

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 8



*Selección y aplicación de las métricas para software
educativo a partir de las estandarizadas
internacionalmente*

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informática

Autores:

Lilibet Godinez Mendoza

Maylín Acosta Sánchez

Tutores:

Ing. Yasirys Terry González

Ing. José Manuel Santos Alonso

Ciudad de La Habana, Junio del 2009

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis, Selección y aplicación de las métricas para software educativo a partir de las estandarizadas internacionalmente y reconocemos 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 _____.

Maylín Acosta Sánchez

Firma del Autor

Lilibet Godinez Mendoza

Firma del Autor

José Manuel Santos Alonso

Firma del Tutor

Yasirys Terry González

Firma del Co-Tutor

” La medición es el primer paso para el control y la mejora.

Si no se puede medir, no se puede entender.

Si no se entiende, no se puede controlar.

Si no se puede controlar, no se puede mejorar.”

H. James Harrington.

Ing. José Manuel Santos Alonso

Ingeniero en Sistemas Automatizados de Dirección (SAD). Instructor Adjunto. Investigador Agregado. 30 años de experiencia y de graduado. Especialista General Dirección de Regulaciones y Normas Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC). Asesor del Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Miembro del Consejo Técnico Asesor (CTA) de la Oficina Nacional de Normalización (ONN) del Ministerio de las Ciencias, la Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

Correo electrónico: jmsantos@uci.cu y manuel@mic.cu

Teléfono: 837 – 2476

Teléfono: 882 – 8051

Ing. Yasirys Terry González

Ingeniera en Ciencia Informáticas. Instructor recién graduado. Jefa del Polo de Software Educativo y Multimedia de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Correo electrónico: yterry@uci.cu

Teléfono: 837 - 2476

Maylín Acosta Sánchez

A La Virgen de la Caridad del Cobre por protegerme en todo momento y que por ello me he dado confianza, en mí misma, para superar toda dificultad en mi caminar diario.

A mis padres Elvira Sánchez y Miguel Acosta, sin los cuáles no llegaría aquí y gracias a ellos soy parte de la existencia en la que me desarrollo y me crezco; a ellos que me lo dieron todo incondicionalmente, incluyendo el apoyo y la educación requerida para hacerme una mujer cada día más capaz dentro de la sociedad.

En especial a mi hermana Lídice, que si tuviera que ponerle nombre a mi vida sería el de ella porque no existen palabras para describirla y tratando de resumir sería: ejemplo a seguir en todas las acciones y pasos que doy.

Lilibet Godínez Mendoza

A mis padres que confiaron en mí siempre, que me han amado y me han enseñado a caminar por el camino correcto, quienes dieron con amor todo cuanto pudieron para que lograra este éxito que hoy es de nosotros; Yamilet Mendoza y Rudy Godínez.

A mi hermana Lianet que en todo momento estuvo apoyándome y dándome fuerzas para seguir adelante.

A una persona muy especial que me ha dado su cariño, su apoyo, su ayuda en los buenos y en los malos momentos; y sobre todas las cosas nunca ha dejado de confiar en mí, mi novio Yoisbel.

A mi familia que se ha preocupado por mí en cada momento y han ayudado de una manera u otra a conquistar este logro.

A mis amigos por escuchar mis pensamientos, por comprenderme, por convivir con mis defectos y por quererme durante todos estos años.

A todos gracias por ayudarme a lograrlo.

Agradecimientos Generales.

A la Revolución Cubana y a Fidel, por sus enseñanzas, por la oportunidad de formarnos en esta Universidad, porque gracias a ella hoy somos profesionales.

A nuestra familia, por su dedicación y sacrificio durante más de 15 años de estudios.

A nuestros tutores por el tiempo que nos dedicaron y su deseo de vernos triunfar.

Al tribunal por el apoyo y la colaboración en el perfeccionamiento de este trabajo.

A todos nuestros profesores, por contribuir con su ejemplo y formas de educar a nuestra formación.

A los amigos que nos apoyaron continuamente, a los que están, a los que estuvieron y a los que estarán.

Gracias a todos.

Maylín Acosta Sánchez

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, dando lo mejor de sí para que yo saliera adelante en mi carrera universitaria, con el fin de convertirme en una profesional.

A mis dos madres Rosa y Mayelín que fueron conmigo incondicional y que siempre estuvieron segura de mi.

A estas personitas que de una forma u otra colaboraron con mi trabajo y siempre me estuvieron ayudando, dígame: María Elena, Tamara, Carmen.

A mis amigas Lesyanis y Yaylen, por brindarme su ayuda en todo lo que me hizo falta aquí en la universidad.

A mis amistades que han sabido estar presente en las buenas y las malas y que siempre han comprendido mi estado de stress.

A todos de corazón le agradezco por su colaboración.

Lilibet Godínez Mendoza

A DIOS por haberme dado salud y fuerzas para llegar a lograr mi propósito.

A mi familia por preocuparse y apoyarme en los buenos y malos momentos.

*A mis amigos por ayudarme, confiar en mí y haber compartido conmigo estos
5 años.*

A los que estuvieron a mi lado cuando me hizo falta.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

El software educativo en la UCI está teniendo problemas tanto en su ciclo de desarrollo como al concluir el mismo, lo que trae como consecuencia que no obtenga la calidad que requiere, por tanto, se hace necesario seleccionar un conjunto de métricas contenidas en los modelos de calidad estandarizados internacionalmente, que puedan ser aplicadas al software educativo en todas sus etapas. Para esto hay que hacer un estudio de la calidad y los factores que determinan la misma en los productos de software, así como de sus características y comportamiento, específicamente en el software educativo. Como parte del estudio realizado se presenta una guía para apoyar la evaluación de la calidad del software educativo desarrollado en la UCI, a partir de las métricas de usabilidad contenidas en la norma ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3; además de la de satisfacción descrita en la ISO/IEC 9126-4. Para que esta evaluación tenga los resultados que se esperan se definen los roles con las responsabilidades que se deben desempeñar durante todo el proceso, el cual está compuesto por diferentes fases: recopilación de datos, cálculo de las métricas y valoración de los resultados; dándole paso más adelante a los artefactos que se generan. Esto permite controlar la calidad del producto a realizar y puede ser aplicada a cualquier software de este tipo desarrollado en la universidad. De esta manera es posible conocer cuán satisfecho puede estar el cliente con el producto que se le entrega.

Palabras Clave: Software Educativo, Calidad, Métricas, Evaluación, Norma, Artefactos, Producto.

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	5
1.1 Introducción	5
1.2 Software	5
1.2.1 Características del software.....	5
1.2.2 Comportamiento del software.....	6
1.3 Software Educativo.....	7
1.3.1 Evolución del Software Educativo.....	10
1.3.2 Tipologías del Software Educativo	10
1.3.3 Clasificación según la concepción de aprendizaje.....	11
1.4 Calidad.....	13
1.4.1 Principios de la administración de la calidad	13
1.4.2 Control de la Calidad.....	14
1.4.3 Calidad de software.....	14
1.4.4 Control de la Calidad de Software	15
1.4.5 Factores que determinan la calidad del software	15
1.5 ¿Por qué medir y para qué?	16
1.5.1 Principios básicos de la medición.....	16
1.5.2 Actividades del proceso de medición	17
1.5.3 Razones para medir un producto.....	17
1.6 Métricas	18
1.6.1 Clasificación de las métricas	18
1.7 Normas de calidad.....	20
1.7.1 La Norma ISO/IEC 19796	21

1.7.2 ISO/IEC 19796-2	23
1.7.3 Evaluación del software educativo en el contexto del modelo armonizado de calidad	25
1.7.4 La NC ISO/IEC 9126.....	27
1.7.4.1 ISO/IEC 9126-2	27
1.7.4.2 ISO/IEC 9126-3	28
1.7.4.3 ISO/IEC 9126-4	28
1.7.5 Relación entre las métricas internas y externas.....	30
1.7.6 Evaluación del software educativo mediante la evaluación interna y externa.....	31
1.7.7 Modelo de la calidad interna y externa	31
1.8 Usabilidad	34
1.8.1 Métodos de evaluación de usabilidad	35
1.8.2 Métricas de usabilidad	36
1.9 Calidad en uso	36
1.9.1 Métricas de calidad en uso	37
1.10 Satisfacción	37
1.11 Análisis de investigaciones anteriores	38
1.11.1 Investigaciones realizadas en la UCI	38
1.11.2 Investigación realizada en Venezuela.....	40
1.12 Conclusiones.....	41
CAPÍTULO 2	42
2.1 Introducción	42
2.2 Objetivo de la propuesta de solución.....	42
2.3 Selección de las métricas.....	42
2.3.1 Pasos para seleccionar las métricas externas e internas de la ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3 respectivamente	43

2.3.2 Pasos para seleccionar las métricas de calidad en el uso de la ISO/IEC 9126-444	
2.3.3 Pasos para seleccionar los métodos del modelo armonizado de calidad.....	44
2.4 Selección de los métodos del modelo armonizado de calidad.....	44
2.5 Selección de las métricas internas y externas en cuanto a usabilidad.....	46
2.6 Métricas de satisfacción seleccionadas para la evaluación de la calidad en el uso.....	48
2.7 Roles y artefactos en la evaluación.....	49
2.8 Descripción de las fases del Proceso de evaluación.....	55
2.9 Recopilación de datos.....	55
2.10 Cálculo de las métricas.....	57
2.10.1 Cálculo de las métricas en la evaluación interna y externa.....	58
2.10.2 Cálculo de las métricas en calidad en el uso.....	60
2.11 Conclusiones.....	60
CAPÍTULO 3.....	61
3.1 Introducción.....	61
3.2 Validación de la propuesta.....	61
3.3 Procedimiento para calcular las métricas.....	62
3.4 Resultado de las métricas para Historia Universal.....	63
3.5 Resultado de las métricas para Libros Electrónicos.....	75
3.6 Valoración de los resultados.....	85
3.7 Conclusiones.....	87
Conclusiones Generales.....	88
Recomendaciones.....	89
Referencias Bibliográficas.....	90
Bibliografía.....	90
Glosario de Términos.....	91
Anexos.....	92

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de los participantes en las encuestas	46
Tabla 2 Plantilla del cuestionario de conformidad para la característica de usabilidad	52
Tabla 3. Plantilla del cuestionario colectivo de evaluación de la conformidad	54
Tabla 4. Encuesta para la evaluación interna y externa	56
Tabla 5. Recopilación de datos de la evaluación interna y externa a partir de los resultados obtenidos en las encuestas	57
Tabla 6.Cálculo de las métricas	58
Tabla 7. Resultados de las métricas para la característica de usabilidad en la evaluación interna y externa.....	59
Tabla 8. Cálculo de las métricas de calidad en uso.....	60
Tabla 9. Evaluación y puntuación de las métricas	62
Tabla 10. Valor de las respuestas	63
Tabla 11. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación interna para Historia Universal	64
Tabla 12. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación interna para Historia Universal	65
Tabla 13. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación interna para Historia Universal	66
Tabla 14. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación interna para Historia Universal	66
Tabla 15. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación externa para Historia Universal	68
Tabla 16. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación externa para Historia Universal	69
Tabla 17. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación externa para Historia Universal	70
Tabla 18. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación externa para Historia Universal	71

