trabajo. Durante la operación del producto software, la evaluación permite establecer valores de referencia contra el cual comparar los productos futuros, y puede indicar que atributos del mismo pueden ser mejorados.

2.2 Descripción de las métricas para cada una de las características de Calidad en Uso.

Las métricas propuestas en el borrador del estándar ISO 9126-4 tienen el objetivo de medir los atributos de calidad en uso. Según el propio reporte, las métricas no constituyen un conjunto exhaustivo y los destinatarios, sean estos los responsables de la gestión de calidad, los compradores, los desarrolladores o los evaluadores; pueden modificar estas métricas y añadir otras no detalladas en el mismo.

Teóricamente estas métricas son aplicables a cualquier software, aunque no todas son aplicables a cada clase de producto. Asimismo no se asignan rangos de valores de las métricas a niveles establecidos o grados de cumplimiento, dado que se considera que esos valores deben definirse para cada software o parte del producto de software de acuerdo a su naturaleza y contexto organizacional. A continuación se describe en qué consisten las métricas de las características de calidad en uso.

Métricas de Eficacia

Las métricas de eficacia permiten evaluar si las tareas realizadas por los usuarios alcanzan las metas especificadas con exactitud y completitud en un contexto de uso especificado. No tienen en cuenta cómo fueron alcanzadas esas metas sino solamente en qué medida fueron alcanzadas.

Ejemplos:

Efectividad de Tareas (Task effectiveness): Esta métrica permite evaluar qué proporción de los objetivos de una tarea se logran correctamente.

Completitud de Tareas (Task completion): Esta métrica permite evaluarla proporción de tareas que se completan con respecto a las que se intentan.

Métricas de Productividad

Las métricas de productividad permiten valorar los recursos que consumen los usuarios en relación a la efectividad alcanzada en un contexto especificado de uso. El recurso más común a consumir es tiempo para completar la tarea. Otros recursos podrían ser esfuerzo, materiales o un eventual costo financiero de uso de recursos.

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

Al igual que las métricas de eficacia, estas métricas sólo pueden obtenerse una vez definida las tareas que deben realizar los usuarios.

Ejemplos:

Tiempo de Tarea (Task time): mide cuánto tiempo lleva completar una tarea. Se trata de una métrica directa que se usa para calcular otras métricas derivadas o indirectas.

Eficiencia relativa de usuario (Relative user efficiency): permite comparar la eficiencia de un usuario medio respecto a un usuario experto. Se debe medir la eficiencia de tarea para un usuario del perfil que se está evaluando y para un usuario experto, luego se puede establecer una proporción o comparación.

Métricas de Seguridad

Las métricas de seguridad están orientadas a evaluar el nivel de riesgo de dañar personas, instalaciones, software, propiedades o el medio ambiente en un contexto especificado de uso. Esto incluye la salud y la seguridad de los usuarios y de terceros afectados por el uso, como también las consecuencias físicas o económicas indeseadas.

Ejemplos:

Seguridad y Salud del Usuario (User health and safety): permite detectar cuál es la incidencia de los problemas de salud entre los usuarios del producto.

Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema (Safety of people affected by use of the system): permite evaluar cuál es la posibilidad de riesgo para las personas afectadas por el sistema.

Daño Económico (Economic damage): permite medir cuál es la incidencia del daño económico debido al uso del producto.

Métricas de Satisfacción

Para medir la satisfacción del usuario normalmente se utilizan cuestionarios, compuestos de una batería de preguntas cuyo objetivo es considerar aspectos como la complejidad de las interfaces, la calidad de la documentación, la facilidad y contenidos de la ayuda o la adecuación de la funcionalidad entre otros.

Ejemplo:

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

Nivel de Satisfacción (Satisfaction scale): permite evaluar la satisfacción de los usuarios respecto al software que usan. La sumatoria de la calificación de cada cuestionario válido dividido entre la cantidad de respuestas válidas, indicará el grado de satisfacción para el grupo de usuarios participantes.

Se puede utilizar de forma directa respecto a los usuarios que utilizan el software, o comparar el grado de satisfacción de un perfil de usuario específico respecto al grado de satisfacción de una población media.

2.3 Etapas y principales actividades del procedimiento.

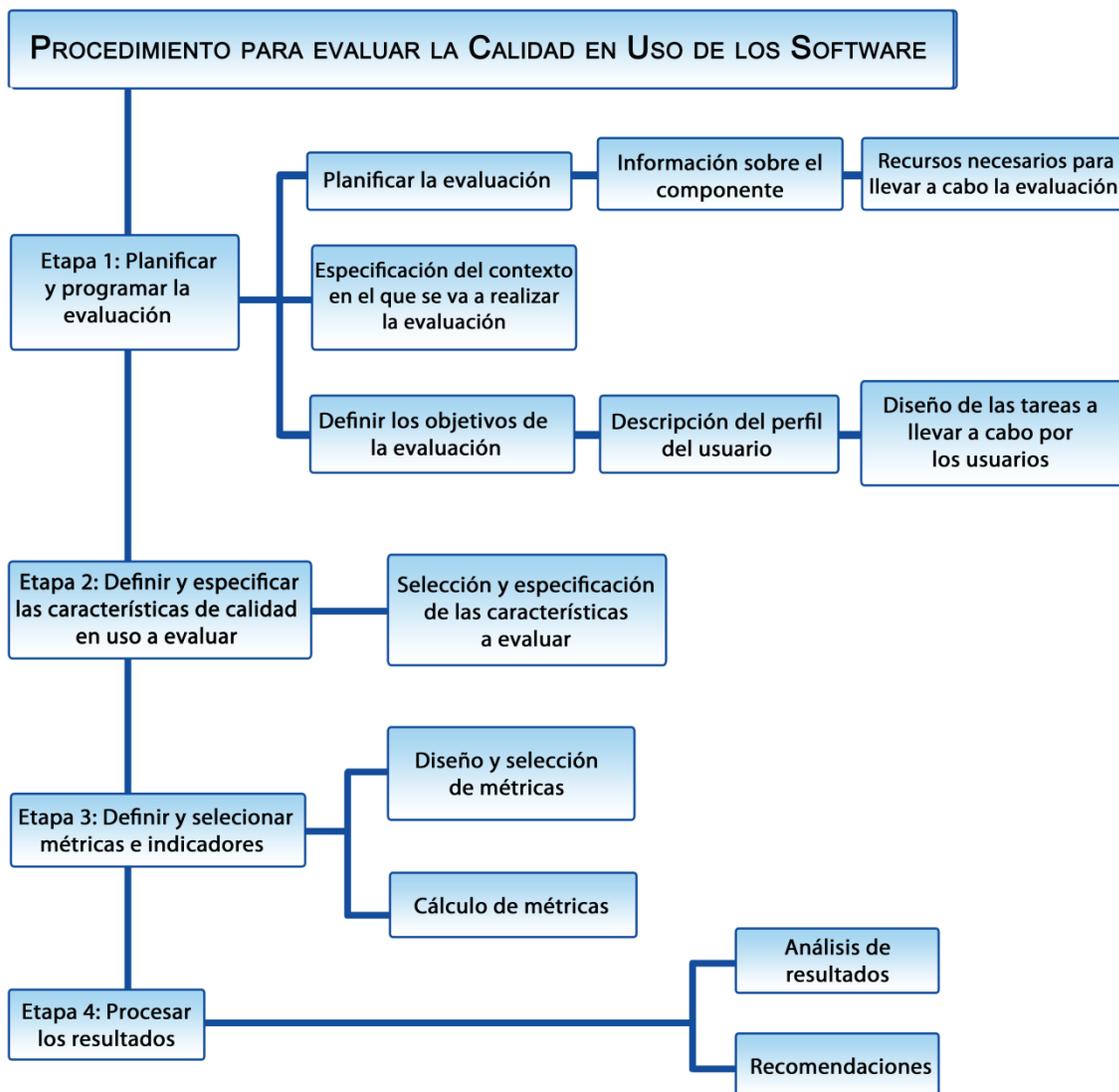


Figura 4: Etapas y principales actividades del procedimiento.

2.4 Definición del procedimiento

2.4.1. Nombre del procedimiento:

Evaluación de la calidad en uso de los productos software.

2.4.2. Objetivos

Los objetivos definidos en el procedimiento se muestran a continuación:

- ✓ Proveer una guía para evaluarla calidad en uso de los productos software del centro de informática industrial (CEDIN).
- ✓ Medir la satisfacción del cliente.
- ✓ Definir las plantillas necesarias para formalizar y documentar toda la información que se genera durante el proceso de evaluación de calidad en uso.
- ✓ Especificar los roles y las responsabilidades de los trabajadores que intervienen en cada una de las actividades propuestas en el procedimiento.

2.4.3. Alcance

Como la calidad en uso es medida en lo que se refiere al resultado de usar el software, en lugar de las propiedades del mismo, el procedimiento es aplicable a todos los productos del CEDIN que estén listos para ser usados y cuenten con interfaz de usuario.

2.4.4. Referencias

- ✓ Manual de procedimientos IPP-1000:2008.
- ✓ ISO-IEC 14598-6_2001 SW engineering – Product evaluation – Part 6.
- ✓ ISO-IEC 9126-4 Software engineering — Product quality —Part 4.

2.4.5. Responsables

Ejecuta: Administrador de la Calidad.

Responsable de su ejecución: Jefe del Grupo de Gestión de la Calidad del CEDIN.

Revisa y actualiza este procedimiento: Jefe del Grupo de Gestión de la Calidad del CEDIN.

Fiscaliza su cumplimiento: Administrador de la Calidad.

2.4.6. Términos y definiciones

- ✓ Contexto de uso: los usuarios, las tareas, el equipo (hardware, software y materiales), y los ambientes físicos y sociales en que un software se usa.
- ✓ Usuario: la persona que interactúa con el software.
- ✓ Metas: el resultado intencional.

- ✓ Tareas: las actividades requeridas para lograr una meta.

2.4.7. Normas generales

- ✓ El grupo de aseguramiento de la calidad debe de ser diferente del equipo de desarrollo del software.
- ✓ El administrador de la calidad debe contar con las habilidades necesarias para aplicar la evaluación de calidad en uso de manera efectiva, a continuación se describen dichas habilidades:
 - Poseer experiencia y amplios conocimientos de la calidad de los productos software y específicamente de calidad en uso.
 - Conocer a fondo el procedimiento para la evaluación de la calidad en uso.
 - Conocer y estudiar las técnicas y métodos de evaluación para calidad en uso.

2.4.8. Etapa1: Planificar y programar la evaluación de calidad en uso

En el contexto de esta etapa se consideraron dos pasos o actividades primordiales y comunes a toda evaluación de calidad: definición de las metas de evaluación y selección del perfil de usuario; más otros dos pasos propios de una evaluación de calidad en uso: el diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios y la especificación del contexto en que se llevará a cabo la evaluación.



Figura 5: Descripción de la etapa 1.

Planificar la evaluación

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

El administrador de la calidad en conjunto con el jefe del proyecto deben de programar la evaluación de calidad en uso, para ello se debe de incluir en el plan de desarrollo de software, en el apéndice del plan de aseguramiento de la calidad (PPQA) dicha actividad, según el cronograma del proyecto.

Roles involucrados:

- ✓ Jefe de proyecto
- ✓ Administrador de la calidad

Entradas:

- ✓ Plan de desarrollo de software (en el apéndice de PPQA se programa la evaluación de calidad en uso)

Salidas:

- ✓ Plan de desarrollo de software con el plan de aseguramiento de la calidad (PPQA) actualizado.

Información sobre el producto a evaluar

Es necesaria una definición de los contextos de utilización previstas del producto, incluyendo las características esenciales y las capacidades de los grupos de usuarios que utilizarán el software, sus objetivos, las tareas y el entorno de trabajo técnico y de apoyo.

Requerimientos o características técnicas del producto para evaluar la calidad en uso

Se debe facilitar la siguiente información:

- ✓ Los escenarios y objetivos de trabajo utilizados en la evaluación.
- ✓ La configuración utilizada para la evaluación, incluida la configuración de hardware, el sistema operativo, y si el producto está basada en un navegador, el navegador utilizado.
- ✓ Los dispositivos de visualización si el producto tiene una pantalla de interfaz visual, entre ellos el tamaño de la pantalla y la resolución del monitor, el tamaño y tipo de letra utilizado.
- ✓ Los bits de audio y ajuste de volumen, si el producto cuenta con una interfaz de audio.
- ✓ El dispositivo de entrada manual (teclado, ratón, joystick, etc.), si el producto cuenta con una interfaz manual.
- ✓ Deben tenerse en cuenta en el informe de la evaluación las diferencias conocidas entre el contexto de la evaluación y el contexto de uso previsto.

Recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación del producto

En esta sesión se debe de especificar la cantidad de PC utilizadas para probar el producto y las características que deben de tener las mismas según las condiciones requeridas por el software, el sistema operativo empleado y todos los programas necesarios para que el mismo pueda ser evaluado.

Especificación del contexto en el que se va a realizar la evaluación

El contexto en el que se desarrolla la evaluación es fundamental para evaluar calidad en uso. La importancia del contexto radica en que no es factible obtener conclusiones válidas al evaluar un mismo producto en contextos distintos o bien en un contexto que no está correctamente especificado.

Los aspectos relevantes que se presentan en relación al contexto son: la descripción del producto, los requerimientos de hardware y software, las instalaciones y el perfil de usuario (audiencia) que se detallará en la siguiente sección.

Se debe especificar:

- ✓ El ambiente, el establecimiento o el tipo de espacio en el que la evaluación se llevará a cabo. Por ejemplo: laboratorio configurado para simular un cubículo de oficina, sala de reuniones, sala de casa de la familia, etc.

Definir las metas u objetivos de la evaluación

En esta sección se describen los objetivos de la evaluación de calidad en uso. Estos objetivos deben de ser claros y concisos. Una meta típica de evaluación es determinar el cumplimiento de las sub-características de calidad en uso.

Descripción del perfil de usuario

Para el diseño e implementación de un caso de estudio de evaluación de calidad en uso se debe considerar y especificar el perfil usuario.

Para propósitos de evaluación, se han considerado tres perfiles de usuario a un alto nivel de abstracción: visitantes, desarrolladores y evaluadores. Siguiendo un mecanismo de descomposición es posible, por ejemplo, dividir a la categoría visitante en clases más específicas, tal como se aprecia en la figura 6.



Figura 6: Clasificación de visitantes (para sitios web fundamentalmente).

A modo de ejemplo podemos decir que un visitante intencional se define como a la audiencia que tiene al menos algún conocimiento o manifiesta algún interés en un software específico, y desea probablemente informarse o aprender más acerca de sus contenidos y servicios (si este fuera un sitio web). Su permanencia en el sitio es generalmente mayor que la de una audiencia casual. A su vez, se podría realizar una clasificación entre visitantes anónimos o registrados si el sistema contara con esta opción.

Para definir la cantidad de usuarios participantes se tuvo en cuenta la opinión de Jakob Nielsen, que en su columna on-line Alertbox (26) afirma que pueden obtenerse resultados significativos en una evaluación de usabilidad con la participación de un número pequeño de usuarios –normalmente de 3 a 5- si es factible repetir el test varias veces. Un beneficio adicional de esta propuesta es la reducción de los costos del caso de estudio, por ello se propone que la cantidad de usuarios máxima para probar el procedimiento sea de 5 usuarios.

Otros usuarios que pueden considerarse para estudios semejantes, dentro del mismo perfil, tal como se propone en el trabajo ya citado (27) son: *profesores y tutores* y considerando un perfil de usuario experto: los *administradores*.

También es necesaria la información acerca de la evaluación de los participantes: la edad, el género y las necesidades especiales; cómo los usuarios fueron seleccionados y si tienen las mismas características esenciales y capacidades que los usuarios previstos. Se propone la siguiente tabla a la cual se le pueden agregar campos o modificar los mismos según el software a evaluar.

Tabla 3: Aspectos de los usuarios del software evaluado.

Participante	Género	Edad	Grado escolar	Experiencia con las computadoras	Experiencia con el producto
--------------	--------	------	---------------	----------------------------------	-----------------------------

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

Nombre y apellidos	Masculino o femenino		9no, 12, o estudios universit arios	Experiencia del usuario con la plataforma o sistema operativo, y / o el dominio del producto	Indicar el tipo y duración de la experiencia previa con el producto o con productos similares.
--------------------	----------------------------	--	---	--	--

Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios

En este apéndice se presenta el diseño de las tareas que se propondrán a los usuarios. Para ello se sugiere la siguiente tabla:

Tabla 4: Aspectos relevantes para la definición de Tareas.

Nombre de la tarea	Descripción	Texto de presentación	Notas

El contexto de la evaluación es una especificación de las condiciones en que la tarea se realiza. Debe basarse en el contexto de uso. Las tareas deberán ser redactadas con claridad y exactitud pues estas son las actividades requeridas para lograr una meta determinada.

Hay tareas que para lograr su objetivo, el usuario debe de aplicar varios pasos y estos pasos pueden ser completados o no, en dependencia de la capacidad del usuario y de la complejidad del producto. El evaluador debe de crear criterios para evaluar correctitud y completitud de las tareas diseñadas. De esta forma puede valorar la tasa de éxito alcanzada por cada usuario en particular y luego en forma general.

2.4.9. Etapa 2: Definir y especificar las características de calidad en uso a evaluar.

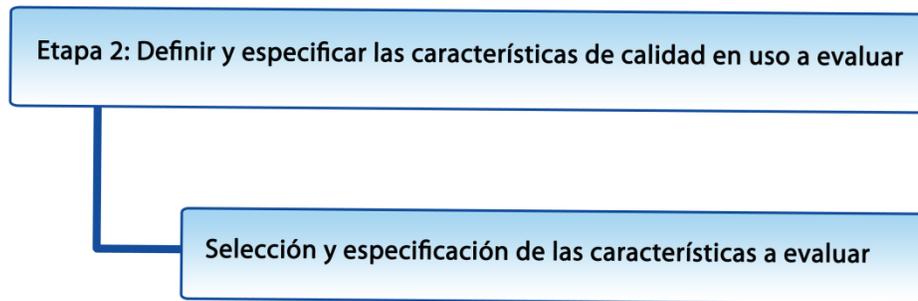


Figura 7: Descripción de la etapa 2

En esta etapa, teniendo en cuenta los aspectos definidos en la etapa anterior respecto a metas de evaluación, tareas y contexto, se deben establecer atributos y subconceptos (características) de calidad cuantificables que, agrupados jerárquicamente, representen un modelo de calidad apropiado para el perfil de usuario seleccionado.

Selección y especificación de las características a evaluar.

Los evaluadores deben acordar y especificar los atributos y características de calidad que van a estar presentes en el proceso, agrupándolos en un árbol de requerimientos (modelo de calidad). Se puede valorar la calidad de un producto completo o bien se puede valorar la calidad de un conjunto de características y atributos del mismo. De las características ISO antes mencionadas se derivan las sub-características y de éstas se pueden especificar atributos con un mínimo solapamiento. A cada atributo se le cuantifica por medio de una métrica, que dará como resultado una medida en el mundo formal.

Un ejemplo de los requerimientos que modelan la calidad en uso son los que se muestran a continuación los cuales pueden ser aplicados en la evaluación según las necesidades del perfil de usuario que se seleccione, los mismos se especifican en el árbol de requerimientos según se observa en la Figura 8 (tomada del trabajo Medición y Evaluación de Calidad en Uso de Aplicaciones Web. (28))

1. Calidad en Uso

1.1. Eficacia

1.1.1. *Compleitud de Tareas*

1.1.2. *Eficacia de Tarea*

1.2. Productividad

1.2.1. *Eficiencia en relación a Compleitud de Tareas*

1.2.2. *Eficiencia en relación a Eficacia*

1.3. Satisfacción

Figura 8: Árbol de requerimientos para la evaluación de Calidad en Uso de un producto

Para poder llevar a cabo el proceso de medición será necesario, en la siguiente etapa, determinar las métricas y criterios elementales de evaluación para los atributos seleccionados.

2.4.10. Etapa 3: Definición y selección de métricas e indicadores

Los evaluadores deben definir una base de criterios para la evaluación elemental, y realizar el ulterior proceso de medición y obtención de los valores de indicadores elementales, la importancia relativa (los pesos) de las características y atributos dependen de la meta de evaluación, del perfil de usuario seleccionado y de las propiedades del producto. Los expertos deben diseñar las tareas que deben llevar a cabo los usuarios y la especificación del contexto en el que se llevarían a cabo dichas tareas. Para ello los expertos deben inspeccionar las características del software a evaluar, y considerar, dentro del contexto del mismo, un conjunto de tareas típicas para el perfil de usuario seleccionado, indicando también las características del ambiente, las instalaciones y el equipamiento necesario para llevar adelante la evaluación.

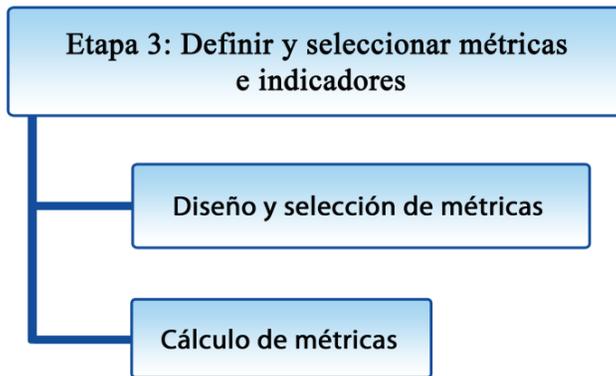


Figura 9: Descripción de la etapa 3

Diseño y selección de métricas

Para poder evaluar concretamente calidad en uso es necesario primero medir, empleando las métricas apropiadas, el rendimiento obtenido por usuarios reales, realizando tareas representativas, en un contexto determinado. Por lo tanto, el diseño y selección de las métricas debe tener en cuenta qué aspectos son importantes a evaluar para cada tarea, en relación al atributo que se desea medir. Ejemplos de esos aspectos son: el tiempo (u otro recurso) que ha insumido la realización de la tarea, considerar si la tarea ha sido completada o no, y si no lo fue, qué metas u objetivos parciales se completaron correctamente.

De cada métrica se debe conocer los atributos principales: Nombre, Objetivo, Método de Medición, Fórmula, Escala, Tipo de Escala y Unidad. Se pueden documentar en una plantilla o en una tabla en dependencia del evaluador y ser incluidas en el Plan de Medición del proyecto.

En la sección 4 del anexo A del estándar ISO9126-1, se señala que el proceso de diseño de la métricas debe ser riguroso de modo que permita la realización de comparaciones confiables. Indicándose además, que las métricas deben poder ser medidas con la suficiente precisión como para permitir la definición de los criterios de comparación y la realización de las comparaciones en sí.

Las comparaciones pueden ser en base a métricas de atributos de entes del mismo tipo, pertenecientes a distintos productos, o para un único ente, con respecto a criterios específicos previamente establecidos.

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

A continuación se describen algunas de las métricas y el modelo de calidad en uso del estándar 9126-4.

Tabla 5: MODELO DE CALIDAD EN USO

Característica	Métrica	Pregunta central
1. Efectividad	1.1 Efectividad de la tarea	¿Qué proporción de los objetivos de la tarea es realizado correctamente?
	1.2 Terminación de la tarea	¿Cuál es la proporción de tareas terminadas?
	1.3 Frecuencia de errores	¿Cuál es la frecuencia de errores?
2. Productividad	2.1 Tiempo en completar una tarea.	¿Cuánto tiempo toma el completar una tarea?
	2.2 Eficiencia en la tarea	¿Qué tan eficientes son los usuarios?
	2.3 Productividad económica	¿Qué tan efectivo es el usuario en cuanto al costo?
	2.4 Proporción productiva	¿En qué proporción de tiempo desempeña acciones productivas el usuario?
	2.5 Eficiencia relativa al usuario	¿Qué tan productivo es un usuario “sin experiencia” comparándolo con un usuario experto?
3. Seguridad	3.1 Salud y seguridad del usuario	¿Cuál es la frecuencia de problemas de salud de los usuarios que utilizan el software?
	3.2 Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	¿Cuál es la incidencia de riesgo para las personas que utilizan el sistema?
	3.3 Daño económico	¿Cuál es la incidencia de daño económico?
	3.4 Daño de software	¿Cuál es la incidencia de la corrupción del software?
4. Satisfacción	4.1 Escala de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario con el software?
	4.2 Cuestionario de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario con características específicas del software?
	4.3 Uso a discreción	¿Qué proporción de usuarios potenciales eligen usar el sistema?