Tabla 19. Resultados de las encuestas para el profesor	72
Tabla 20. Resultados de las encuestas para el alumno.....	73
Tabla 21. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos.....	75
Tabla 22. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos.....	76
Tabla 23. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos.....	77
Tabla 24. Resultados de las métricas del segundo experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos.....	78
Tabla 25. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos.....	80
Tabla 26. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos.....	80
Tabla 27. Recopilación de los datos del segundo experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos.....	82
Tabla 28. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos.....	82
Tabla 29. Resultados de las encuestas para el profesor	84
Tabla 30. Resultados de las encuestas para el alumno.....	85

Índice de Figuras

Figura 1 Concepto de Métricas.	20
Figura 2 Marco orientado a los procesos para desarrollar la calidad.	26
Figura 3. ISO 9126.	30
Figura 4. Modelo de calidad interna y externa.	31
Figura 5. Modelo de calidad para calidad en el uso.	36
Figura 6. Fases del Proceso de evaluación	55

INTRODUCCIÓN

La sociedad de hoy en día está comandada por las nuevas tecnologías, donde la informática juega un papel fundamental en todos los ámbitos. Dentro de las tantas ramas que esta abarca es importante resaltar la producción de aplicaciones informáticas o software.

Años atrás el software que se desarrollaba era utilizado por la persona o empresa que lo realizaba, por lo tanto ellos mismos eran los que especificaban los requisitos a tener en cuenta en lo que a organización, documentación, costo y calidad se refiere. Hoy en día todo esto ha cambiado, ahora en el desarrollo del software intervienen muchas personas, cada una con un rol específico, lo que permite una mayor organización en el proceso de desarrollo, siempre teniendo en cuenta que el cliente es quien tiene la razón, dado que hay que hacer lo que él realmente desea obtener como producto final.

Actualmente el desarrollo del software aumenta considerablemente y la competencia se hace cada vez mayor, por lo tanto es necesario lograr un producto exitoso nacional e internacionalmente. Esto implica el tener que encontrar las estrategias necesarias para lograr un alto nivel de calidad.

La calidad del software es un concepto que ha variado con los años y la experiencia, por lo que existen diferentes maneras de concebirla. Muchos estudiosos se han encargado de formular conceptos, entre los que se pueden mencionar a Pressman y Kaoru Ishikawa.

Es evidente que la calidad del software más que un aspecto a tener en cuenta es una necesidad y una preocupación a la que hay que dedicarle tiempo y esfuerzo. Sin embargo, el software casi nunca es perfecto. Todo proyecto tiene como objetivo producir software con un alto grado de calidad, que cumpla, y si es posible, que supere las expectativas de los usuarios.

Para lograr un software de buena calidad es preciso realizar varias actividades, entre las que se pueden mencionar las mediciones; las cuales suministran una valiosa información, permitiendo desarrollar proyectos más acertados, mejorar costos y satisfacer en gran medida las necesidades del cliente. El proceso de mediciones persigue tres objetivos fundamentales: entender qué ocurre durante el desarrollo y el mantenimiento, controlar qué es lo que ocurre en los proyectos y mejorar los procesos y los productos. Sin embargo no se puede medir al software como tal, sino a los atributos que lo conforman, tales métodos de medición deben ser exactos.

En la actualidad existen métricas de calidad estandarizadas internacionalmente que permiten medir la calidad del software en base a ciertos atributos; ya sea una vez finalizado el software, lo cual sería más trabajoso, o llevando un control durante cada etapa del ciclo de vida del mismo. Estas métricas proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del producto. Es decir, cómo se va a medir para que el sistema se adapte a los requisitos que pide el cliente.

Independientemente de que hay empresas que se dedican al desarrollo de software en Cuba, también hay que reconocer la ayuda de una universidad, que además de ser un centro de estudios también se involucra en la producción de software, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), surgida al calor de la Batalla de Ideas.

La Universidad de las Ciencias Informáticas se ha convertido, en muy poco tiempo, en un centro de referencia para la Industria Cubana del Software. En los primeros 5 años, ya era sorprendente ver el número de proyectos que habían nacido y crecido en la misma. El modelo productivo que caracteriza la producción en la UCI es otro elemento distintivo. Todo esto ha impuesto un reto en cuanto a la organización de la producción con la máxima de que la cantidad no puede afectar la calidad (1).

Actualmente la UCI en su producción desarrolla software de distintos tipos y niveles de complejidad, entre los que se puede mencionar el software educativo, teniendo este un alto impacto social. Sin embargo, a pesar de que existen documentos y estándares para evaluar la calidad del software, aún no hay nada específico para software educativo (2).

En cuanto al software educativo en la UCI, se han determinado deficiencias con respecto al control de la calidad: internamente en los proyectos y en etapas posteriores no se realizan pruebas y revisiones al producto con el nivel de detalle requerido, y normalmente no se registran los resultados de las actividades anteriores. Esto se traduce en exceso de confianza en los desarrolladores, provocando que: existan altos niveles de inconformidades, lo que está documentado muchas veces no coincide con lo que está implementado en el software, además, de existir errores de ortografía y de funcionalidad; todo esto puede traer como consecuencia atraso en la entrega del producto final, de lo contrario el cliente puede rechazarlo (3).

Dada la Situación Problemática anterior es necesario dar solución al siguiente **Problema de Investigación**: El control de la calidad se le realiza al producto final y son insuficientes las estadísticas que se registran.

Este trabajo tiene como **Objeto de Estudio**: Los modelos de calidad y su aplicación en el desarrollo de software, tomando como **Campo de Acción**: La producción de software educativo en la UCI.

Teniendo en cuenta las ideas planteadas el **Objetivo General** es: Seleccionar y aplicar un conjunto de métricas para la medición de la calidad de los productos de software educativo desarrollados en la UCI. Del cual se derivan los siguientes **Objetivos Específicos**:

1. Seleccionar un conjunto de métricas contenidas en los modelos de calidad estandarizados internacionalmente, a partir del empleo de la familia de normas ISO/IEC 9126, en particular la norma cubana NC ISO/IEC 9126-1 y las ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC 9126-3 en cuanto a la usabilidad e ISO/IEC 9126-4, en cuanto a satisfacción y la norma ISO/IEC 19796 sobre el modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación.
2. Dar continuidad a las investigaciones sobre las métricas, abordadas en tesis del año anterior, acerca de la calidad interna y la calidad externa.
3. Aplicar las métricas seleccionadas a proyectos productivos, validando los resultados obtenidos de la metodología elaborada en la investigación.

Para llevar adelante esta investigación, guiarla y controlarla, es necesario apoyarse en las siguientes **Tareas de Investigación**:

- Estudiar y analizar las normas ISO/IEC 9126, en particular la norma cubana NC ISO/IEC 9126-1, las ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC 9126-3 e ISO/IEC 9126-4; además de la norma ISO/IEC 19796 sobre el modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación.
- Estudiar las tesis del año anterior, acerca de la calidad interna y la calidad externa.
- Caracterizar el desarrollo del software educativo en la UCI.
- Seleccionar las métricas que se deben aplicar al software educativo.
- Validar la metodología elaborada para la aplicación de las métricas de calidad al software educativo.

Con este trabajo se espera una motivación hacia el uso de las métricas de calidad apoyándose en la siguiente **Idea a Defender**: Si se le aplican las métricas de calidad obtenidas en la investigación al software educativo en la UCI, será posible alcanzar una

mejora en la calidad del producto, a su vez, se registran las estadísticas que evidencian la misma.

El presente trabajo se compone de tres capítulos bien estructurados y de forma organizada para un buen entendimiento del lector, los cuales se describen a continuación:

Capítulo 1. “Fundamentación teórica”: Muestra el estudio bibliográfico de los temas relacionados con la Calidad de Software Educativo, está compuesto por epígrafes que exponen el contenido referente a las definiciones del software, sus características y comportamiento, haciendo énfasis en el software educativo.

Capítulo 2. “Propuesta de solución”: Describe de forma organizada y detallada cuál será la propuesta de solución a la situación problemática planteada. Se exponen las métricas escogidas y el por qué de la selección, describiéndose más adelante, cómo será el proceso de evaluación de dichas métricas. Para el proceso de evaluación se definen roles con sus responsabilidades, generándose artefactos, los cuales ayudarán al mejoramiento de la calidad del software educativo, en dependencia de la etapa en que se encuentre.

Capítulo 3. “Validación de la propuesta”: Se determina el resultado que tiene la propuesta, para esto se aplica en proyectos productivos y se realizan un conjunto de cálculos, los cuales se detallan con el objetivo de lograr que el producto final de la investigación tenga la calidad requerida y se refleje su entendimiento por parte del cliente.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

En la actualidad el software educativo tiene un papel muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cualquier organización que se dedique a la investigación, producción y comercialización de este tipo de producto debe considerar la calidad como un aspecto fundamental.

Para medir la calidad del software educativo no existen métricas que estén estandarizadas internacionalmente, sino que hay que hacer un estudio de las ya existentes y seleccionar cuáles son las más convenientes a aplicar a este tipo de software, ya que estos productos tienen requerimientos especiales.

Para una mejor comprensión del objetivo de este trabajo, el presente capítulo está conformado por diferentes epígrafes, el cual comienza con una introducción al software educativo, donde se definen los conceptos que conforman al mismo. Se hace un análisis de la importancia que tiene medir la calidad en este tipo de software pues es necesario mejorarla para tener éxito. A medida que se va desarrollando el capítulo se profundiza en el estudio de las métricas y modelos existentes para medir la calidad en el software educativo.

1.2 Software

El software no es más que programas y datos almacenados en un ordenador, cuyos programas dan instrucciones para realizar tareas al hardware o sirven de conexión con otro software, mientras que los datos solamente existen para su uso eventual por un programa (4).

1.2.1 Características del software

Existen un conjunto de características esenciales que diferencian al software de otros productos, entre las que se listan (4):

1. Se desarrolla, no se fabrica en un sentido clásico, debido a que es un elemento lógico, no físico.

2. No se estropea (en el sentido físico) pero se deteriora, su mantenimiento es considerablemente mayor que el del hardware.
3. Aunque la industria tiende a ensamblar componentes, la mayoría del software se construye todavía a medida.