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

Tabla 6: METRICAS DE CALIDAD EN USO

Nombre	Métrica	Interpretación	Interpretación de la ecuación
1.1 Efectividad de la tarea	$M1 = \frac{\sum Ai}{1}$	$0 \leq M1 \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor	Ai: Valor proporcional de cada componente incorrecto o faltante en la tarea
1.2 Terminación de la tarea	$X = A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor	A = Número de tareas terminadas B= Número total de tareas que se intentaron hacer
1.3 Frecuencia de errores	$X = A/T$	$0 \leq X$ Cuanto más se acerque a 0 mejor.	A: Número de errores cometidos por el usuario T: Tiempo o número de tareas
2.1 Tiempo en completar una tarea.	$X = Ta$	$0 \leq X$ Cuanto menor sea mejor.	Ta = Tiempo en completar una tarea
2.2 Eficiencia en la tarea	$X = M1 / T$	$0 \leq X$ Cuanto mayor sea mejor.	M1 = Efectividad de la tarea T = Tiempo en completar la tarea
2.3 Productividad económica	$X = M1/ C$	$0 \leq X$ Cuanto mayor sea mejor	M1 = Efectividad de la tarea C = Costo total de la tarea. El costo puede incluir, el tiempo de los usuarios, costo de los recursos informáticos, llamadas telefónicas y materiales utilizados
2.4 Proporción productiva	$X = Ta/ Tb$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	Ta = Tiempo productivo = Tiempo en completar una tarea (métrica 2.1) – Tiempo de ayuda – Tiempo de error – Tiempo de búsqueda

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

			Tb = Tiempo en completar una tarea (métrica 2.1)
2.5 Eficiencia relativa al usuario	$X = A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	A = Eficiencia en la tarea (métrica 2.2) de un usuario "no experto" B = Eficiencia en la tarea (métrica 2.2) de un usuario experto
3.1 Salud y seguridad del usuario	$X = 1 - A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	A = Número de usuarios en el informe RSI (por presión, tensión nerviosa ó lesión) B = Número total de usuarios
3.2 Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	$X = 1 - A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	A = Número de personas puestas en riesgo (por el uso del software) B= Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema
3.3 Daño económico	$X = 1 - A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	X = Número de acontecimientos de daño económico B = Número total de uso (del sistema) en situaciones determinadas
3.4 Daño de software	$X = 1 - A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cerca de 1.0 mejor.	A = Número de ocurrencias de la corrupción del software B = Número total de situaciones de uso.
4.1 Escala de satisfacción	$X = A/B$	$0 < X$ Cuanto mayor sea mejor.	A = El cuestionario produce escalas psicométricas B= Media de la población
4.2 Cuestionario de satisfacción	$X = \frac{\sum (A_i)}{n}$	Comparar con anteriores valores, o con	A i = Respuesta a una pregunta. n = Número de respuestas

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

		población promedio.	
4.3 Uso a discreción	$X = A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más se acerque a 1 mejor.	A = Número de veces que unas funciones/aplicaciones/sistemas específicas del software son usados B = Número de veces que se intentaron

A modo de ejemplo, para la característica de *efectividad* se pueden especificar métricas como:

- ✓ Nivel de completitud de la tarea. Si se selecciona una tarea específica, de la cual se conoce el resultado a obtener una vez realizada, se mide el nivel de logro en completar la tarea correctamente.
- ✓ Media de objetivos alcanzados es decir, la media de las tareas realizadas correctamente.

Algunos de los atributos que van a influir a la característica de *productividad* y que podemos medir son:

- ✓ Tiempo consumido en la tarea: definido como el tiempo que ha tardado un usuario en realizar una tarea previamente establecida. Se puede obtener el tiempo medio consumido para un tipo de usuario y compararlo con el que hubiera tardado un grupo de expertos.
- ✓ Eficiencia en la completitud: definida como el cociente entre el nivel de completitud y el tiempo medio consumido en la tarea.
- ✓ Eficiencia de objetivos alcanzados: definida como el cociente entre la media de los objetivos alcanzados y el promedio de los tiempos medios consumidos.

Para medir la *satisfacción del usuario* se utilizarán cuestionarios, compuestos de más o menos de 30 preguntas según se estime conveniente, en el que el objetivo sea considerar aspectos como la apariencia estética, la velocidad percibida, la relevancia de contenidos, si las funciones son adecuadas a la funcionalidad esperada, entre otros. Podemos tomar como ejemplos el cuestionario de satisfacción (29).

Cálculo de métricas

Procedimiento para evaluar la Calidad en Uso

En esta actividad se procede a realizar el cálculo de las métricas seleccionadas según los datos recogidos por el evaluador y a valorar el nivel de requerimiento cumplido.

En la norma no se asignan rangos de valores de las métricas a niveles establecidos o grados de cumplimiento, dado que se considera que esos valores deben definirse para cada producto software de acuerdo a su naturaleza y contexto organizacional.

Al establecer los valores de un grupo de usuarios, los indicadores pueden establecerse como un medio (por ejemplo, el tiempo promedio de realización de una tarea que no sea de más de 10 minutos), para los individuos (por ejemplo, todos los usuarios pueden completar la tarea dentro de los 10 minutos), o de un porcentaje de usuarios (por ejemplo, 90% de los usuarios son capaces de completar la tarea en 10 minutos). Cuando se establecen los indicadores, se debe tener cuidado en que se dé la debida importancia a cada elemento de medición.

El resultado final es una preferencia o indicador elemental, y si la escala seleccionada fuera porcentual, puede ser interpretado como el grado o porcentaje del requerimiento de calidad elemental satisfecho.

Por lo tanto, para cada métrica de un atributo es necesario establecer un rango de valores aceptables y definir una función. Así, si se ha consensuado una escala porcentual para el indicador, los niveles de aceptabilidad podrían ser: insatisfactorio (de 0 a 40%), aceptable (desde 40,01 a 60%), y satisfactorio (desde 60,01 a 100%).

2.4.11. Etapa 4: Procesar los resultados de la evaluación

En esta etapa se presenta la información obtenida a partir de las actividades de análisis y comparación de los indicadores de calidad. También se discuten brevemente las posibles causas de los resultados obtenidos

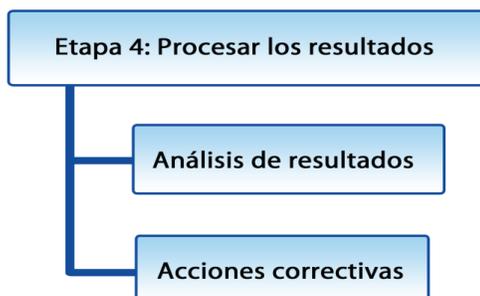


Figura 10: Descripción de la etapa 4

Análisis de resultados y recomendaciones

Una vez diseñado e implementado el procedimiento de evaluación, el proceso culmina con la documentación de las conclusiones y recomendaciones. Los evaluadores analizan los resultados considerando las metas y el perfil de usuario establecidos.

Se propone incluir en el plan de PPQA del proyecto un informe de la evaluación de Calidad en Uso (Ver anexo C) así como las métricas utilizadas en el procedimiento en el Plan de Mediciones.

El proceso de evaluación produce información que puede ser fácilmente analizada por los evaluadores y demás interesados, y que se emplea en actividades de toma de decisión. Por ejemplo, se puede definir la siguiente hipótesis a corroborar:

“la calidad del producto satisface en general los requerimientos de calidad en consideración de un perfil de usuario. Particularmente, satisface al menos el punto crítico de aceptabilidad en un X%, conforme a los requerimientos de calidad especificados y acordados para una audiencia previamente determinada” (28).

Acciones correctivas

Una vez analizado los resultados, el administrador de la calidad en conjunto con el jefe del proyecto, pueden tomar medidas o acciones correctivas en caso de que los resultados obtenidos no sean los deseados.

Si la calidad del producto no satisface en general los requerimientos de calidad en consideración de un perfil de usuario determinado siendo el % de aceptabilidad insatisfactorio, entonces en dependencia de los objetivos de la evaluación se debe mejorar el producto, modificándolo o haciéndolo mas atractivo para sus usuarios reales. Teniendo en cuenta que este producto puede ser usado por varios perfiles de usuarios se le debe de aplicar la evaluación a todos los perfiles, para poder así comparar los resultados y tomar las medidas pertinentes. También en vez de hacerle cambios al producto se debe considerar capacitar a los usuarios, o entregarles el documento “Manual de Usuario”, pues mucho de los problemas que puedan presentar en la evaluación pueden deberse al desconocimiento de las funciones del producto.

Conclusiones parciales

En este capítulo se ha presentado el diseño del procedimiento para la evaluación de calidad en uso, también un conjunto de métricas diseñadas para la evaluación, las cuales son lo suficientemente robustas y a la vez flexibles, como para evaluar calidad en uso en forma metódica y sistemática, teniendo como referencia el estándar ISO 9126-4.

Se ha enfatizado en la necesidad de especificar adecuadamente el contexto (etapa 1) en el que se desarrolló la evaluación y el diseño de las tareas que llevaran a cabo los usuarios, como aspectos específicos del diseño de una evaluación de calidad en uso.

Capítulo 3: Validación de la solución propuesta.

Introducción

En este capítulo se aplica el procedimiento propuesto con dos objetivos principales: el primero, de índole general, para validar en la práctica la propuesta de evaluación sistemática de calidad en uso para productos desarrollados en el CEDIN; y el segundo, más específico, está dado por la necesidad de conocer la calidad en uso de dos de sus productos, “Sistema de Entrenamiento Aduanero RX” y “Salón Virtual de la Industria Informática Cubana”, considerando un determinado perfil de usuario para ambos.

3.1 Aplicación del procedimiento en el producto “Sistema de Entrenamiento Aduanero RX”.

3.1.1. Información sobre el producto a evaluar.

El Sistema de Entrenamiento Aduanero RX, es una aplicación de escritorio que simula los tradicionales equipos de rayos X utilizados en las terminales (aéreas, navales, terrestres) por las agencias aduaneras con el objetivo de eliminar fraudes y delitos. Basa su completo funcionamiento en integrar diversión con aprendizaje y dispone de controles similares al equipo original que familiarizan al usuario final con el mismo. Presenta además un sistema de evaluación que puede ser usado para calificar y evaluar el desempeño. Su implementación y desarrollo está basada en componentes. Para simular los equipajes se utilizaron fotografías reales y para garantizar extensibilidad y variedad de equipajes y situaciones a mostrar el sistema es capaz de asimilar diferentes colecciones de imágenes.

El objetivo de la aplicación es recrear o simular la transición de equipajes que son chequeados en el aeropuerto. El jugador deberá identificar los equipajes con fraudes e ilegalidades y etiquetarlos según el tipo. Al concluir la transición, se evaluará el desempeño del jugador y se le mostrara un reporte, de esta forma el jugador podrá autoevaluarse el mismo, además que también dicho reporte puede ser usado como evaluación por un profesor.

3.1.2.Requerimientos del producto

Características técnicas:

- ✓ Software multiplataforma (Sistemas Operativos Windows y Linux)
- ✓ Interfaz de usuario similar a la de los equipos usados por la Aduana.
- ✓ Usa imágenes reales tomadas de los equipos de rayos X para mostrar los equipajes con sus diferentes filtros aplicados.
- ✓ El paquete de imágenes usadas puede ser cambiado por paquetes de diferentes complejidades.
- ✓ Necesita mínimo 256 MB de RAM.
- ✓ Completamente desarrollado con el framework4.6 de Qt e implementado con el IDE QtCreator los cuales son completamente libres.

3.1.3.Recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación del producto

Para llevar a cabo la evaluación se necesitaron:

- ✓ 5 computadoras de escritorio basadas en un microprocesador Pentium IV con 256 MB de RAM.
- ✓ 5 teclados, 5 mouse, y 5 monitores de 17" configurado a 800 x 600 píxeles.
- ✓ Sistema Operativo Linux en cada una de ellas.

3.1.4.Especificación del contexto en el que se va a realizar la evaluación

El caso de estudio fue desarrollado en un laboratorio del grupo calisoft el cual fue levemente adaptado para simular un ambiente adecuado para los integrantes del curso de inspectores de la aduana, contándose con una computadora de escritorio para cada usuario destinada a la realización de las tareas, sobre una mesa con suficiente espacio para apoyar las hojas con las instrucciones generales y la encuesta provista por los evaluadores.