1.2.2 Comportamiento del software

El mundo del desarrollo de software es quizás uno de los más complejos que existen, influyen aspectos como: la motivación, psicología, matemáticas, tecnología; y no es precisamente sencillo entender y gestionar correctamente un proyecto de software.

La presencia de las computadoras en las instituciones escolares cubanas es un hecho palpable y su empleo en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentra en un período de tránsito. El mismo se caracteriza por un uso progresivo de software educativo combinado con las habilidades informáticas adquiridas por los alumnos en las clases de computación.

El país cuenta con un conjunto de software educativo instalados en los centros educacionales, profesores con la preparación informática adecuada en los diferentes niveles de educación, para poder avanzar en la utilización del software educativo como una vía más que permita apropiarse de los conocimientos.

Para llevar a cabo el desarrollo de software educativo en el país se tienen en cuenta una serie de pasos tales como: coordinar la investigación y el desarrollo de software educativo en cada uno de los centros que se dedican al estudio de estos productos, dirigir y asesorar en materia de producción y evaluación del software educativo, elaborar los principales modelos y metodologías para el desarrollo de estos productos, así como gestionar los recursos mediáticos necesarios (5).

En Cuba se establecen convenios de trabajo entre distintas instituciones, entre las cuales se pueden mencionar El Instituto Superior de Diseño Industrial (ISDI) y la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), siendo esta última considerada la mayor organización productora de software en el país.

La UCI es una universidad productiva, donde uno de sus propósitos es producir software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio – trabajo como modelo de formación. La Producción de Software y Servicios Informáticos en la universidad se basa en la integración de los procesos de formación, investigación y producción en torno a una

temática para convertirla en una rama productiva; este espacio de integración temática es denominado Polo Productivo (5).

La producción se concentra en el desarrollo de proyectos en más de 30 Polos Productivos y se destacan resultados en las esferas de salud, educación, software libre, tele-formación, sistemas legales, realidad virtual, automatización, bio-informática, procesamiento de imágenes y señales, entre otras (5).

Por su importancia se hace necesario referirse al desarrollo de software educativo, donde la universidad ha tenido un papel protagónico. Dentro de los principales software de este tipo se puede mencionar: Colecciones “Multisaber” y “A jugar”.

1.3 Software Educativo

El software educativo es un programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar.

Se dice del software educativo que: “Son programas de computación que tienen como fin apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo a elevar su calidad y a una mejor atención al tratamiento de las diferencias individuales, sobre la base de una adecuada proyección de la estrategia pedagógica a seguir tanto en el proceso de implementación como en su explotación” (6).

Investigadores de esta nueva disciplina, lo definen como “Cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales le permiten servir de apoyo a la enseñanza, el aprendizaje y la administración educacional” (7).

Se considera que la definición más completa de software educativo es la segunda, ya que finalmente, los software educativos se pueden considerar como el conjunto de recursos informáticos diseñados con la intención de ser utilizados en el contexto del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un vídeo, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

Es fácil apreciar hoy en día la vigencia que tiene la segunda definición sobre software educativo, ya que con la implementación de estos en todos los subsistemas de educación se ha logrado un mayor nivel de aprovechamiento académico de los estudiantes; se

caracterizan por ser altamente interactivos, a partir del empleo de recursos multimedia, como videos, sonidos, fotografías, diccionarios especializados, explicaciones de experimentados profesores, ejercicios y juegos instructivos que apoyan las funciones de evaluación y diagnóstico.

Estos software educativos pueden tratar las diferentes materias como Matemática, Idiomas, Geografía, Dibujo, de formas muy diversas a partir de cuestionarios, facilitando una información estructurada a los alumnos, mediante la simulación de fenómenos y ofrecer un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los alumnos y más o menos rico en posibilidades de interacción; pero todos comparten las siguientes características:

- Permite la interactividad con los estudiantes, retroalimentándolos y evaluando lo aprendido.
- Facilita las representaciones animadas.
- Incide en el desarrollo de las habilidades a través de la ejercitación.
- Permite simular procesos complejos.
- Reduce el tiempo del que se dispone para impartir gran cantidad de conocimientos facilitando un trabajo diferenciado, introduciendo al estudiante en el trabajo con los medios computarizados.
- Facilita el trabajo independiente y a la vez un tratamiento individual de las diferencias.
- Permite al usuario (estudiante) introducirse en las técnicas más avanzadas.

El software educativo en el proceso de enseñanza - aprendizaje puede ser usado tanto por el alumno como por el profesor:

Por parte del alumno: Se evidencia cuando el mismo opera directamente con el software educativo, pero en este caso es de vital importancia la acción dirigida por el profesor.

Por parte del profesor: Se manifiesta cuando este opera directamente con el software y el estudiante actúa como receptor del sistema de información. La generalidad plantea que este no es el caso más productivo para el aprendizaje.

El software educativo realiza las funciones básicas propias de los medios didácticos. En algunos casos, según la forma de uso que determina el profesor, pueden proporcionar funcionalidades específicas como son (8):

➤ **Función informativa:**

Cuando los programas, a través de sus actividades, presentan contenidos que proporcionan información a los estudiantes.

➤ **Función instructiva:**

Todos los programas educativos orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes, ya que, explícita o implícitamente, promueven determinadas actuaciones de los mismos encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos.

➤ **Función motivadora:**

Generalmente los estudiantes se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo, ya que los programas suelen incluir elementos para captar la atención de los alumnos, mantener su interés y, cuando sea necesario, focalizarlo hacia los aspectos más importantes de las actividades.

➤ **Función evaluadora:**

La interactividad propia de estos materiales, que les permite responder inmediatamente a las respuestas y acciones de los estudiantes, les hace especialmente adecuados para evaluar el trabajo que se va realizando con ellos.

➤ **Función investigadora:**

Ofrecen a los estudiantes interesantes entornos donde investigar: buscar determinadas informaciones, cambiar los valores de las variables de un sistema, entre otros.

➤ **Función metalingüística:**

Mediante el uso de los sistemas operativos (MS/DOS, WINDOWS) y los lenguajes de programación (BASIC, LOGO, entre otros) los estudiantes pueden aprender los lenguajes propios de la informática.

➤ **Función expresiva:**

Dado que las computadoras son capaces de procesar los símbolos mediante los cuales las personas representan sus conocimientos y se comunican, sus posibilidades como instrumento expresivo son muy amplias.

➤ **Función lúdica:**

Trabajar con los computadores realizando actividades educativas es una labor que a menudo tiene unas connotaciones lúdicas y festivas para los estudiantes.

➤ **Función innovadora:**

Los programas educativos se pueden considerar materiales didácticos innovadores ya que utilizan una tecnología recientemente incorporada a los centros educativos y, en general, suelen permitir muy diversas formas de uso. Esta versatilidad abre amplias posibilidades de experimentación didáctica e innovación educativa en el aula.

1.3.1 Evolución del Software Educativo

Al igual que el hardware evoluciona, también evoluciona la concepción del software, tanto básico como aplicado. Los primeros usos fueron para desempeñar las mismas y las más tradicionales tareas del profesor: Explicar unos contenidos, formular preguntas sobre los mismos y comprobar los resultados; el interés de estas aplicaciones surgía ante la posibilidad de una instrucción individualizada, fundamentalmente de tipo tutorial. Las primeras aplicaciones y desarrollos de software educativo han tenido como denominador común el dirigirse a poblaciones marginadas social y económicamente (9).

1.3.2 Tipologías del Software Educativo

Atendiendo a su estructura, los software educativos se pueden clasificar en programas tutoriales, de ejercitación, simuladores, bases de datos, constructores, programas herramienta, entre otros; presentando diversas concepciones sobre el aprendizaje y permitiendo en algunos casos (programas abiertos, lenguajes de autor) la modificación de sus contenidos y la creación de nuevas actividades de aprendizaje por parte de los profesores y los estudiantes. La clasificación es la siguiente (10):

1. **Programas tutoriales:** Son programas que en mayor o menor medida dirigen, tutorizan, el trabajo de los alumnos. Pretenden que, a partir de unas informaciones y mediante la realización de ciertas actividades previstas de antemano, los estudiantes pongan en juego determinadas capacidades y aprendan o refuercen unos conocimientos y/o habilidades.
 - 1.1. **Programas de ejercitación:** Se limitan a proponer ejercicios de refuerzo sin proporcionar explicaciones conceptuales previas.
2. **Bases de datos:** Presentan datos organizados en un entorno estático mediante unos criterios que facilitan su exploración y consultas selectivas para resolver problemas, analizar y relacionar datos, comprobar hipótesis, extraer conclusiones.

3. **Constructores:** Facilitan aprendizajes heurísticos, de acuerdo con los planteamientos constructivistas facilitan a los alumnos la construcción de sus propios aprendizajes. Son entornos programables que facilitan unos elementos simples con los cuales pueden construir entornos complejos.
 - 3.1. **Constructores específicos:** Ponen a disposición de los estudiantes unos mecanismos de actuación (generalmente en forma de órdenes específicas) que permiten la construcción de determinados entornos, modelos o estructuras y de esta manera avanzan en el conocimiento de una disciplina o entorno específico.
4. **Simuladores:** Presentan modelos dinámicos (generalmente con animaciones) y los alumnos realizan aprendizajes significativos por descubrimiento; al explorarlos, modificarlos. También se pueden considerar simuladores ciertos videojuegos que estimulan la capacidad de interpretación y de recreación ante un medio concreto.
5. **Programas herramienta:** Proporcionan un entorno instrumental con el cual se facilita la realización de ciertos trabajos generales de tratamiento de la información: escribir, organizar, calcular, dibujar, transmitir, captar datos.

Todas estas clasificaciones son importantes, ya que cada una de ellas tiene rasgos esenciales y sus características dependen del software al que representan. En la universidad no se ha adoptado ninguna de estas tipologías, pues el software se hace según las necesidades propias de la misma o del cliente (11).

1.3.3 Clasificación según la concepción de aprendizaje

- **Según los contenidos:** Temas, áreas curriculares.
- **Según los destinatarios:** Criterios basados en niveles educativos, edad, conocimientos previos.
- **Según los objetivos educativos que pretende facilitar:** Conceptuales, procedimentales, actitudinales (o considerando otras taxonomías de objetivos).
- **Según sus bases de datos:** Cerrado, abierto.
- **Según su estructura:** Ejercitación, tutorial (lineal, ramificado, experto, entorno), libro, base de datos, simulador, constructor, herramienta.
- **Según los medios que integra:** Convencional, hipertexto, multimedia, hipermedia, realidad virtual.