3.1.5.Definición de las metas de evaluación (Objetivos)

Los objetivos para la evaluación de calidad en uso de este producto son:

- ✓ Validar el procedimiento de evaluación de calidad en uso y, en particular,
- ✓ conocer la percepción de la calidad en uso que tienen, como usuarios finales, los integrantes del curso de la aduana, respecto a la aplicación “sistema de entrenamiento aduanero RX”

La hipótesis de la evaluación en cuanto al segundo objetivo es que, al menos a nivel de subconceptos (características), el producto está por encima de un umbral de satisfacción aceptable.

3.1.6. Descripción del perfil de usuario

Para llevar adelante la evaluación fueron seleccionados, empleando un mecanismo al azar, 5 estudiantes voluntarios matriculados en el curso de inspectores de la aduana, que reunían las características de usuarios intencionales.

Un usuario intencional se define como la audiencia que tiene al menos algún conocimiento o manifiesta algún interés en un producto específico, y probablemente desea informarse o aprender más acerca de sus contenidos y servicios para emplearlos frecuentemente. Su permanencia en la aplicación es generalmente mayor que la de una audiencia casual.

Los participantes trabajaron individualmente, sin ser interrumpidos, y recibieron respuestas a consultas sobre cuestiones de orden general cuando lo solicitaron.

No	Participante	Género	Edad	Grado escolar	Experiencia con las computadoras	Experiencia con el producto
1	Angelis Cauter Torres	F	19	12	Si	No
2	Yaniel Blanco Fernández	M	20	12	Si	No
3	José Miguel Sánchez Pérez	M	20	12	Si	No
4	Yunireni Días Licea	F	19	12	Si	No
5	Manuel Alejandro Jove Osorio	M	20	12	Si	No

Tabla 7: Datos de los usuarios del producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”

3.1.7. Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios

Por razones de eficacia la cantidad de tareas a llevar a cabo por cada usuario debe ser limitada. De este análisis surgieron los objetivos específicos para cuatro tareas, que se consideraron representativas para el perfil mencionado, a continuación se describen las mismas:

Tabla 8: Definición de las tareas del producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”.

Nombre de la tarea	Descripción	Texto de presentación	Notas
Crear perfil	El usuario deberá, seleccionar el enlace correspondiente a	<i>Cree un perfil de usuario</i>	La foto es opcional, por lo que si el

Validación de la solución propuesta

	“seleccionar perfil”, luego el botón “adicionar” y llenar la información correspondiente a los datos del perfil (nombre, cargo y foto) luego debe de dar “aceptar”		usuario no la pone, la actividad se cuenta como completada.
Comenzar partida	Después de creado el perfil de usuario, el individuo debe de seleccionar el botón “nueva partida”, presionar “pause” y dirigirse a los filtros y seleccionar cualquiera.	<i>Comience la partida, detenga la primera imagen y aplíquese un filtro.</i>	
Etiquetar imágenes	El usuario debe de presionar el filtro “normal”, luego “play” y dirigirse a los botones de la barra superior e ir etiquetando las imágenes según sus conocimientos.	<i>Ponga el filtro que permite que la imagen se vea normal, presione la tecla “play” para que las imágenes sigan moviéndose y etiquete 5 de ellas.</i>	
Eliminar perfil	El usuario debe de presionar la tecla “stop”, luego comenzar de nuevo el juego, ir a “seleccione perfil”, seleccionar el que creó y luego presionar “eliminar”	<i>Salga de la partida y elimine el perfil creado.</i>	

Criterios para evaluar correctitud y completitud de las tareas diseñadas.

Se han considerado aspectos de completitud y correctitud de las tareas para asignarles una tasa porcentual de éxito. Teniendo en cuenta que hay ciertas tareas que pueden ser completadas pero en forma incorrecta, por ejemplo: Comience la partida, detenga la primera imagen y aplíquese un filtro (tarea 2) puede ser completada, pero deteniendo no la primera imagen como se indica, sino otra.

Validación de la solución propuesta

Para evaluar la tasa de éxito alcanzado por cada usuario en particular y luego en forma general, o sea para todos los usuarios, se empleó para cada tarea un criterio de medición.

Este criterio se define como un subconjunto de los números naturales. Donde una variable X puede tomar más de dos valores, cada uno de los cuales se corresponde luego a un indicador de calidad.

Los valores de X para cada tarea son los siguientes:

Tarea 1: *Crear perfil* (ver tabla 8 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X .

0. El usuario no encontró el acceso (típicamente un botón para pulsar llamado “*Seleccionar Perfil*”).
1. El usuario encontró “*Seleccionar Perfil*”, pero luego no presionó el botón “*Adicionar*”.
2. El usuario encontró “*Seleccionar Perfil*”, luego presionó el botón “*Adicionar*” llenó todos los campos, pero no dio “*Aceptar*”.
3. El usuario encontró “*Seleccionar Perfil*”, luego presionó el botón “*Adicionar*”, llenó todos los campos, y dio “*Aceptar*”.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 0%, 1 => 33%, 2 => 66% y 3=> 100%

Tarea 2: *Comenzar partida* (ver tabla 8 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X .

0. El usuario no encontró el acceso a “*Nueva Partida*”.
1. El usuario encontró “*Nueva Partida*”, pero luego no presionó el botón “*pausa*”.
2. El usuario encontró “*Nueva Partida*”, pero luego no presionó el botón “*pausa*” en la primera imagen sino en otra.
3. El usuario encontró “*Nueva Partida*”, y luego presionó el botón “*pausa*” en la primera imagen pero no aplicó un filtro.

4. El usuario encontró “*Nueva Partida*”, y luego presionó el botón “*pausa*” en la primera imagen y aplicó un filtro.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 0%, 1 => 25%, 2 =>50%, 3=> 75% y 4=> 100%

Tarea 3: *Etiquetar imágenes* (ver tabla 8 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X.

0. El usuario no encontró el acceso (típicamente un botón para pulsar llamado “*Seleccionar Perfil*”).

1. El usuario seleccionó “*Seleccionar Perfil*” pero no encontró el filtro “*Normal*”.

2. El usuario seleccionó “*Seleccionar Perfil*” encontró el filtro “*Normal*”, luego presionó el botón “*Play*”, pero no etiquetó las imágenes.

3. El usuario seleccionó “*Seleccionar Perfil*” encontró el filtro “*Normal*”, luego presionó el botón “*Play*”, y etiquetó 5 imágenes.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 0%, 1 => 33%, 2 =>66% y 3=> 100%

Tarea 4: *Eliminar Perfil* (ver tabla 8 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X.

0. El usuario no encontró el acceso a “*Nueva Partida*”.

1. El usuario no encontró el botón “*stop*” para salir de la aplicación.

2. El usuario salió de la aplicación pero no entró en ella nuevamente.

3. El usuario salió de la aplicación, entró en ella nuevamente pero no fue a “*Seleccionar Perfil*”.

4. El usuario salió de la aplicación, entró en ella nuevamente fue a “*Seleccionar Perfil*”, seleccionó el que había creado pero no lo eliminó.

5. El usuario salió de la aplicación, entró en ella nuevamente fue a “Seleccionar Perfil”, seleccionó el que había creado y presionó “Eliminar”.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 0%, 1 => 20%, 2 =>40%, 3=> 60%, 4=> 80% y 5=> 100%

3.1.8. Selección y especificación de las características de calidad en uso a evaluar.

Las características de calidad en uso para evaluar son: “*Eficacia*”, “*Productividad*”, y “*Satisfacción*”.

La exclusión del subconcepto “Seguridad”, se debe a que se consideró poco relevante para el producto y el contexto en que se realizó el estudio. Se dio por sentado que el eventual mal funcionamiento del producto evaluado no ocasionaría daños, ni perjuicios de ninguna clase a las personas involucradas, ni el deterioro del equipamiento o de las instalaciones utilizadas.

Los atributos seleccionados para evaluar Eficacia fueron:

- ✓ Eficacia de Tarea
 - Definición: correctitud en la realización total o parcial de las tareas, para todos los usuarios.
 - Objetivo: permite conocer en que medida el producto puede ser utilizado eficazmente por los usuarios en la realización de tareas típicas. Se considera que una tarea completada parcialmente otorga igualmente un cierto grado de eficacia, en la medida en que las metas parciales se cumplen correctamente.
- ✓ Completitud de Tareas.
 - Definición: proporción de las tareas propuestas completadas por los usuarios.
 - Objetivos: permite conocer en que medida las tareas propuestas han sido completadas por los usuarios. A diferencia del atributo Eficacia de Tarea, aquí se toman en cuenta sólo las tareas que han sido completadas correctamente en su totalidad.

Los atributos seleccionados para evaluar Productividad fueron:

- ✓ Eficiencia en relación a Eficacia
 - Definición: productividad en las tareas completadas parcial o totalmente.
 - Objetivos: conocer el nivel de productividad obtenido por los usuarios, considerando aquellas tareas que fueron parcial o totalmente completadas.

- ✓ Eficiencia en relación a Completitud de Tareas.
 - Definición: productividad de los usuarios en las tareas completadas totalmente.
 - Objetivos: conocer el nivel de productividad obtenido por los usuarios considerando sólo aquellas tareas que fueron totalmente completadas.

El atributo seleccionado para evaluar Satisfacción fue:

- ✓ Satisfacción
 - Definición: es el nivel de satisfacción expresado por los usuarios en relación al producto evaluado.
 - Objetivos: permite conocer en que medida los usuarios se sintieron satisfechos empleando el producto. Si bien representa el aspecto subjetivo de la evaluación de calidad en uso, es posible cuantificarlo. La evaluación subjetiva toma en cuenta aspectos del producto tales como: facilidad para ser aprendido y utilizado, adecuación del diseño y presentación de la interfaz, etc.

3.1.9. Diseño y selección de métricas

Además de las métricas indirectas necesarias para cuantificar los atributos presentes en el árbol de requerimientos representado en el capítulo 2 figura 8, fue necesario considerar otras, cuyos atributos no están en el árbol pero que son necesarias y, en el contexto de evaluación, se deben registrar y almacenar igual que las otras métricas. Se trata en muchos casos de métricas directas, que constituyen la base para la medición. Estas métricas son una recopilación del trabajo de Juan Guillermo Covella (28) y del estándar 9126-4 (13).

Característica: Eficacia				
Atributo: Eficacia de tarea				
Nº	Métrica	Fórmula	Interpretación	Descripción
1	Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios (PTCTu)	$PTCTu = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} PTC1u}{n}$	0<=PTCTu<=1, cuanto más próximo a 1 mejor	n: número de usuarios que intervienen en el estudio. PTC1u: métrica 2
2	Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por un	$PTC1u = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} M1}{n}$	0<=PTC1u<=1, cuanto más próximo a 1	n :nº de tareas propuestas. M1: métrica 3

Validación de la solución propuesta

	Usuario,(PTC1u)		mejor.	
3	Proporción de Tarea Completada Correctamente, M1	$M1=1-\sum Ai$	$0 \leq M1 \leq 1$, cuanto más próximo a 1 mejor.	Ai :es el peso asignado a la parte proporcional de la tarea <i>no</i> realizada o realizada incorrectamente. En caso de que la sumatoria de los pesos de Ai exceda 1, a la métrica se le asignará el valor 0.
Atributo: Completitud de Tareas.				
4	Promedio de la proporción de tareas completadas sobre tareas propuestas para todos los usuarios, (P_TC)	$P_TC = \frac{\sum_{i=1}^n CT}{n}$	$0 \leq P_TC \leq 1$, cuanto más próximo a 1 mejor	n: cantidad de usuarios. CT: Completitud de tareas, métrica 5.
5	Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas, CT	$CT = \frac{Tc}{Tp}$	$0 \leq CT \leq 1$, Cuanto más próximo a 1 mejor	Tc : N° de tareas completadas, métrica 6. Tp : N° de tareas propuestas, métrica 7.
6	N° de tareas completadas correctamente , Tc.	Conteo de las tareas completadas correctamente.	$0 \leq Tc$, la cantidad de tareas propuestas debe ser mayor o igual a 0.	
7	N° de tareas propuestas, Tp.	Conteo del n° de tareas propuestas.	$0 < Tp$, la cantidad de tareas propuestas debe ser mayor que 0.	
Característica: Productividad				
Atributo: Eficiencia en relación a Eficacia.				
8	Promedio de eficiencia de	$PETT_u = \frac{\sum_{i=1}^n PET1u}{n}$	$0 \leq PETT_u$, cuanto más	n :número de usuarios.

Validación de la solución propuesta

	tareas para todos los usuarios considerando Eficacia, PETTu.		grande, mejor.	PET1u: Eficiencia de un Usuario en relación a Eficacia, métrica 9.
9	Promedio de Eficiencia de Tareas para un Usuario considerando Eficacia, PET1u	$PET1u = \frac{\sum_{i=1}^n Eft}{Tp}$	0<=PET1u, cuanto más grande, mejor.	Eft: Eficiencia de Tarea considerando Eficacia para cada tarea y la unidad es tarea/minutos, métrica 10. Tp: número de tareas propuestas, métrica 7.
10	Proporción de Eficiencia de Tarea considerando Eficacia, Eft.	$Eft = \frac{M1}{Tt}$	0<=Eft, cuanto más grande, mejor.	M1: Proporción de Tarea Completada Correctamente, métrica 3. Tt: Tiempo de tarea, métrica 11.
11	Tiempo Empleado por un Usuario para Completar una Tarea, Tt.	Tomar, para cada usuario, el tiempo que le insumió realizar una tarea. Se realiza desde el momento en que el usuario inicia la tarea hasta que indica que la finalizó.	0<Tt, cuanto más pequeño mejor	
Atributo: Eficiencia en relación a completitud de tareas				
12	Promedio de la Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas, P_EFRcTu.	$P_EFRcTu = \frac{\sum_{i=1}^n EftRc}{n}$	0< P_EFRcTu, cuanto mayor, mejor	EftRc es la métrica 13 n :número de usuarios
13	Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas, EftRc.	$EftRc = \frac{CT}{TtCc}$	0< EftRc, cuanto mayor, mejor. A medida que el tiempo empleado disminuye (el denominador se hace más pequeño), aumenta el nivel de eficiencia. Además, dado	CT: Completitud de Tarea, <i>métrica 5</i> . TtCc: Tiempo de Tareas Completadas Correctamente, <i>métrica 14</i> .

Validación de la solución propuesta

			que las tareas consideradas son aquellas completadas totalmente, el numerador es siempre mayor que 0.	
14	Tiempo Total de Tareas Completadas, TtCc.	$TtCc = \sum_{i=1}^{TC} TtC$	0 < TtCc, cuanto menor, mejor. A menor tiempo insumido, mayor productividad en la realización de todas las tarea completadas.	TtC: tiempo de tarea completada, métrica 15.
15	Tiempo de Tarea Completada, TtC.	Registrar el tiempo que le insumió completar correctamente una tarea.	0 < TtC, cuanto menor, mejor. A menor tiempo insumido para completar una tarea, mayor productividad en la realización de la tarea.	
Característica: Satisfacción				
Atributo: Satisfacción				
16	Promedio del grado de Satisfacción, P_GS.	$P_GS = \frac{\sum_{i=1}^n GS}{n}$	0 ≤ P_GS ≤ 40, cuanto más próximo a 40, mejor.	GS: Satisfacción para un Usuario, métrica 17. n: número de usuarios
17	Satisfacción para un Usuario, GS	$GS = \sum_{k=1}^{m/2} item_{2k} + \sum_{k=1}^{m/2} item_{2k-1}$ <p>Nota: El puntaje para los ítems impares se calcula como la posición de la respuesta menos 1 y el puntaje para los ítems pares como 5 menos la posición de la respuesta. De este modo, el puntaje máximo que puede obtenerse para</p>	0 ≤ GS ≤ 40, cuanto más próximo a 40, mejor. El 40 como valor máximo del cuestionario no es arbitrario sino que responde a características del diseño de la encuesta.	ítemk: k-esimo ítem del cuestionario. m: cantidad de ítems del cuestionario.

		cada ítem es 4 y el mínimo 0, y para cada cuestionario el máximo puntaje 40.		
--	--	--	--	--

Tabla 9: Métricas definidas para la evaluación

A continuación se describen los indicadores diseñados para la evaluación, en todos los casos un puntaje en el rango “no satisfactorio” indica la urgencia de poner en práctica acciones correctivas.

Indicadores relacionados a Eficacia

- ✓ **Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios, %P_ETTu_P.**

Fórmula: %P_ETTu_P = PTCTu x100

Rango (niveles de aceptabilidad):

0 ≤ %P_ETTu_P ≤ 45: no satisfactorio.

45 < %P_ETTu_P ≤ 70: aceptable (regular).

70 < %P_ETTu_P ≤ 100: satisfactorio.

- ✓ **Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas, %P_CT_P.**

Fórmula: %P_CT_P = P_TC x100

Rango (niveles de aceptabilidad):

0 ≤ %P_CT_P ≤ 45: no satisfactorio.

45 < %P_CT_P ≤ 70: aceptable (regular).

70 < %P_CT_P ≤ 100: satisfactorio.

Indicadores relacionados a Productividad

- ✓ **Grado de Cumplimiento Respecto a Eficiencia de Tareas considerando Eficacia, %P_ETCE.**

Fórmula: %P_ETCE = 100, si PETTu > PET1u Max.

Sino $\%P_{ETCE} = \frac{(PETTu - PET1u Min)}{(PET1u Max - PET1u Min)} \times 100$, si PET1u Min < PETTu < PET1u Max.

Sino %P_ETCE = 0, si PETTu = PET1u Min

PETTu: Promedio de Eficiencia de Tareas para Todos los Usuarios considerando Eficacia, métrica 8

PET1u Min: Peor valor obtenido por un usuario para la métrica PET1u.

PET1u Max: Mejor valor obtenido por un usuario para la métrica PET1u.

Criterios de Decisión (rango o niveles de aceptabilidad):

0 ≤ %P_ETCE ≤ 45: no satisfactorio.

45 < % P_ETCE ≤ 70: aceptable (regular).

70 < %P_ETCE ≤ 100: satisfactorio.

- ✓ **Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas, %P_EFtRcTu_P.**

Fórmula: %P_EFtRcTu_P = P_EFRcTu x100

Rango (Niveles de aceptabilidad):

0 ≤ %P_EFtRcTu_P ≤ 45: no satisfactorio.

45 < %P_EFtRcTu_P ≤ 70: aceptable (regular).

70 < %P_EFtRcTu_P ≤ 100: satisfactorio.

Indicadores relacionados a Satisfacción

✓ **Grado de Cumplimiento respecto a Satisfacción de usuarios, P_GS.**

Fórmula: %P_GS = GS × 2.5

Criterios de Decisión (rango o niveles de aceptabilidad)

0 ≤ %P_GS ≤ 45: no satisfactorio.

45 < %P_GS ≤ 70: aceptable (Regular).

70 < %P_GS ≤ 100: satisfactorio.

Indicadores para Calidad en uso, CU

Se promedia el nivel de eficacia más el de productividad más el de satisfacción.

Criterios de Decisión (rango o niveles de aceptabilidad)

0 ≤ %CU ≤ 45: no satisfactorio.

45 < %CU ≤ 70: aceptable (Regular).

70 < %CU ≤ 100: satisfactorio.

3.1.10. Cálculo de métricas

Para la medición del tiempo en que los usuarios se demoraban realizando las tareas, se utilizaron relojes digitales y para conocer la cantidad de tareas completas correctamente se realizó el conteo de forma manual.

Para la característica Eficacia: Atributo “Eficacia de tarea”.

Para poder calcular la métrica relacionada directamente con el atributo Eficacia de Tarea fue necesario primero calcular la métrica 3 *Proporción de tarea completada correctamente*. Los resultados obtenidos son los que se pueden visualizar en la Tabla 10.

Resultados para $M1 = I1 - \sum A_i I$				
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
Usuario 1	1	0.75	1	1
Usuario 2	1	0.75	0.66	0.2
Usuario 3	1	0.75	0.66	0.2
Usuario 4	1	1	0.66	1
Usuario 5	1	1	0.33	1

Tabla 10: Resultados para la métrica 3 Proporción de tarea completada correctamente

En base a la métrica anterior fue posible calcular la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por un Usuario* (métrica 2, tabla 11).

Resultados	para
-------------------	-------------

$$PTC1u = \frac{\sum_{i=1}^n M1}{n}$$

Usuario 1	0.94
Usuario 2	0.65
Usuario 3	0.65
Usuario 4	0.92
Usuario 5	0.83

Tabla 11: Resultados para la métrica 2 Promedio de la Proporción de tareas completadas por un usuario

A continuación se obtuvo el valor de la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios* (métrica 1). Para ello se realizó el cociente entre la sumatoria de los resultados obtenidos para la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por un Usuario* y el número de usuarios participantes. El resultado obtenido fue **0.80**

Para la característica Eficacia: Atributo “Complejidad de tareas”.

Para la métrica Número de Tareas Completadas Correctamente (métrica 6), se contaron para cada usuario, las tareas completadas correctamente. Es decir, cada tarea en la que el usuario completó correctamente todas y cada una de las sub-metas definidas. En la Tabla 12 se presenta un resumen de los resultados obtenidos. Luego fue posible calcular la métrica Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas, CT (métrica 5), cuyo método de cálculo es el cociente entre las Tareas Completadas Correctamente y las Tareas Propuestas. Considerando que el número de tareas propuestas es el mismo para todos los usuarios (cuatro), los resultados obtenidos son los que se visualizan en la misma tabla.

Usuarios	Resultados para Tc	Resultados para CT= $\frac{Tc}{Tp}$
Usuarios 1	3	0.75
Usuarios 2	1	0.25
Usuarios 3	1	0.25

Validación de la solución propuesta

Usuarios 4	3	0.75
Usuarios 5	3	0.75

Tabla 12: Resultados para las métricas 6 y 5. Número de tareas completadas correctamente y Proporción de tareas completadas sobre tareas propuestas

En el paso siguiente fue posible calcular la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas para Todos los Usuarios* (métrica 4) realizando el cociente entre la sumatoria de los resultados obtenidos para la métrica *Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas* y el número de usuarios. El resultado obtenido fue **0,55**.

Para la característica Productividad: Atributo “Eficiencia en relación a eficacia”.

Para poder calcular la métrica el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios Considerando Eficacia*, se midió primero el tiempo empleado por los usuarios en llevar adelante las tareas. Las mediciones están en la Tabla 13

Tiempo empleado por los usuarios(minutos: segundos)				
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
Usuario 1	0:20	0:20	0:20	0:15
Usuario 2	0:50	1:00	1:00	1:20
Usuario 3	0:15	1:00	1:30	1:40
Usuario 4	0:25	0:35	0:40	0:15
Usuario 5	0:25	0:30	1:45	0:10

Tabla 13: Tiempo empleado por los usuarios en cada tarea

La métrica siguiente es, *Proporción de Eficiencia de Tarea considerando Eficacia* (métrica 10, Tabla 14)

Resultados para $Eft = \frac{M1}{Tt}$				
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
Usuario 1	5	3.75	5	5
Usuario 2	2	0.75	0.66	0.17
Usuario 3	6.67	0.75	0.51	0.14
Usuario 4	4	2.86	0.47	6.67
Usuario 5	4	3.33	0.69	10

Tabla 14: Resultados para la métrica 10 Proporción de tarea considerando eficacia

Antes de calcular la métrica relacionada directamente con el atributo *Eficiencia en Relación a Eficacia*, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para un Usuario considerando Eficacia* (métrica 9, Tabla 15), como el cociente entre la sumatoria de los resultados obtenidos por todos los usuarios en la métrica anterior y el número de tareas propuestas (cuatro).

Resultados	para
$PET1u = \frac{\sum_{i=1}^n EFt}{Tp}$	
Usuario 1	4.69
Usuario 2	0.90
Usuario 3	2.02
Usuario 4	3.5
Usuario 5	4.51

Tabla 15: Resultados para la métrica 9 Promedio de eficiencia de tareas para un usuario considerando eficacia

En última instancia, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios considerando Eficacia* (métrica 8), obtenido a partir del cociente entre la sumatoria de los resultados de todos los usuarios y el número de usuarios participantes. El resultado fue **3,12**.