- **Según su "inteligencia":** Convencional, experto (o con inteligencia artificial).
- **Según las actividades cognitivas:** Control psicomotriz, observación, memorización, evocación, comprensión, interpretación, comparación, relación (clasificación, ordenación), análisis, síntesis, cálculo, razonamiento (deductivo, inductivo, crítico), pensamiento divergente, imaginación, resolución de problemas, expresión (verbal, escrita, gráfica), creación, exploración, experimentación, reflexión metacognitiva, valoración.
- **Según el tipo de interacción que propicia:** Recongnitiva, reconstructiva, intuitiva/global, constructiva.
- **Según su función en el aprendizaje:** Instructivo, revelador, conjetural, emancipador.
- **Según su comportamiento:** Tutor, herramienta, aprendiz.
- **Según el tratamiento de errores:** Tutorial (controla el trabajo del estudiante y le corrige), no tutorial.
- **Según sus bases psicopedagógicas:** Conductista, cognitivista, constructivista.
- **Según su función en la estrategia didáctica:** Entrenar, instruir, informar, motivar, explorar, experimentar, expresarse, comunicarse, entretener, evaluar, proveer recursos (calculadora, comunicación telemática).
- **Según su diseño:** Centrado en el aprendizaje, centrado en la enseñanza, proveedor de recursos (12).

Son estas las clasificaciones que se tienen en cuenta a la hora de desarrollar un software educativo. Según el pedagogo Liván Rodríguez Rodríguez existen algunas que, por sus características la universidad tiene en cuenta para darle comienzo al desarrollo del mismo, como son: según su función en la estrategia didáctica, los destinatarios y su diseño; ya que, a la hora de desarrollar un software hay que tener bien claro la audiencia del producto, es decir, a quién va dirigido; en dependencia de esto, entonces se decide cuál será el diseño del producto y la estrategia didáctica que puede tener el software, como por ejemplo: entrenar, instruir, informar y motivar.

1.4 Calidad

El término calidad tiene múltiples interpretaciones, ya que todo dependerá del nivel de satisfacción o conformidad del cliente. Sin embargo, es el resultado de un esfuerzo arduo, se trabaja de forma eficaz para poder satisfacer el deseo del consumidor. Dependiendo de la forma en que un producto o servicio sea aceptado o rechazado por los clientes, es posible decir si este cumplió o no con los requisitos establecidos.

Según Crosby, médico psicólogo, vicepresidente de la compañía telefónica ITT (Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica) define la calidad en 1979 como: “calidad no es más que conformidad con los requerimientos indicando que el 100% de la conformidad es igual a cero”. Más adelante, en 1994, amplía el concepto, “calidad es entregar a los clientes y a nuestros compañeros de trabajo productos y servicios sin defectos y hacerlo a tiempo”.

Amador Durán Toro profesor titular en el área de conocimiento de lenguajes y sistemas informáticos plantea en el 2000 que: “la calidad es el conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y en consecuencia hacen satisfactorio el producto”.

Después de haber analizado cada una de las definiciones se considera que la más completa es la planteada por Amador Durán Toro, ya que el mismo refleja que la calidad depende de las necesidades del cliente, y en la medida en que estas se cumplan hacen que el producto sea satisfactorio, por lo tanto, la investigación se guiará por este concepto.

1.4.1 Principios de la administración de la calidad

- **Fortalecer los sistemas y procesos:** Al ver a una organización como una colección de sistemas y procesos interdependientes, los administradores pueden entender cómo ocurren los problemas y pueden fortalecer toda la organización.
- **Motivar la participación del personal y el trabajo de equipo:** Todo empleado puede ayudar a garantizar la buena calidad si los administradores habilitan al personal para resolver problemas y recomendar mejoras.
- **Basar las decisiones en información fidedigna:** Al compilar y analizar datos exactos, oportunos y objetivos, los administradores pueden diagnosticar y resolver los problemas de la organización y medir el progreso.

- **Mejorar la coordinación y la comunicación:** El personal en los diversos niveles de administración, unidades e instalaciones puede trabajar en conjunto para mejorar la calidad si comparte la información libremente y coordina sus actividades.
- **Demostrar compromiso por parte del liderazgo:** Cuando los líderes de una organización se comprometen a prestar servicios de buena calidad, los empleados lo aceptan como un principio fundamental para su propio trabajo (13).

Es preciso tener en cuenta cada uno de estos principios ya que permiten tener éxito y administrar correctamente la calidad del software, sin importar que tipo de producto se esté desarrollando.

1.4.2 Control de la Calidad

El control de la calidad garantiza que las actividades de un programa ocurran según fueron planeadas. Las actividades para el control de la calidad también pueden identificar fallas en el diseño y, por ende, señalar cambios que podrían mejorar la misma (13).

Según la NC ISO 9000:2005 es el “Conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requerimientos relativos a la calidad del producto o servicio”.

Son las características propias del software que se desean controlar y asegurar.

Durante el proceso de evaluación de un producto software se deben planificar, organizar, y controlar una serie de actividades sobre las cuales se debe tener cierto control de la calidad con que se realizan las mismas, ya que de esta forma se garantiza que se obtenga un producto con la calidad requerida y que se cumplan los objetivos previstos desde el inicio. Según sea el control de la calidad durante el desarrollo del producto, mayor será la garantía que se tenga de la calidad del software al finalizar el mismo.

1.4.3 Calidad de software

En términos generales la calidad de software puede definirse como grado en que un conjunto de características inherentes al software cumple con unos requisitos explícitos e implícitos (14).

Según Pressman (1992) no es más que la “Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”, mientras que Kaoru Ishikawa define la calidad

como: “Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor” (15).

Después de haber analizado cada una de las definiciones se considera que la más completa es la planteada por Roger. S. Pressman, ya que tiene en cuenta los requisitos establecidos por el cliente, las características que, aunque no están explícitamente descritas, debe tener en cuenta todo desarrollador a la hora de hacer un software y se rige por los estándares de calidad establecidos.

1.4.4 Control de la Calidad de Software

Técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requisitos relativos a la calidad, centrados en mantener bajo control el proceso de desarrollo y eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida.

Según la definición anterior se puede deducir que producir software con calidad produce beneficios tanto para los clientes como para los desarrolladores.

1.4.5 Factores que determinan la calidad del software

Se dividen en tres grupos:

1. Operaciones del producto: Características operativas.

- 1.1 Funcionalidad (¿Hace lo que se le pide?). El grado en que una aplicación satisface especificaciones y consigue los objetivos encomendados por el cliente.
- 1.2 Fiabilidad (¿Lo hace de forma fiable todo el tiempo?). El grado en que se puede esperar que una aplicación lleve a cabo las operaciones especificadas y con la precisión requerida.
- 1.3 Eficiencia (¿Qué recursos hardware y software necesito?). La cantidad de recursos hardware y software que necesita una aplicación para realizar las operaciones con los tiempos de respuesta adecuados.
- 1.4 Usabilidad (¿Es fácil y cómodo de manejar?). El esfuerzo requerido para aprender el manejo de una aplicación, trabajar con ella, introducir datos y conseguir resultados.

2. Revisión del producto: Capacidad para soportar cambios.

- 2.1 Mantenibilidad (¿Puedo localizar los fallos?). El esfuerzo requerido para localizar y reparar errores.

2.2 Flexibilidad (¿Puedo añadir nuevas opciones?). El esfuerzo requerido para modificar una aplicación en funcionamiento.

2.3 Comprobabilidad o Facilidad de prueba (¿Puedo probar todas las opciones?). El esfuerzo requerido para probar una aplicación de forma que cumpla con lo especificado en los requisitos.

3. Transición del producto: Adaptabilidad a nuevos entornos.

3.1 Portabilidad (¿Podré usarlo en otra máquina?). El esfuerzo requerido para transferir la aplicación a otro hardware o sistema operativo.

3.2 Reusabilidad (¿Podré utilizar alguna parte del software en otra aplicación?). Grado en que partes de una aplicación pueden utilizarse en otras aplicaciones.

3.3 Interoperabilidad (¿Podrá comunicarse con otras aplicaciones o sistemas informáticos?). El esfuerzo necesario para comunicar la aplicación con otras aplicaciones o sistemas informáticos.

Para llevar a cabo un buen control de la calidad del software se realizan diferentes actividades que permiten eliminar defectos en cada etapa de desarrollo del producto, entre las que se pueden mencionar las mediciones.

1.5 ¿Por qué medir y para qué?

No es extraño encontrar personas que aún no tienen una idea clara de lo importante que es medir. En algunos casos se llega incluso a pensar que medir es un gasto o un costo innecesario.

Medir es aprender, es decir, adquirir el conocimiento de alguna cosa; es seguridad. Las mediciones suministran una valiosa información permitiendo desarrollar proyectos más acertados, mejorar costos y satisfacer mejor las necesidades del cliente; es eficiencia, ya que las mediciones acertadas y en el momento oportuno evitan costos innecesarios y conducen hacia direcciones más correctas en el desarrollo de las tareas, facilitando la toma de decisiones; es desarrollo, pues está en cierta forma relacionado con los avances en materia de mediciones.

1.5.1 Principios básicos de la medición

- Los objetivos de la medición deberían establecerse antes de empezar la recopilación de datos.

- Todas las técnicas sobre métricas deberían definirse sin ambigüedades.
- Las métricas deberían obtenerse basándose en una teoría válida para el dominio de aplicación.
- Hay que hacer las métricas a la medida para acomodar mejor los productos y procesos específicos.
- Siempre que sea posible, la recopilación de datos y el análisis debería automatizarse.
- Se deberían aplicar técnicas estadísticas válidas para establecer las relaciones entre los atributos internos del producto y las características externas de la calidad.
- Es importante tener en cuenta estos principios, pues de esta manera se logra un trabajo más completo y con mejores resultados.

1.5.2 Actividades del proceso de medición

1. **Formulación:** Obtención de medidas y métricas apropiadas para la presentación del software.
2. **Colección:** Mecanismo empleado para acumular datos necesarios para obtener las métricas formuladas.
3. **Análisis:** Cálculo de las métricas y aplicación de herramientas matemáticas.
4. **Interpretación:** La evaluación de los resultados de las métricas en un esfuerzo por conseguir una visión interna de la calidad de la presentación.
5. **Retroalimentación:** Recomendaciones obtenidas de la interpretación de métricas y técnicas admitidas al equipo de desarrollo de software.

Estas actividades, desarrolladas correctamente, permiten lograr resultados concretos en la evolución del software, los cuales se pueden guardar para un uso posterior en caso de ser necesario.

1.5.3 Razones para medir un producto

- Para indicar la calidad del producto.
- Para evaluar la productividad de la gente que desarrolla el producto.

- Para evaluar los beneficios en términos de productividad y de calidad, derivados del uso de nuevos métodos y herramientas de la ingeniería de software.
- Para establecer una línea de base para la estimación.
- Para ayudar a justificar el uso de nuevas herramientas o de formación adicional.