Para la característica Productividad: Atributo “Eficiencia en relación a completitud de tareas”.

En primer lugar se calculó la métrica *Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas*, presentada en la Tabla 11, luego, con el objetivo de calcular las otras métricas relacionadas a Productividad, se midió el *Tiempo Total de Tareas Completadas* (métrica 11, tabla 16), esto es el tiempo insumido en llevar adelante solamente aquellas tareas que fueron totalmente completadas y en forma correcta.

Resultados	para
$TtCc = \sum_{i=1}^{TC} TtC$	
Usuario 1	0:55

Usuario 2	0:50
Usuario 3	0:15
Usuario 4	1:15
Usuario 5	1:05

Tabla 16: Resultados para la métrica 11 Tiempo total de tareas completadas

Evidentemente aquellos usuarios que hayan completado un menor número de tareas podrían computar menos tiempo que aquellos que hayan completado todas. Sin embargo, el hecho de haber completado menos tareas resultará en una penalización en la métrica *Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas*, métrica 13. Los resultados están en la tabla 17.

Resultados	para
$EFtRc = \frac{CT}{TtCc}$	
Usuario 1	1,36
Usuario 2	0,5
Usuario 3	1,67
Usuario 4	0,65
Usuario 5	0,71

Tabla 17: Resultados para la métrica 13 Proporción de eficiencia de tareas completadas

En última instancia, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios considerando Eficacia* (métrica 12), obtenido a partir del cociente entre la sumatoria de los resultados de todos los usuarios y el número de usuarios participantes. El resultado fue **0.98**

Para la característica Satisfacción: Atributo “Satisfacción”.

Para evaluar la satisfacción de los usuarios se empleó un cuestionario (ver anexo A). Cada ítem recibe una puntuación de 0 a 4, de modo que el rango para la puntuación de cada cuestionario estará entre 0 y 40.

Los resultados de cada cuestionario completado, reflejados por la métrica *Satisfacción para un Usuario* (métrica 17), se presentan en la Tabla 18. Las puntuaciones más altas, próximas a 40, reflejan una disposición más favorable de los usuarios respecto al producto utilizado.

Resultados para GS =	
$\sum_{k=1}^{k=m/2} item_{2k} + \sum_{k=1}^{k=m/2} item_{2k-1}$	
Usuario 1	23
Usuario 2	40
Usuario 3	32
Usuario 4	23
Usuario 5	38

Tabla 18: Resultados para la métrica 17 Satisfacción para un usuario

Para obtener un valor que represente la perspectiva de todos los usuarios se aplicó la métrica *Promedio del Grado de Satisfacción* (métrica 16). El cálculo se realizó como el cociente entre la sumatoria de los resultados de la métrica *Satisfacción para un Usuario* y el número de usuarios participantes, siendo el resultado **31,2**

Cálculo de los indicadores

Indicadores relacionados a Eficacia

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios, %P_ETTu_P.

Para este indicador, el modelo elemental utilizado (definido en la sesión 2.5.9) expresa que el valor se obtiene como el producto entre el valor de la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios* (0,80) y 100.

Se obtuvo **80%** como valor del indicador.

- ✓ Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas, %P_CT_P.

El cálculo del modelo elemental para este indicador se obtuvo como el producto entre el valor de la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas para Todos los Usuarios* (0,55) y 100.

Se obtuvo **55%** como valor del indicador.

Indicadores relacionados a Productividad

- ✓ Grado de Cumplimiento Respecto a Eficiencia de Tareas considerando Eficacia, %P_ETCE.

Validación de la solución propuesta

Para este indicador no es un producto entre el valor de la métrica y un factor (100 en los casos anteriores), sino una fórmula donde debe calcularse el cociente entre la diferencia de la métrica con el valor mínimo (dividendo) sobre la diferencia entre los valores máximos y mínimos obtenidos por los usuarios (divisor). Luego puede obtenerse el valor del indicador, al multiplicarse el resultado del cociente anterior por 100. Los valores de las métricas necesarios para el método de cálculo de esta métrica, *Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios considerando Eficacia* y *Promedio de Eficiencia de Tareas para un Usuario considerando Eficacia*, han sido calculados en la característica Productividad: Atributo "Eficiencia en relación a eficacia".

Se obtuvo **59%** como valor del indicador.

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas, %P_EFtRcTu_P.

En este caso, se calculó como el producto entre la métrica Promedio de proporción de Eficiencia de tareas completadas (0.98) y 100.

Se obtuvo **98%** como valor del indicador.

Indicadores relacionados a Satisfacción

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Satisfacción de usuarios.

El indicador de satisfacción se obtuvo como el producto entre la métrica *Promedio del Grado de Satisfacción* (31,2) y 2,5. El factor 2,5 surge de la necesidad de expresar el indicador como porcentaje y considerando que el valor máximo de la métrica involucrada puede ser 40.

Se obtuvo **78%** como valor del indicador.

3.1.11. Analizar resultados, elaborar las conclusiones y documentar

Los resultados correspondientes a los indicadores se presentan en la Tabla 19

Código	Concepto calculable	Característica	Atributo	Valor de Aceptabilidad
1	Nivel de Calidad en Uso			74,7
1.1		Nivel de Eficacia		67.5%
1.1.1			Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de	80%

Validación de la solución propuesta

			Tareas Completadas por Todos los Usuarios	
1.1.2			Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas	55%
1.2		Nivel de Productividad		78.5%
1.2.1			Grado de Cumplimiento Respecto a Eficiencia de Tareas considerando Eficacia	59%
1.2.2			Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas	98%
1.3		Nivel de Satisfacción		78%
1.3.1			Grado de Cumplimiento respecto a Satisfacción de usuarios.	31,2

Tabla 19: Resultados de los indicadores de calidad en uso para el producto Sistema de entrenamiento aduanero RX

Considerando los resultados obtenidos, presentados en la Tabla 19, se observa que el cálculo del indicador de calidad en uso resultó por encima del valor mínimo de aceptabilidad del 70,00%, arrojando un 74,7%, lo cual dentro del rango del indicador es satisfactorio. Además, teniendo en cuenta el puntaje a nivel de características, los cuales fueron: *Eficacia* (67,5), *Productividad* (78,5) y *Satisfacción*: (78) se cumple con la hipótesis de que “al menos a nivel de características, el producto está por encima de un umbral de satisfacción aceptable.

A nivel de características, es alto el nivel de *Satisfacción* que demostraron los usuarios y el de productividad, pero regular o aceptable el nivel de *eficacia*. Consecuentemente, se puede inferir que la percepción que tienen los usuarios del producto es muy favorable, a pesar de que no resultaron altamente eficaces en la realización de las tareas propuestas.

3.2 Aplicación del procedimiento en el producto “Salón Virtual de la Industria Informática Cubana”.

3.2.1. Información sobre el producto a evaluar.

El sistema permite realizar un recorrido virtual por el salón de la industria informática cubana, de forma tal que el usuario puede acercarse y alejarse del área en que se expone, logrando visualizar algunas de las principales soluciones desarrolladas por empresas cubanas en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones con un significativo impacto en la sociedad, que allí se exhiben. Se muestra información de todos los productos ubicados en el salón y se da la opción de mostrar una barra de acceso rápido a la información de los mismos.

3.2.2. Requerimientos del producto

Características técnicas

- ✓ Sistema Operativo: Linux, Windows XP, Windows Vista, u otro sistema operativo que soporte Adobe FlashPlayer versión 10.0.0 o superior.
- ✓ Memoria RAM: 512 MB como mínimo.
- ✓ Navegador Web: Cualquier navegador web que soporte Adobe Flash Player en su versión 10.0.0 o superior.
- ✓ Programa: Adobe Flash Player en su versión 10.0.0 o superior.

3.2.3. Recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación del producto

Para llevar a cabo la evaluación se necesitaron:

- ✓ 5 computadoras de escritorio basadas en un microprocesador Pentium IV con 512 MB de RAM o más.
- ✓ 5 teclados, 5 mouse, y 5 monitores de 17" configurado a 800 x 600 píxeles.
- ✓ Sistema Operativo Windows XP en cada una de ellas.
- ✓ navegador web Mozilla Firefox
- ✓ Programa: Adobe Flash Player en su versión 10.0.0 o superior.

3.2.4. Especificación del contexto en el que se va a realizar la evaluación

La evaluación fue desarrollada en un laboratorio del grupo calisoft, el cual fue levemente adaptado para simular un ambiente adecuado para los probadores, contándose con una

computadora de escritorio para cada usuario destinada a la realización de las tareas, sobre una mesa con suficiente espacio para apoyar las hojas con las instrucciones generales y la encuesta provista por los evaluadores.

3.2.5. Definición de las metas de evaluación (Objetivos)

Los objetivos para la evaluación de calidad en uso de este producto son:

- ✓ Validar el procedimiento de evaluación de calidad en uso y, en particular,
- ✓ conocer la percepción de la calidad en uso que tienen, como usuarios finales, los clientes de ALBET, respecto a la aplicación “Salón Virtual de la Industria Informática Cubana”

La hipótesis de la evaluación en cuanto al segundo objetivo es que al igual que el producto Sistema de Entrenamiento Aduanero RX, al menos a nivel de características, la aplicación está por encima de un umbral de satisfacción aceptable.

3.2.6. Descripción del perfil de usuario

Para llevar adelante la evaluación fueron seleccionados, empleando un mecanismo al azar, 5 estudiantes voluntarios que participaron en las pruebas de liberación de este producto, a los cuales se les catalogó como usuarios intencionales. Los datos de los participantes se registran a continuación.

No	Participante	Género	Edad	Grado escolar	Experiencia con las computadoras	Experiencia con el producto
1	Yanet Fernández Batista	F	22	12	Si	No
2	Dayana García Cabrera	F	23	12	Si	No
3	Yusmary Pérez Dimas	F	25	12	Si	No
4	Camila Martínez Ortega	F	22	12	Si	No
5	Tania Vega Rodríguez	F	22	12	Si	No

Tabla 20: Datos de los usuarios del producto “Salón virtual de la industria informática cubana”

3.2.7. Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios

A continuación se describen las tareas definidas.

Tabla 21: Definición de las tareas del producto “Salón virtual de la industria informática cubana”.

Nombre de la tarea	Descripción	Texto de presentación
Desplazarse por el local	El usuario deberá, utilizando las teclas “flecha arriba”, “flecha abajo”, “flecha derecha”, “flecha izquierda” del teclado desplazarse por la aplicación hasta encontrar el producto.	Desplácese por el local hasta el producto Infodrez
Mostrar Información	El usuario deberá moverse hasta este producto y hacer clic sobre él.	Muestre la información del producto “Plataforma de teleformación”
Mostrar Menú de productos	El usuario debe de ir hasta la parte superior izquierda de la pantalla. Al pasar el cursor por encima, el menú debe rotar en forma de carrusel mostrando el nombre de cada producto que en ese momento coincida con la posición del cursor. Al dar clic izquierdo sobre unos de los productos la aplicación debe dirigir el recorrido hacia la computadora donde se encuentra el producto seleccionado.	Diríjase al menú de productos y seleccione NOVA

Crterios para evaluar correctitud y completitud de las tareas diseñadas.

Se han considerado aspectos de completitud y correctitud de las tareas para asignarles una tasa porcentual de éxito.

Tarea 1: Desplazarse por el local (ver tabla 21 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X.

- 0. El usuario utilizó las teclas para desplazarse pero no encontró el producto.
- 1. El usuario utilizó las teclas para desplazarse y encontró el producto.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 50%, 1 => 100%.

Tarea 2: Mostrar Información (ver tabla 21 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X.

0. El usuario se desplazó hasta el producto pero no le dio clic.

1. El usuario se desplazó hasta el producto y le dio clic para ver su información.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 50%, 1 => 100%.

Tarea 3: Mostrar Menú de productos (ver tabla 21 para la descripción de la tarea).

Se propusieron los siguientes valores para la variable X.

0. El usuario no se desplazó hasta el menú.

1. El usuario se desplazó hasta el menú pero no encontró el producto NOVA.

2. El usuario se desplazó hasta el menú encontró el producto NOVA pero no le dio clic izquierdo.

3. El usuario se desplazó hasta el menú encontró el producto NOVA y le dio clic izquierdo.

Los valores para la variable X guardan correspondencia con los siguientes indicadores:

0 => 0%, 1 => 33%, 2 =>66% y 3=> 100%

3.2.8. Selección y especificación de las características de calidad en uso a evaluar.

Las características a evaluar son las mismas que las del producto anterior, (ver sesión 3.1.8)

3.2.9. Diseño y selección de métricas

Al ser iguales las características a evaluar y los atributos, las métricas definidas en la sesión 3.1.9 serán las empleadas a este producto.

3.2.10. Cálculo de métricas

Para el cálculo de las métricas se seguirán los mismos pasos y en el mismo orden en el que se le aplicaron al producto Sistema de Entrenamiento Aduanero RX en la sesión 3.1.10. Aquí solo se registrarán los resultados de los atributos de cada una de las características.

Para la característica Eficacia: Atributo “Eficacia de tarea”.

Validación de la solución propuesta

Para poder calcular la métrica relacionada directamente con el atributo Eficacia de Tarea fue necesario primero calcular la métrica 3 *Proporción de tarea completada correctamente*.

Resultados para $M1=I1-\sum A_i I$			
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	1	1	0.66
Usuario 2	1	1	1
Usuario 3	1	1	1
Usuario 4	1	0.50	0.66
Usuario 5	1	1	1

Tabla 22: Resultados para la métrica 3 *Proporción de tarea completada correctamente* para el segundo producto evaluado

En base a la métrica anterior fue posible calcular la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por un Usuario* (métrica 2, tabla 23).

Resultados para	
$PTC1u = \frac{\sum_{i=1}^n M1}{n}$	
Usuario 1	0.89
Usuario 2	1
Usuario 3	1
Usuario 4	0.72
Usuario 5	1

Tabla 23: Resultados para la métrica 2 *Promedio de la Proporción de tareas completadas por un usuario del segundo producto evaluado*

A continuación se obtuvo el valor de la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios* (métrica 1). El resultado obtenido fue **0.92**

Para la característica Eficacia: Atributo “Complejidad de tareas”.

Para la métrica Número de Tareas Completadas Correctamente (métrica 6), se contaron para cada usuario, las tareas completadas correctamente. Es decir, cada tarea en la que el usuario completó correctamente todas y cada una de las sub-metas definidas. En la Tabla 24 se presenta un resumen de los resultados obtenidos. Luego fue posible calcular la métrica *Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas*, CT (métrica 5),

cuyo método de cálculo es el cociente entre las Tareas Completadas Correctamente y las Tareas Propuestas. Considerando que el número de tareas propuestas es el mismo para todos los usuarios, los resultados obtenidos son los que se visualizan en la misma tabla.

Usuarios	Resultados para Tc	Resultados para $CT = \frac{Tc}{Tp}$
Usuarios 1	2	0.67
Usuarios 2	3	1
Usuarios 3	3	1
Usuarios 4	1	0.33
Usuarios 5	3	1

Tabla 24: Resultados para las métricas 6 y 5. Número de tareas completadas correctamente y Proporción de tareas completadas sobre tareas propuestas del segundo producto evaluado.

En el paso siguiente fue posible calcular la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas para Todos los Usuarios* (métrica 4). El resultado obtenido fue **0,8**.

Para la característica Productividad: Atributo “Eficiencia en relación a eficacia”.

Para poder calcular la métrica el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios Considerando Eficacia*, se midió primero el tiempo empleado por los usuarios en llevar adelante las tareas. Las mediciones están en la Tabla 25

Tiempo empleado por los usuarios(minutos: segundos)			
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	0:40	0:20	0:55
Usuario 2	0:25	0:20	0:20
Usuario 3	0:20	0:25	0:40
Usuario 4	0:25	0:40	1:00
Usuario 5	0:20	0:20	0:30

Validación de la solución propuesta

Tabla 25: Tiempo empleado por los usuarios en cada tarea en la evaluación del segundo producto.

La métrica siguiente es, Proporción de Eficiencia de Tarea considerando Eficacia (métrica 10, Tabla 26)

Resultados		para	
$Eft = \frac{M1}{Tt}$			
Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	2,5	5	1,20
Usuario 2	4	5	5
Usuario 3	5	4	2,5
Usuario 4	4	1,25	0,66
Usuario 5	5	5	4

Tabla 26: Resultados para la métrica 10 Proporción de tarea considerando eficacia para el segundo producto evaluado.

Antes de calcular la métrica relacionada directamente con el atributo *Eficiencia en Relación a Eficacia*, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para un Usuario considerando Eficacia* (métrica 9, Tabla 27), como el cociente entre la sumatoria de los resultados obtenidos por todos los usuarios en la métrica anterior y el número de tareas propuestas (tres).

Resultados		para	
$PET1u = \frac{\sum_{i=1}^n Eft}{Tp}$			
Usuario 1	2,9		
Usuario 2	4,67		
Usuario 3	3,83		
Usuario 4	1,97		
Usuario 5	4,67		

Tabla 27: Resultados para la métrica 9 Promedio de eficiencia de tareas para un usuario considerando eficacia para el segundo producto evaluado.

En última instancia, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios considerando Eficacia* (métrica 8), obtenido a partir del cociente entre la sumatoria de los resultados de todos los usuarios y el número de usuarios participantes. El resultado fue **3.61**.

Para la característica Productividad: Atributo “Eficiencia en relación a completitud de tareas”.

En primer lugar se calculó la métrica *Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas*, presentada en la Tabla 23, luego, con el objetivo de calcular las otras métricas relacionadas a Productividad, se midió el *Tiempo Total de Tareas Completadas* (métrica 11, tabla 28), esto es el tiempo insumido en llevar adelante solamente aquellas tareas que fueron totalmente completadas y en forma correcta.

Resultados	para
$TtCc = \sum_{i=1}^{TC} TtC$	
Usuario 1	0,60
Usuario 2	0,65
Usuario 3	0,85
Usuario 4	0,25
Usuario 5	0,70

Tabla 28: Resultados para la métrica 11 Tiempo total de tareas completadas para el segundo producto evaluado.

Evidentemente aquellos usuarios que hayan completado un menor número de tareas podrían computar menos tiempo que aquellos que hayan completado todas. Sin embargo, el hecho de haber completado menos tareas resultará en una penalización en la métrica *Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas*, métrica 13. Los resultados están en la tabla 29.

Resultados	para
$EFtRc = \frac{CT}{TtCc}$	
Usuario 1	1,12
Usuario 2	1,54
Usuario 3	1,18
Usuario 4	1,32
Usuario 5	1,43

Tabla 29: Resultados para la métrica 13 Proporción de eficiencia de tareas completadas para el segundo producto evaluado.

En última instancia, se calculó el *Promedio de Eficiencia de Tareas para todos los Usuarios considerando Eficacia* (métrica 12), obtenido a partir del cociente entre la sumatoria de los resultados de todos los usuarios y el número de usuarios participantes. El resultado fue **0.99**

Para la característica Satisfacción: Atributo “Satisfacción”.

El cuestionario utilizado es el mismo que se utilizó para evaluar el producto anterior. Los resultados de cada cuestionario completado, reflejados por la métrica *Satisfacción para un Usuario* (métrica 17), se presentan en la Tabla 30.

Resultados para	
$GS = \sum_{k=1}^{k=m/2} \text{item}_{2k} + \sum_{k=1}^{k=m/2} \text{item}_{2k-1}$	
Usuario 1	32
Usuario 2	40
Usuario 3	40
Usuario 4	23
Usuario 5	40

Tabla 30: Resultados para la métrica 17 Satisfacción para un usuario para el segundo producto evaluado.

Para obtener un valor que represente la perspectiva de todos los usuarios se aplicó la métrica *Promedio del Grado de Satisfacción* (métrica 16), siendo el resultado **35**.

Cálculo de los indicadores

Indicadores relacionados a Eficacia

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios, %P_ETTu_P.

Para este indicador, el modelo elemental utilizado (definido en la sesión 2.5.9) expresa que el valor se obtiene como el producto entre el valor de la métrica Promedio de la Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios (0,92) y 100.

Se obtuvo **92%** como valor del indicador.

- ✓ Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas, %P_CT_P.

El cálculo del modelo elemental para este indicador se obtuvo como el producto entre el valor de la métrica *Promedio de la Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas para Todos los Usuarios* (0,8) y 100.

Se obtuvo **80%** como valor del indicador.

Indicadores relacionados a Productividad

- ✓ Grado de Cumplimiento Respecto a Eficiencia de Tareas considerando Eficacia, %P_ETCE.

Para este indicador no es un producto entre el valor de la métrica y un factor (100 en los casos anteriores), sino una fórmula donde debe calcularse el cociente entre la diferencia de la métrica con el valor mínimo (dividendo) sobre la diferencia entre los valores máximos y mínimos obtenidos por los usuarios (divisor). Luego puede obtenerse el valor del indicador, al multiplicarse el resultado del cociente anterior por 100.

Se obtuvo **61%** como valor del indicador.

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas, %P_EFtRcTu_P.

En este caso, se calculó como el producto entre la métrica *Promedio de proporción de Eficiencia de tareas completadas* (0.99) y 100.

Se obtuvo **99%** como valor del indicador.

Indicadores relacionados a Satisfacción

- ✓ Grado de Cumplimiento respecto a Satisfacción de usuarios.

El indicador de satisfacción se obtuvo como el producto entre la métrica *Promedio del Grado de Satisfacción* (35) y 2,5. El factor 2,5 surge de la necesidad de expresar el indicador como porcentaje y considerando que el valor máximo de la métrica involucrada puede ser 40.

Se obtuvo **87.5%** como valor del indicador.

3.2.11. Analizar resultados, elaborar las conclusiones y documentar

Los resultados correspondientes a los indicadores se presentan en la Tabla 31

Validación de la solución propuesta

Código	Concepto calculable	Característica	Atributo	Valor de Aceptabilidad
1	Nivel de Calidad en Uso			84,5
1.1		Nivel de Eficacia		86%
1.1.1			Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas por Todos los Usuarios	92%
1.1.2			Grado de Cumplimiento Respecto a Proporción de Tareas Completadas sobre Tareas Propuestas	80%
1.2		Nivel de Productividad		80%
1.2.1			Grado de Cumplimiento Respecto a Eficiencia de Tareas considerando Eficacia	61%
1.2.2			Grado de Cumplimiento respecto a Proporción de Eficiencia de Tareas Completadas	99%
1.3		Nivel de Satisfacción		87,5%
1.3.1			Grado de Cumplimiento respecto a Satisfacción de usuarios.	87,5%

Tabla 31: Resultados de los indicadores de calidad en uso para el producto "Salón virtual de la industria informática cubana"

Considerando los resultados obtenidos, presentados en la Tabla 31, se observa que el cálculo del indicador de calidad en uso resultó satisfactorio, arrojando un 84,5%. Además, teniendo en cuenta el puntaje a nivel de características, los cuales fueron: *Eficacia* (86%), *Productividad* (80%) y *Satisfacción*: (87,5%) se cumple con la hipótesis de que “al menos a nivel de características, el producto está por encima de un umbral de satisfacción aceptable.

A nivel de características, es satisfactorio el nivel de *Satisfacción* que demostraron los usuarios al igual que el de *eficacia* y *productividad*. Consecuentemente, se puede inferir que la percepción que tienen los usuarios del producto es muy favorable.

3.3 Comparaciones de resultados

Como se puede apreciar en la figura 12, el producto “Salón virtual de la industria informática cubana” tiene un nivel más elevado de calidad en uso que el producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”, no obstante ambos cumplieron la hipótesis diseñada para la evaluación siendo “satisfactorio” el nivel alcanzado por ambos según los indicadores diseñados para medir calidad en uso.