Para evaluar la calidad existen métricas estandarizadas internacionalmente, que haciendo un uso correcto de ellas se puede lograr un software que satisfaga las expectativas del cliente. Ayudan a entender tanto el proceso técnico que se utiliza para desarrollar un producto, como el propio producto.

1.6 Métricas

Una métrica es una asignación de un valor a un atributo (tiempo, complejidad, entre otros), de una entidad software, ya sea un producto (código) o un proceso (pruebas). Las métricas son escalas de unidades sobre las cuales puede medirse un atributo cuantificable.

Proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir, cómo se va a medir para que el sistema se adapte a los requisitos que pide el cliente (16).

1.6.1 Clasificación de las métricas

Las métricas pueden agruparse en varias clasificaciones:

Métricas del Proyecto: Se consolidan para crear métricas de proceso que sean públicas para toda la organización del software. El uso de métricas para proyecto tiene dos aspectos fundamentales: minimizar la planificación del desarrollo haciendo los ajustes necesarios que evitan retraso y reducir problemas/riesgos potenciales y evaluar la calidad de los productos en el momento actual y cuando sea necesario, modificando el enfoque técnico que mejore la calidad.

Métricas del proceso: Se recopila de todos los proyectos y durante un largo período de tiempo. Su intento es proporcionar indicadores que lleven a mejorar los procesos de software a largo plazo.

Métricas de producto: Son privadas para un individuo y a medida se combinan para desarrollar métricas del proyecto que sean públicas para un equipo de software.

La clasificación de una métrica de software refleja o describe la conducta del software. A continuación una breve clasificación de métricas de software, descritas por Lem O. Ejiogu (17).

Métricas de complejidad: Son todas las métricas de software que definen de una u otra forma la medición de la complejidad; tales como volumen, tamaño, costo (estimación), agregación, configuración, y flujo. Estas son los puntos críticos de la concepción, viabilidad, análisis, y diseño de software.

Métricas de calidad: Son todas las métricas de software que definen de una u otra forma la calidad del software; tales como exactitud, estructuración o modularidad, pruebas, mantenimiento, reusabilidad, cohesión del módulo, acoplamiento del módulo, etc. Estas son los puntos críticos en el diseño, codificación, pruebas y mantenimiento.

Métricas de competencia: Son todas las métricas que intentan valorar o medir las actividades de productividad de los programadores o practicantes con respecto a su certeza, rapidez, eficiencia y competencia. No se ha alcanzado mucho en esta área, a pesar de la intensa investigación académica.

Métricas de desempeño: Corresponden a las métricas que miden la conducta de módulos y sistemas de un software, bajo la supervisión del sistema operativo o hardware. Generalmente tienen que ver con la eficiencia de ejecución, tiempo, almacenamiento, complejidad de algoritmos computacionales, entre otras.

Los valores de las métricas no se obtienen solo por mediciones. Algunos de estos valores se derivan de los requisitos del cliente o de los usuarios y, por lo tanto, actúan como restricciones dentro del proyecto.

Todas las organizaciones de software exitosas implementan mediciones como parte de sus actividades cotidianas, pues estas brindan la información objetiva necesaria para la toma de decisiones, que tendrá un impacto efectivo en el negocio y desempeño en la ingeniería.

Para comprender mejor lo que son estas métricas es necesario tener claro que métrica, medición y medida no significan lo mismo (18).

- **Métrica:** Medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado (IEEE, 1993). Incluye el método de medición.
- **Medición:** Proceso por el cual se obtiene una medida.
- **Medida:** Valor asignado a un atributo de una entidad mediante una medición.

Para una definición más completa deben incluirse los servicios relacionados al software como la respuesta a los resultados del cliente: Ver figura 1:

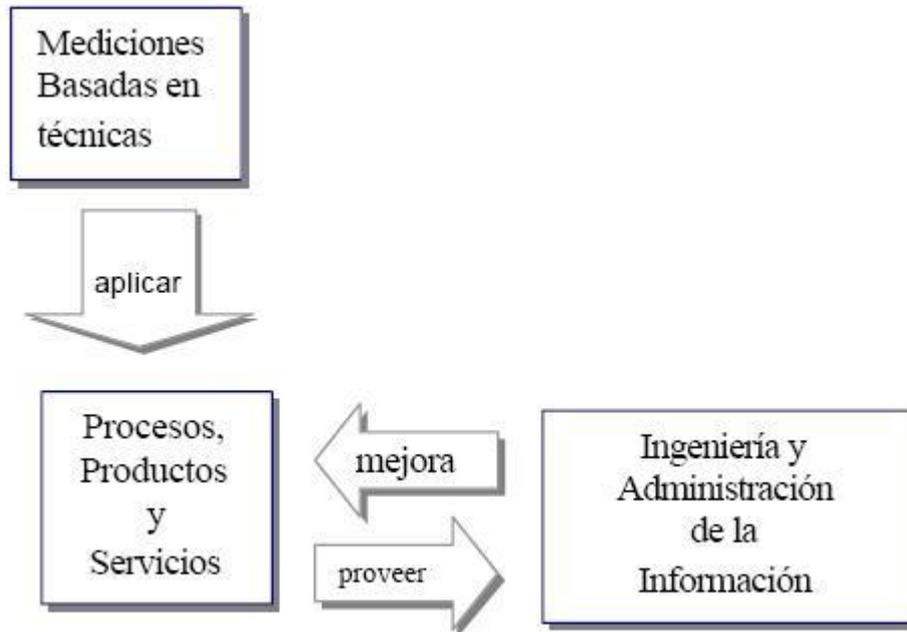


Figura 1 Concepto de Métricas.

Muchos investigadores han intentado desarrollar una sola métrica que proporcione una medida completa de la calidad del software. Aunque se han propuesto docenas de métricas o medidas, cada una de éstas tiene un punto de vista diferente; y por otro lado, aunque bien se sabe que existe la necesidad de medir y controlar la calidad del software, es difícil de obtener un solo valor de estas métricas de calidad.

Es por eso que existen distintos tipos de métricas para poder evaluar, mejorar y clasificar al software final, que serán manejadas dependiendo del entorno de desarrollo del software al cual pretendan orientarse.

1.7 Normas de calidad

Un modelo de calidad no es más que un conjunto de criterios agrupados en áreas o capítulos y que sirven como referencia para estructurar un plan de calidad en una empresa u organización, o en una de sus partes.

En otros términos se puede decir que es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos (19).

Los modelos de calidad te dicen Qué hacer pero no Cómo hacerlo, por qué, porque dependen de las metodologías que se usen y de los objetivos del negocio.

Entre los tantos modelos que existen podemos mencionar los siguientes:

- **Familia de Normas ISO/IEC 9126:** Es un estándar internacional para la evaluación del Software. Establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas.
- **Nueva familia ISO/IEC 25 000:** Proporciona orientación para el uso de la nueva serie de Normas Internacionales de productos de software. El propósito de esta guía es proporcionar una visión general de modelos de referencia común y definiciones, así como la relación entre los documentos, permitiendo a los usuarios una buena comprensión de las series de Normas Internacionales, de acuerdo con su propósito de uso. Este documento contiene una explicación del proceso de transición entre la antigua ISO/IEC 9126 y la serie 14598, y también presenta información sobre el uso de la ISO/IEC 14598 y la serie 9126 en su forma anterior (20).
- **CMMI:** Es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software.
- **Norma ISO/IEC 19796:** Es un modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación. Una de sus partes, específicamente la ISO/IEC 19796-2 está relacionada con la norma ISO/IEC 9126-2.

Como bien se plantea en los objetivos, la investigación estará centrada en la ISO/IEC 9126 y la norma ISO/IEC 19796, ya que lo que les interesa a las investigadoras es evaluar la calidad de un producto software, específicamente del software educativo.

1.7.1 La Norma ISO/IEC 19796

Basado en el framework de la Organización Internacional de Normalización ISO/IEC 19796, fue desarrollado un modelo armonizado de calidad por la ISO/IEC 19796-2 en el 2008, que consta de líneas directivas y recomendaciones para los sistemas de calidad y cubre los aspectos de la calidad de organizaciones, productos, servicios, y soluciones. Provee orientación para todos los interesados y puede estar extendida para los requisitos de ciertas comunidades, contextos, o interesados. El objetivo de este estándar internacional es prolongar el RFDQ (Marco de Referencia para la Descripción de Calidad Enfoques definido

por la ISO/IEC 19796-1) conduciendo a un sistema completo de calidad que de soporte a los interesados (los proveedores, maestros, desarrolladores, personas que toman las decisiones, gerentes) a la implementación y la mejora de sistemas de administración de calidad y de comprobación de calidad (21).

Dentro de sus principales términos y definiciones se pueden mencionar los siguientes:

Productor de contenidos: El individuo o la organización producen contenido de aprendizaje por medio de la Internet.

Diseño didáctico: Trámite referente a las actividades y a los recursos para lograr aprender objetivos. Esto puede incluir a los principiantes, los instructores, los contenidos, los métodos, el soporte lógico informático, los objetivos, el ambiente, etc. El diseño didáctico es utilizado como un sinónimo de diseño instructivo, estas condiciones son ambas usadas queriendo decir lo mismo en algunos países o comunidades.

Modelo armonizado de calidad: El modelo armonizado de calidad es un acercamiento de calidad de avanzada tecnología teniendo en cuenta calidad actual (para la administración de calidad y la seguridad), los requisitos, y una vista simétrica de las diferentes necesidades del interesado. Provee líneas directivas y recomendaciones para desarrollar calidad para el aprendizaje, la educación, y el entrenamiento. Combina ambos proceso y orientación del producto.

El aprendizaje, la educación, y el entrenamiento portado por las TIC: Cualquier clase de aprendizaje, de educación y de entrenamiento facilitado, soportado por información y las tecnologías de comunicación (usando como un sinónimo: el aprendizaje por medio de la Internet).

Esta norma plantea una serie de principios que son el resultado de un análisis de avances existentes para determinar diferencias y aspectos comunes entre varios modelos. Esta confrontación condujo a una clasificación consensual de aspectos para ser incluida en el modelo armonizado de calidad. Fueron determinados los requisitos siguientes, que incluyen necesidades del interesado y reflejan debates con expertos conduciendo a este consenso.

Transparencia: El modelo de calidad provee una manera para informar a todos los interesados acerca de la calidad de procesos, productos, servicios, y soluciones. No prescribe conceptos, pero describe la forma en que los organismos actúan para lograr soluciones altas de calidad.

Orientación al aprendizaje: El modelo de calidad contribuye a un mejor aprendizaje, actividades y experiencias.

Acercamiento holístico: El modelo de calidad incluye conceptos para asegurar calidad a los procesos (el diseño, el auge, la evaluación), productos (los módulos, las plataformas), servicios (el soporte, la gerencia), y soluciones (un paquete de materiales educativos, infraestructura del hardware y el soporte línea de emergencia). Cubre todos los niveles de auge de calidad, de conciencia de calidad y estrategias para la calidad de materiales educativos.

Adaptabilidad: El modelo de calidad puede incorporar métodos y métricas (en particular la ISO/IEC 19796-3) para adaptar conceptos para las necesidades de una organización.

Extensibilidad: El modelo de calidad es extensible para tener en cuenta conceptos nuevos, tecnologías, o innovaciones.

Desarrollo de la calidad: El modelo de calidad conduce a un desarrollo continuo de calidad en organizaciones. No enfoca la atención en mantener el estado de cosas pero si las metas en estar continuamente mejorando la calidad.

Participación: La calidad es vista como un proceso de negociación entre todos los interesados. Eso asegura participación en todos los niveles.

Armonización: El modelo de calidad no pone la mira en desarrollar soluciones nuevas. Toma las prácticas y los modelos de calidad en cuenta.

Estandarización: El modelo de calidad es basado en normas recientes, como la ISO/IEC 19796-1.

1.7.2 ISO/IEC 19796-2

Este modelo de calidad armonizada para el aprendizaje, la educación y la formación es la combinación, tanto de procesos y productos existentes de orientación como de los modelos de calidad; para esto se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

1. La información en ofertas educativas.
2. El grupo meta y objetivos de aprendizaje.
3. La estructura de la oferta educativa.
4. El contenido.

5. Didáctica.
6. Media.
7. Comunicación / Colaboración.
8. Roles.
9. Tareas o Actividades.
10. Aspectos Técnicos.
11. Evaluación.
12. Documentación.

Por las características de cada uno de estos aspectos solamente se van a tener en cuenta los que a continuación se mencionan:

La estructura de la oferta educativa: La estructura del curso toma en consideración todas las posiciones educativas y medios de comunicación necesitados para la implementación de los blancos educativos. Está relacionada con la arquitectura de la información. Las posiciones educativas y los medios de comunicación interactúan eficazmente para chocar con los blancos educativos, este cuenta con:

- Un horario cronometrado.
- La introducción para los cursos.

Didáctica: Se muestra en qué forma el acercamiento del didáctico puede ser influenciado por los aprendices y el nivel de participación, si es compatible con blancos de las oportunidades educativas o no. Contempla el diseño instruccional. Este aspecto cuenta con:

- La elección de métodos.
- La orientación del grupo meta.
- El soporte para la orientación contextual.
- El soporte para el procesamiento y percepción mental del contenido educativo.
- Aprendiendo objetivos.
- Los recursos y los medios de comunicación.

Media: Los medios de comunicación (los medios de comunicación digitales y estampados).

- El trazado.
- La navegación.
- El diseño /formateo de contenido.
- Orientado hacia el usuario.
- La interacción del usuario.
- El sonido
- Las imágenes
- Los videos

Los productos, servicios y soluciones no deben ser analizados por separado sin tener en consideración la producción, la aplicación y el contexto organizacional. Por lo tanto, la armonización de modelo de calidad consiste en la calidad de las organizaciones y la calidad de los productos, servicios y soluciones.

1.7.3 Evaluación del software educativo en el contexto del modelo armonizado de calidad

El framework de referencia de la norma ISO/IEC 19796-3 provee un marco orientado a los procesos para desarrollar la calidad en una organización. Una idea central es encontrar e implementar métodos para asegurar la calidad y cumplir a cabalidad los objetivos de calidad de una organización. En segundo lugar, las métricas adecuadas que deberán estar definidas para medir el éxito del acercamiento de calidad (22).

La siguiente figura es una vista de la relación entre las 4 partes que componen el marco.

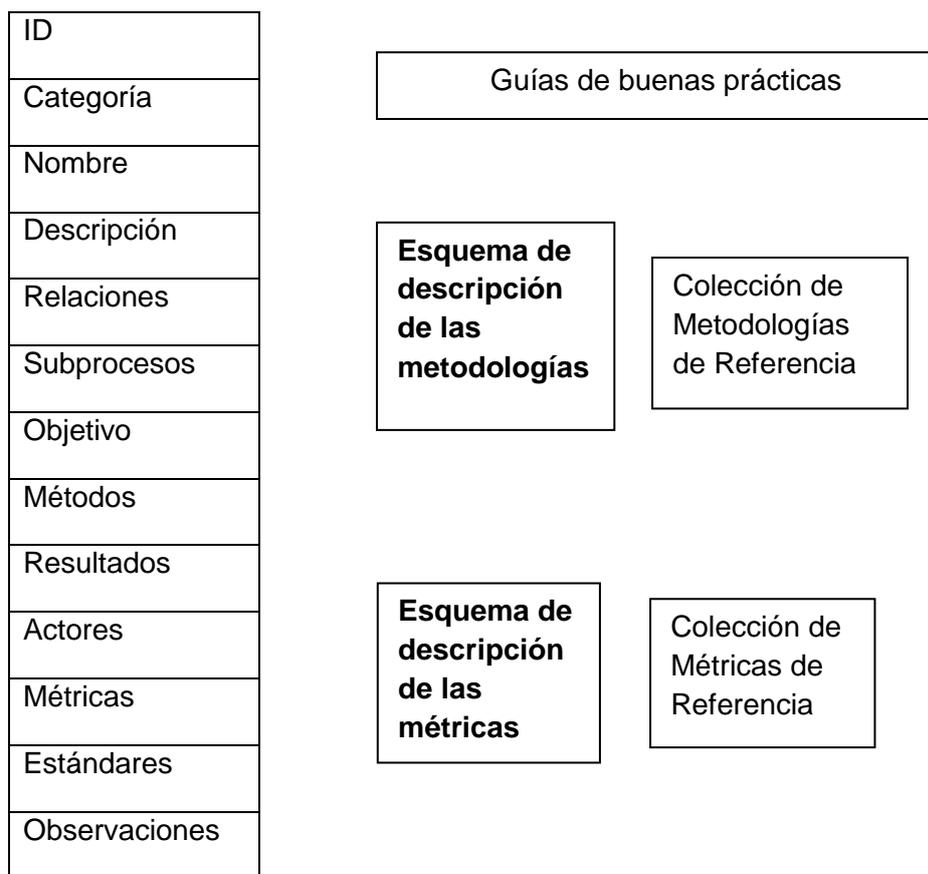


Figura 2 Marco orientado a los procesos para desarrollar la calidad.

La idea central de este marco primeramente es encontrar métodos o metodologías para asegurar la calidad de una organización y cumplir con los objetivos de la misma, en segundo lugar, las métricas adecuadas que deberían estar definidas para evaluarla. Cuenta con una guía que define cómo aplicar las métricas y métodos antes mencionados, así como los aspectos más significativos de estos, dígame: id, categoría, nombre, descripción, relaciones, subprocesos, objetivo, métodos, resultados, actores, métricas, estándares y observaciones.

Tanto la descripción de las metodologías, como la descripción de las métricas de calidad, son elementos significativos para desarrollar e integrar métodos y métricas para medir el éxito, tanto de la gestión de calidad del aprendizaje y la enseñanza a distancia como de la aplicación de los propios métodos de calidad, instrumentos y herramientas para adoptar la ISO/IEC 19796-1. Los métodos al igual que las métricas son comparables, inter-operable e inter-cambiable entre sistemas. Sus categorías y sub-categorías están llamadas a identificar métodos y métricas para los acercamientos a la calidad. Usando estas categorías, todo interesado (desarrollador, proveedor, profesor, aprendiz, gerente) es capaz de comprender los avances en la calidad y se posibilita juzgue la información acerca de producto y el

servicio, si es fiable o no (22). Se han definido catorce categorías de métodos (con sus respectivas sub-categorías) y once categorías de métricas (con sus respectivas sub-categorías), sobre las cuales se profundiza en el siguiente capítulo.

1.7.4 La NC ISO/IEC 9126

La ISO/IEC 9126(1991) fue elaborada para sustentar el propósito de que todas las características de calidad relevantes del producto de software sean especificadas y evaluadas, siempre que sea posible utilizando métricas validadas o comúnmente aceptadas, definió seis características de calidad .

Las características de calidad y sus métricas asociadas pueden ser útiles no solo para la evaluación de los productos de software, sino también para definir entre otros usos los requisitos de calidad.

Las características de la calidad de los productos de software definidas en esta parte de la ISO/IEC 9126 pueden ser utilizadas para especificar tanto los requisitos funcionales como no funcionales de los clientes y usuarios.

Esta parte de la NC ISO/IEC 9126, es una revisión de la ISO/IEC 9126(1991), y conserva las mismas características de calidad de los productos de software. Las diferencias fundamentales son las siguientes:

- La introducción de sub-características normativas, la mayor parte de las cuales están basadas en las sub-características informativas de la ISO/IEC 9126(1991).
- La especificación de un modelo de calidad.
- La introducción de la calidad en el uso.

1.7.4.1 ISO/IEC 9126-2

Contiene la terminología relacionada con las medidas de las métricas, el uso de las métricas en el proceso del ciclo de la vida, así como también unos conjuntos básicos introductorios de métricas externas para cada característica y sub-característica de calidad de software. El conjunto de métricas que contiene está organizada por características y sub-características, donde cada métrica contiene: nombre, propósito, entre otros.

Objetivo de las métricas para medir características externas

Representar la calidad de un producto de software respecto a las características y sub-características del modelo ISO/IEC 9126 durante el testeo, validar el cumplimiento del

software respecto a los requisitos de calidad externa, predecir el nivel de calidad de uso del producto y describir el grado de respuesta del producto respecto a los requisitos explícitos e implícitos de su uso.

1.7.4.2 ISO/IEC 9126-3

Proporciona métricas internas para medir los atributos de las características de calidad definidas en la norma ISO/IEC 9126-1 con las siguientes cualidades: se aplican a un producto de software no ejecutable, se aplican durante las etapas de desarrollo y el conjunto de métricas están organizadas igualmente por características y sub-características, donde tiene los mismos campos que la norma ISO/IEC 9126-2.

Objetivos de las métricas para medir características internas

- Representar la calidad de un producto de software, en los estados de evolución intermedios y finales no ejecutables, respecto a las características y sub-características del modelo ISO/IEC 9126.
- Predecir el nivel de calidad externo del producto. Prevenir problemas en el uso del producto, descubriendo anticipadamente potenciales de defectos.

Las métricas internas son en general combinación de métricas elementales aplicadas a código fuente, diagramas UML o gráficos.