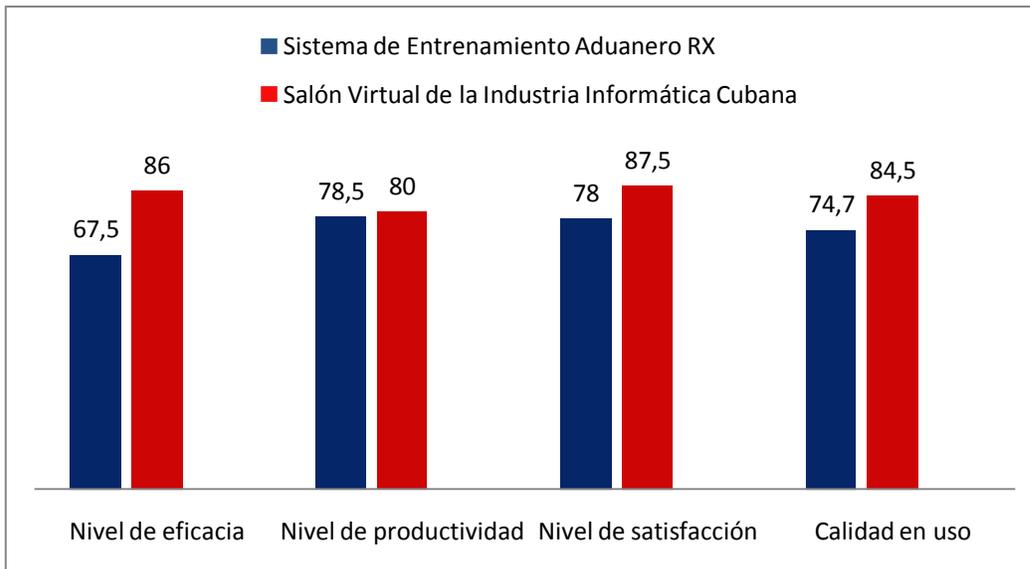


Figura 11 Gráfico de comparación

Conclusiones parciales

Validación de la solución propuesta

Respecto a los resultados del estudio, una vez realizado el análisis (3.1.11 y 3.2.11), sólo queda por sintetizar que la causa principal por la que los productos evaluados no resultaran tan eficaces en el primero, ni productivos en el segundo, en la medida de lo esperado, fue la falta de un entrenamiento indispensable.

Por otro lado, en relación a la percepción subjetiva y según los resultados obtenidos, los usuarios se sintieron satisfechos empleando los productos, por encima del nivel esperado. Esto revela aspectos positivos de los mismos en cuanto a la disposición favorable que generó entre ellos, ya sea porque la mayoría manifestó la decisión de continuar utilizándolo, o porque también indicó que aprendió a usarlos sin un gran esfuerzo y que lo recomendaría a otros usuarios de características semejantes.

Además, también es factible reutilizar el proceso de diseño de las métricas e indicadores, que para este estudio se inició con la consideración del marco de medición y evaluación, luego prosiguió con la selección y adaptación de un modelo para calidad en uso y finalizó con el diseño y especificación de los atributos, métricas e indicadores.

Conclusiones generales

El objetivo fundamental del trabajo detallado en esta tesis fue proponer un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar calidad en uso de los productos desarrollados en el CEDIN

Para ello, se siguió un proceso riguroso de discusión y análisis del estado del arte y de la práctica, se evaluó y adoptó un marco de medición y evaluación y se diseñaron métricas e indicadores para 2 casos de estudio y, en cada etapa, se extrajeron conclusiones de distinto alcance.

Como síntesis de esta contribución es posible afirmar que el diseño, la medición y evaluación de calidad en uso de los productos desarrollados en el CEDIN son procesos complejos e interrelacionados. Incluyen aspectos objetivos y subjetivos, interacción entre expertos y usuarios finales, y no son generalizables a contextos diferentes. Para obtener resultados confiables y útiles es necesario afrontar esos procesos con un enfoque ingenieril, o sea sistemático, disciplinado y consistente. La propuesta de esta tesis se desarrolló con el objetivo de ofrecer una solución en ese sentido. Los resultados de la evaluación representan, aunque no puedan tomarse como definitivos, un incentivo valioso para continuar trabajando en esta línea.

Recomendaciones

Para extender la investigación presentada en el presente trabajo de diploma se recomienda:

- ✓ Aplicar el procedimiento propuesto a todos los productos que se desarrollen en el CEDIN para de esta forma contribuir a mejorar la calidad de los mismos y establecer valores de referencia contra el cual comparar los productos futuros.
- ✓ Elaborar una herramienta que permita gestionar el proceso de evaluación de la propuesta realizada.
- ✓ Capacitar al equipo de calidad sobre los aspectos tratados en la propuesta para que se pueda regir por los elementos del procedimiento y lograr el cumplimiento efectivo de la calidad.

Referencias bibliográficas

1. **B. W. Boehm, J. R. Brown, M.Lipow.** “Quantitative evaluation of software quality”. 1976.
2. *ISO/IEC 9126. “Information technology - Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use.* 1991.
3. **B. W. Boehm, J. R. Brown, M. Lipow, J.L. MacLeod, M.J. Merrid.** “Characteristics of Software Quality”. 1978.
4. **J. A. McCall, P.K. Richards, G.F. Walters.** “Factors in software quality, Vol I, II, III: Final Technical Report, RADC-TR-77-369”. 1977.
5. *ISO DIS 8402. Quality Vocabulary.* 1994.
6. **Luis Olsina, Guillermo Covella, Gustavo Rossi.** “Web Quality”. 2005.
7. **Nigel Bevan, Motoei Azuma.** “Quality in use: Incorporating Human Factors into the Software Engineering Lifecycle”. 1997. págs. paginas 169-179.
8. **Bevan., Nigel.** “Quality in use: meeting user needs for Quality”. 1999.
9. *ISO/IEC 9126-1:2001. Software Engineering— Software Product Quality—Part 1: Quality Model.* 2001.
10. *ISO/IEC 14598-1. Information Technology-Software Product Evaluation-Part 1.* 1999.
11. *ISO/IEC 14598-5. “Information technology -- Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators”.* 1998.
12. **Bevan, Nigel.** “Measuring usability as quality of use”. 1995. págs. páginas 115-150.
13. *ISO/IEC 9126-4. Software Engineering –Product Quality -Part 4: Quality In Use Metrics.*
14. *ISO 9000 Norma Internacional. Sistemas de Gestión de la Calidad- Conceptos y Vocabulario.* 2000.
15. *ISO 8402. Quality Vocabulary.* 1994.
16. **Nigel Bevan, Motoei Azuma.** “Quality in use: Incorporating Human Factors into the Software Engineering Lifecycle”. 1997. págs. páginas 169-179.
17. **Garvin.** *What does “product quality” really mean?* 1984.

18. ISO 9241-11. "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s - Part 11 Guidance on Usability". 1998.
19. **N. Juristo, H. Windl, L. Constantine.** "Introducing Usability". 2001.
20. **Bevan., Nigel.** "Usability is Quality in Use". 1995.
21. **Eelke Folmer, Jan Bosch.** "Architecting for Usability: a Survey". 2004.
22. *Diccionario de la lengua española.*
23. **Zayas, Álvarez De.** Hacia una escuela de excelencia. [En línea] 1996. [Citado el: 5 de 10 de 2010.] http://doctoradocp.uho.edu.cu/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=14..
24. **Monereo.** *Las estrategias de aprendizaje: Cómo incorporarlas a la práctica educativa.* 1997.
25. **Coll.** *Psicología y Curriculum.* 1987.
26. **Nielsen, J.** The Alertbox column. [En línea] 1995. [Citado el: 20 de 10 de 2010.] <http://www.useit.com/alertbox/>.
27. **P. Avgeriou, A. Papasalouros, S. Retalis, Skordlakis.** "Towards a Pattern Language for Learning Management Systems". [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2010.] <<http://lfets.ieee.org/periodical/6-2/2.html>>.
28. **Covella, Guillermo Juan.** *Medición y Evaluación de Calidad en uso de Aplicaciones Web.* 2005.
29. **Brooke, John.** "SUS –A 'quick and dirty' usability scale". 1996.
30. *ISO-IEC 14598-6_2001 SW engineering – Product evaluation – Part 6.* 2001.
31. *Manual de procedimientos IPP-1000:2008.*

Anexos

A. Cuestionario de Satisfacción

EVALUACION DE CALIDAD EN USO

Esta encuesta está destinada a evaluar algunos aspectos de calidad de [Nombre del producto] con el objetivo de mejorar aquellos aspectos que resulten relevantes para futuras experiencias en éste y otros productos semejantes.

Esta encuesta debe ser respondida marcando con una X un casillero dentro de la escala, indicando el grado en que estas de acuerdo respecto al concepto que se expresa en cada ítem. La escala tiene cinco puntos, que van desde *Totalmente en Desacuerdo* hasta *Totalmente de Acuerdo*. Por favor responde a todos y cada uno de los ítems. Si piensas que en alguno de los ítems no puedes responder marca el punto central de la escala (3).

1. Me gustaría usar el producto frecuentemente

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>				<i>Totalmente de Acuerdo</i>
1	2	3	4	5

2. El producto me resultó complejo

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>				<i>Totalmente de Acuerdo</i>
1	2	3	4	5

3. El producto me resultó fácil de usar

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>				<i>Totalmente de Acuerdo</i>
1	2	3	4	5

4. Necesitaría la ayuda de un experto para usar el producto

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>				<i>Totalmente de Acuerdo</i>
1	2	3	4	5

5. Las funciones del producto estaban bien integradas

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>				<i>Totalmente de Acuerdo</i>
1	2	3	4	5

6. Percibí que varias funciones del producto estaban ausentes o no integradas.

Totalmente en
Desacuerdo

Totalmente de
Acuerdo

1	2	3	4	5

7. Pienso que la mayoría de los usuarios podrían aprender a usar el producto rápidamente.

Totalmente en
Desacuerdo

Totalmente de
Acuerdo

1	2	3	4	5

8. El producto me resultó pesado y complicado de usar.

Totalmente en
Desacuerdo

Totalmente de
Acuerdo

1	2	3	4	5

9. Me sentí confiado usando el producto.

Totalmente en
Desacuerdo

Totalmente de
Acuerdo

1	2	3	4	5

10. Necesité detenerme para aprender varias cosas antes de poder avanzar usando el producto.

Totalmente en
Desacuerdo

Totalmente de
Acuerdo

1	2	3	4	5

B. Instrucciones para los Participantes

Instrucciones Generales

Gracias por ayudarnos en esta evaluación.

El propósito de este trabajo es evaluar cuan fácilmente un usuario puede utilizar el producto “Sistema de entrenamiento aduanero RX”, una aplicación cuyo objetivo es simular la transición de equipajes que son chequeados en el aeropuerto. El jugador deberá identificar los equipajes con fraudes e ilegalidades y etiquetarlos según el tipo. Al concluir la transición, se evaluará el desempeño del jugador y se le mostrará un reporte del mismo.

Para poder cumplir este propósito nosotros te propondremos realizar ciertas tareas, luego te solicitaremos que completes un cuestionario y respondas unas pocas preguntas acerca de tu formación. La meta de esta evaluación es colaborar en la evaluación de la Calidad en Uso del producto, y los resultados podrían ser utilizados para futuras modificaciones del producto actual.

Por favor recuerde que estamos testeando “Sistema de entrenamiento aduanero RX” y no a usted en forma personal.

Instrucciones para llevar a cabo las tareas

Para poder evaluar la Calidad en Uso de este producto te proponemos realizar las siguientes tareas:

AVÍSANOS CUANDO ESTES LISTO PARA COMENZAR

Tarea 1- Cree un perfil de usuario

AVÍSANOS CUANDO ESTES LISTO PARA CONTINUAR

Tarea 2- Comience la partida, detenga la primera imagen y aplíquela un filtro.

AVÍSANOS CUANDO ESTES LISTO PARA CONTINUAR

Tarea 3- Ponga el filtro que permite que la imagen se vea normal, presione la tecla “play” para que las imágenes sigan moviéndose y etiqúete 5 de ellas.

AVÍSANOS CUANDO ESTES LISTO PARA CONTINUAR

Tarea 4-Salga de la partida y elimine el perfil creado.

C. Informe de la evaluación de Calidad en Uso.

El informe de la evaluación debe de contar con los siguientes epígrafes:

- ✓ Objetivos [*especificar los objetivos de la evaluación*].
- ✓ Información sobre el producto [*Breve descripción del producto*].
- ✓ Descripción del perfil de usuario [*Ver etapa 1 sesión (2.4.8). Descripción del perfil del usuario*].
- ✓ Diseño de la tareas [*Ver etapa 1 sesión (2.4.8).Diseño de las tareas a llevar a cabo por los usuarios*].
- ✓ Diseño, selección y cálculo de métricas [*Ver sesión 2.4.10, especificar las métricas e indicadores utilizados*].
- ✓ Incluir las métricas en el plan de mediciones del proyecto.
- ✓ Análisis de resultados [*Llenar tabla 31*].