1.7.4.3 ISO/IEC 9126-4

Son métricas de satisfacción del usuario para evaluar las actitudes hacia el uso del producto en un determinado contexto de uso. La satisfacción se ve influida por la percepción del usuario acerca de las propiedades del producto software (como los medidos por indicadores externos) y por la percepción del usuario acerca de la eficiencia, productividad y seguridad de uso.

Objetivo de las métricas para medir características de uso

Verificar la capacidad de un producto de satisfacer las exigencias de los usuarios en un escenario de uso dado, en relación con los objetivos previstos.

Estas métricas son en general combinación de métricas elementales aplicadas a la interacción entre usuario y sistema.

Dada la explicación de las normas anteriores se define los siguientes tipos de métricas existentes para evaluar la calidad del producto software:

1. **Métricas Internas:** Permiten atender los aspectos de la calidad durante el ciclo de vida del producto software antes de que este concluya en un ejecutable. Pueden aplicarse a un producto de software no ejecutable (como una especificación o código fuente) durante el diseño y la programación. En el desarrollo de un producto de software los productos intermedios deben evaluarse usando estas métricas que miden las propiedades intrínsecas, incluyendo las que pueden derivarse de un comportamiento simulado. El propósito primario de las mismas es asegurar el logro de la calidad externa y la calidad durante el uso requerido.

Dichas métricas constituyen una ventaja para los usuarios, evaluadores, verificadores, y diseñadores, pues le permiten evaluar la calidad de producto de software y atender los aspectos de la calidad desde las etapas más tempranas antes de que el producto de software devenga en ejecutable.

Estas métricas miden los atributos interiores o indican los atributos externos por medio del análisis de las propiedades estáticas del producto de software intermedio o final. Las mediciones de las métricas internas usan números o frecuencias de los elementos que componen al software, por ejemplo, en las declaraciones del código fuente, gráfico de control, los flujos de datos y las representaciones de transición de estado.

La documentación también puede evaluarse usando las métricas internas.

2. **Métricas Externas:** Permiten evaluar la calidad del producto software durante el ensayo o la operación. Usan valores de un producto del software derivadas de las mediciones del comportamiento del sistema del que es parte, mediante el ensayo, la operación y observación del software o sistema ejecutable. Antes de adquirir o usar un producto software, el mismo debe evaluarse usando métricas basadas en objetivos comerciales relacionados con el uso, explotación y gestión del producto en un ambiente organizativo y técnico especificado.
3. **Métricas de Calidad en el Uso:** Miden hasta qué punto un producto satisface las necesidades de usuarios específicos para lograr las metas especificadas con la eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto determinado de uso.

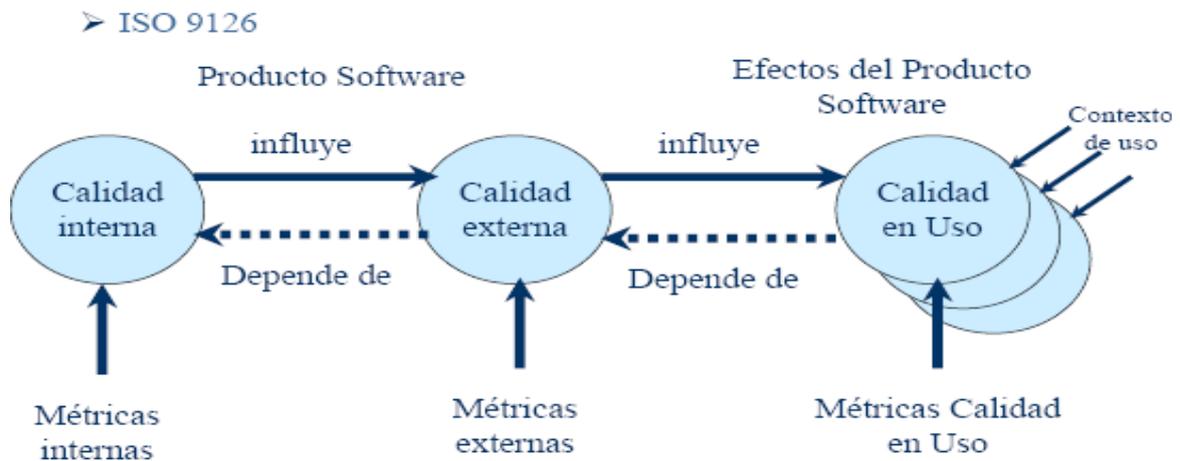


Figura 3. ISO 9126.

Las métricas de calidad interna son utilizadas internamente por el equipo de desarrollo del software para hacer una evaluación de la calidad de su producto mientras que las de calidad externa son empleadas por un agente externo que define la calidad del producto antes de ser entregado al cliente; la calidad en el uso mide si un producto resuelve las necesidades de usuarios específicos. La calidad interna determina la calidad externa y esta a su vez la calidad en el uso.

1.7.5 Relación entre las métricas internas y externas

Cuando los requisitos de calidad de software se definen, se relacionan las características de calidad de software o sub-características que contribuyen al cumplimiento de dichos requisitos. Luego se especifican las métricas externas apropiadas y los intervalos aceptables para cuantificar los criterios de calidad que validan que el software satisface las necesidades del usuario. Los atributos internos de calidad del software son entonces definidos y especificados para que se puedan utilizar en la verificación de que el software intermedio cumple las especificaciones de la calidad interna durante el desarrollo.

Se recomienda utilizar métricas internas que tengan una relación tan fuerte como sea posible con las métricas externas planificadas, para que aquellas puedan usarse para predecir los valores de las métricas externas. Por supuesto, es generalmente difícil de diseñar un modelo teórico riguroso que proporcione una relación sólida entre las métricas internas y las externas.

1.7.6 Evaluación del software educativo mediante la evaluación interna y externa.

La evaluación de los programas educativos es un proceso que consiste en la determinación del grado de adecuación de dichos programas al contexto educativo. Básicamente, se realizan las evaluaciones interna y externa del software, a fin de detectar los problemas que generarán cambios en el producto, lo antes posible, para reducir costos y esfuerzos posteriores. Estas evaluaciones consideran las eventuales modificaciones sugeridas por el equipo de desarrollo. Cuando un producto del tipo comercial educativo, llega al docente, significa que ha superado las etapas de evaluaciones interna y externa. Además para obtener el grado de eficacia y de eficiencia del producto se deberá realizar una evaluación en el contexto de uso.

Como resultado de ambas evaluaciones, se obtendrá la primera versión del programa con su respectivo manual de usuario, conteniendo todos los aspectos que se consideren indispensables para el uso docente, con detalles técnicos, y del entorno pedagógico y didáctico en el que se desarrolló el programa.

1.7.7 Modelo de la calidad interna y externa



Figura 4. Modelo de calidad interna y externa.

A continuación se da una definición de cada una de las características y sub-características del modelo de calidad interna y externa.

- **Funcionalidad:** Conjunto de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado.
 1. **Idoneidad:** Capacidad del software para mantener un conjunto apropiado de funciones para las tareas y los objetivos especificados del usuario.
 2. **Exactitud:** Este atributo permite evaluar si el software presenta resultados o efectos acordes a las necesidades para las cuales fue creado.
 3. **Interoperabilidad:** Permite evaluar la habilidad del software de interactuar con otros sistemas previamente especificados.
 4. **Conformidad:** Evalúa si el software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.
 5. **Seguridad:** Se refiere a la habilidad de prevenir el acceso no autorizado, ya sea accidental o premeditado, a los programas y datos.

- **Confiabilidad:** Conjunto de atributos que se refieren a la capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido.
 1. **Madurez:** Permite medir la frecuencia de falla por errores en el software.
 2. **Tolerancia ante fallos:** Se refiere a la habilidad de mantener un nivel específico de funcionamiento en caso de fallas del software o de cometer infracciones de su interfaz específica.
 3. **Recuperabilidad:** Se refiere a la capacidad de restablecer el nivel de operación y recobrar los datos que hayan sido afectados directamente por una falla, así como al tiempo y el esfuerzo necesarios para lograrlo.
 4. **Conformidad:** Capacidad del software para adherirse a las normas que se le apliquen, convenciones, regulaciones, leyes y las prescripciones similares relativas a la confiabilidad.

- **Usabilidad:** Conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.
 1. **Comprensibilidad:** Se refiere al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software.

2. **Cognoscibilidad:** Capacidad del software para permitirle al usuario aprender su aplicación.
 3. **Atracción:** Capacidad del software de ser atractivo para el usuario.
 4. **Operabilidad:** Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.
 5. **Conformidad:** Capacidad del software para adherirse a las normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relativas a la usabilidad.
- **Eficiencia:** Permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados.
1. **Rendimiento:** Capacidad del software para proporcionar apropiados tiempos de respuesta y procesamiento, así como tasas de producción de resultados, al realizar su función bajo condiciones establecidas.
 2. **Utilización de recursos:** Capacidad del software para utilizar la cantidad y el tipo apropiado de recursos cuando el software realiza su función bajo las condiciones establecidas.
 3. **Conformidad:** Capacidad del software de adherirse a las normas o convenciones que se relacionan con la eficiencia.
- **Mantenibilidad:** Atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad.
1. **Diagnósticabilidad:** Capacidad del software de ser objeto de un diagnóstico para detectar deficiencias o causas de los fallos totales en el software, o para identificar las partes que van a ser modificadas.
 2. **Cambiabilidad:** Capacidad del software para permitir la aplicación de una modificación especificada.
 3. **Estabilidad:** Capacidad del software para minimizar los efectos inesperados de las modificaciones realizadas al software.
 4. **Comprobabilidad:** Capacidad del software para permitir la validación de un software modificado.

- 5. Conformidad:** Capacidad del software para adherirse a las normas o convenciones que se relacionan con la mantenibilidad.
- **Portabilidad:** Se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro.
- 1. Adaptabilidad:** Evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.
 - 2. Instalabilidad:** Es el esfuerzo necesario para instalar el software en un ambiente determinado.
 - 3. Conformidad:** Permite evaluar si el software se adhiere a estándares o convenciones relativas a portabilidad.
 - 4. Reemplazabilidad:** Se refiere a la oportunidad y el esfuerzo usado en sustituir el software por otro producto.
 - 5. Coexistencia:** Capacidad del software de coexistir con otro software independiente en un ambiente común y compartir los recursos comunes.

Solo se analizará la característica de usabilidad, ya que la misma evidencia las diferencias notables que existen con respecto a otro software; no dejando de mencionar que el software educativo igualmente debe ser portable, confiable y seguro.

1.8 Usabilidad

Es el atributo más visible, ya que determina el grado de satisfacción del usuario respecto al software; de ello depende que sea utilizada o no.

Ocurre que la ingeniería de software se ocupa de aquellos atributos del software relacionados con características internas del sistema, [fiabilidad, seguridad, productividad] dejando de lado la perspectiva del usuario.

El término usabilidad según Bevan, Kirakowsky, Maissel es planteado desde tres puntos de vista:

- Orientado al producto
- Orientado al usuario
- Orientado al rendimiento del usuario

La ISO/IEC 9126-1 define la usabilidad como la capacidad de un producto software de ser comprendido, aprendido, usado y de ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso.

Esta definición expone el énfasis en los atributos internos y externos del producto, los cuales contribuyen a su usabilidad. Esta característica no depende sólo del producto, sino también del usuario.

Según J. Nielsen, el principal problema de la usabilidad reside en que es una cualidad demasiado abstracta para ser medida directamente.

Por esta razón Nielsen la descompone en cinco atributos para poder estudiarla:

- Facilidad de aprendizaje
- Eficiencia
- Recuerdo en el tiempo
- Tasa de errores
- Satisfacción (23)

1.8.1 Métodos de evaluación de usabilidad

Se pueden considerar dos grupos:

Los Métodos de evaluación de usabilidad empíricos, donde participan:

- Usuario
- Evaluadores
- Observadores
- Expertos en test

Los Métodos de evaluación de usabilidad analíticos:

Donde no tienen acceso los usuarios, incluyen un equipo de especialistas en usabilidad. Para el proceso de inspección se utilizan directrices o heurísticas para realizar el proceso de inspección.

1.8.2 Métricas de usabilidad

Se definen como criterios o variables que son medibles de forma objetiva. Mientras que la interpretación de una opinión es un análisis cualitativo o subjetivo por parte del experto, la interpretación de datos objetivos responde a un análisis cuantitativo, siguiendo las normas ISO/IEC 9126 (24).

1.9 Calidad en uso

La calidad en el uso es la capacidad del producto de software de permitir que los usuarios alcancen los objetivos especificados con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en contextos de uso específicos.



Figura 5. Modelo de calidad para calidad en el uso.

A continuación se definen cada una de las características de la calidad en uso:

1- Eficacia: Capacidad del producto software para permitir a los usuarios alcanzar objetivos especificados con exactitud y completitud, en un contexto de uso especificado.

2- Productividad: Capacidad del producto software para permitir a los usuarios gastar una cantidad adecuada de recursos con relación a la efectividad alcanzada, en un contexto de uso especificado.

3- Seguridad: Capacidad del producto software para alcanzar niveles aceptables del riesgo de hacer daño a personas, al negocio, al software, a las propiedades o al medio ambiente, en un contexto de uso especificado.

4- Satisfacción: Capacidad del producto software para satisfacer a los usuarios en un contexto de uso especificado.

1.9.1 Métricas de calidad en uso

Las métricas de la calidad en el uso miden hasta que punto un producto satisface las necesidades de usuarios específicos para lograr las metas especificadas con la eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto determinado de uso. La evaluación de la calidad en el uso valida la calidad del producto de software en situaciones específicas de las tareas del usuario.

La calidad en el uso es la perspectiva del usuario de la calidad de un sistema que contiene software, medido en mayor medida en términos de los resultados alcanzados al usar el software, y no a partir de las propiedades del propio software.

La relación entre la calidad en el uso y las otras características de calidad del producto de software depende del tipo de usuario:

- El usuario final, para quien la calidad en el uso es principalmente un resultado de la funcionalidad, confiabilidad, usabilidad y eficiencia.
- La persona que servicia o da soporte al software, para quien la calidad en el uso es un resultado de la mantenibilidad.
- La persona que distribuye el software para quien la calidad en el uso es un resultado de portabilidad.

Aquí se analizará la característica de satisfacción, ya que, a medida que se realiza el software, el grupo de desarrollo debe ir pensando en cuán satisfecho estará el cliente al recibir el mismo, en dependencia de esto, se puede decir el grado de calidad con que cuenta dicho software.

1.10 Satisfacción

La satisfacción puede ser especificada y medida por las escalas de calificación subjetivas, tales como: gusto por el producto, satisfacción con el uso del producto, la aceptación de la carga de trabajo al llevar a cabo diferentes tareas, o el grado de que la calidad en particular, objetivos de uso (tales como la productividad o formativos) se han cumplido. Otras medidas de satisfacción podría incluir el número de comentarios positivos y negativos registrados durante el uso (25).

Como medición de la satisfacción la norma ISO/IEC 9126-4 brinda el concepto siguiente: Describe la respuesta subjetiva de un usuario al usar el producto. La satisfacción del usuario

puede ser un correlativo importante de motivación para usar un producto y puede afectar función en algunos casos (25).

Una vez que se ha hecho un estudio de los elementos necesarios para el desarrollo de este trabajo es preciso conocer las investigaciones que se han realizado acerca del tema.

1.11 Análisis de investigaciones anteriores

En tesis de años anteriores realizadas en la universidad, se llevaron a cabo investigaciones acerca de cómo evaluar la calidad interna y externa del software, atendiendo a las características que propone la ISO/IEC 9126, cuyas investigaciones también sirven para el software educativo.

Existe también, un modelo de especificación de la calidad de los sistemas de software (MOSCA), que permite su medición y se hizo una adecuación del mismo para software educativo, esto se aplicó en la República Bolivariana de Venezuela.

1.11.1 Investigaciones realizadas en la UCI

Título del trabajo: Métricas Estandarizadas Internacionalmente, propuestas para evaluar la calidad de los productos de software. (26)

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas (Lizet Cabrera Montoya y Virgen Yuliet Acosta Hinojosa).

Objetivo: Proponer un conjunto de métricas estandarizadas internacionalmente que se apliquen durante el proceso de evaluación de la calidad de los productos de software.

Logros:

- Se seleccionaron las características (definidas en el Modelo de la calidad interna y externa que propone la NC ISO/IEC 9126) a evaluar para un primer nivel de madurez y las métricas a utilizar para su evaluación, además de seleccionar y perfeccionar algunos pasos de la norma ISO/IEC 14598 para la elaboración de un proceso de evaluación con el objetivo de la aplicación de las métricas.
- Se desarrolló la propuesta de solución, obteniéndose una guía para la aplicación de las métricas propuestas para la parte externa.

- Se hizo la validación de la propuesta, arrojando que la probabilidad de éxito es alta, lo que implica desde el punto de vista teórico, el cumplimiento de la idea a defender planteada en esta investigación.

Limitaciones: Este trabajo fue desarrollado solamente para evaluar la calidad externa en todo tipo de software.

El otro trabajo de diploma es el siguiente:

Título del trabajo: Medición de la calidad de Software durante el Proceso de Pruebas en el Proyecto Modernización del CICPC. (27)

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas (María de los Ángeles Rubalcaba Betancourt y Yayneris Zambrana Hernández).

Objetivo: Definir un plan de evaluación de software en el Proyecto Modernización del CICPC para la medición de la calidad del producto aplicando métricas que permitan detectar las deficiencias y recomendar soluciones a las mismas.

Logros:

- Se obtuvo un mecanismo de medición de la calidad de un producto software, enfocado al Proyecto productivo CICPC (Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas), brindando información acerca de Calidad de Software, Control y Aseguramiento de la Calidad.
- En cuanto al proceso de pruebas y al de medición se describieron los diferentes subprocesos que se desarrollan dentro del proceso de evaluación, como son: El proceso de medición, el proceso de recopilación de datos y el proceso de pre-evaluación. Este método de evaluación propuesto por esta tesis puede ser aplicado a otros proyectos productivos de la Universidad, con el objetivo de evaluar la calidad del producto durante el proceso de pruebas y la correspondencia con los requisitos pactados con el cliente.

Limitaciones: Este trabajo fue desarrollado solamente para evaluar la calidad interna, específicamente para el proyecto productivo CICPC (Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas), aunque como bien se refleja en este trabajo, se le puede aplicar a cualquier proyecto productivo.

En esta investigación, por la importancia que tiene evaluar la calidad en el software educativo, solo se analizará la característica de usabilidad, la cual muestran las diferencias que existe entre este tipo de software y el resto, sin dejar de mencionar que las propuestas de las tesis anteriores también sirven al software educativo y que no se están desechando, sino que se quiere incorporar lo que se está investigando a lo que ya existe. Además, es importante destacar que también se analizará la calidad del software en uso, ya que es de suma importancia conocer la opinión del cliente acerca del producto realizado, y no se han hecho investigaciones acerca de ello.

1.11.2 Investigación realizada en Venezuela

Según Callaos (1993), la calidad de los Sistemas de Software no es algo que depende de una sola característica en particular; sino que obedece al compromiso de todas sus partes. Tomando en cuenta la calidad del producto y la calidad del proceso, el LISI-USB desarrolló el **Modelo Sistémico de Calidad de Software –MOSCA-** que integra el modelo de calidad del producto y el modelo de calidad del proceso de desarrollo y está soportado por los conceptos de calidad total sistémica.

En cuanto a la perspectiva del producto, este modelo plantea, sobre la base de las 6 características de calidad del estándar internacional ISO/IEC 9126 (1991), un conjunto de categorías, características y métricas asociadas que miden la calidad y hacen del modelo un instrumento de medición de gran valor, ya que cubre todos los aspectos imprescindibles para medir directamente la calidad del producto de software.

Dado que MOSCA es un modelo de especificación de la calidad de los sistemas de software y que además permite su medición, se hizo una adecuación del mismo para software educativo.

Se decidió utilizar sólo la Perspectiva Producto y de esta perspectiva sólo la dimensión de la efectividad del producto; en virtud de que la necesidad más inmediata es dar a las escuelas venezolanas una orientación para su proceso de selección del software educativo a adquirir.

El modelo contempla tres categorías para su evaluación, ellas son: Funcionalidad, Usabilidad y Fiabilidad. Las mismas se operacionalizan a través de 276 métricas. Este modelo demostró ser una herramienta de evaluación útil para el docente al soportarlo en el proceso de selección de este tipo de software. El mismo se aplicó al estudio de un caso en una escuela venezolana. Para ello, se evaluaron cuatro software educativos, de los cuales tres demostraron tener un Nivel Avanzado de calidad y uno un Nivel Básico.

1.12 Conclusiones

Se hizo un análisis de temas relacionados con el software educativo, la importancia de la medición de la calidad a este tipo de software y los antecedentes de esta investigación. Se estudió profundamente la ISO/IEC 9126, cuya norma plantea cuáles son las características a evaluar en un software y las métricas que se proponen para dicha evaluación. Se determinó que solo se evaluará la característica de usabilidad por las diferencias que representa con respecto a otros tipos de software, y satisfacción para conocer el grado de aceptación del producto por parte del usuario final.

Después de haber concluido el análisis bibliográfico, se ha llegado a la conclusión de que la calidad es un factor muy importante en un producto software, ya que debe responder a los requisitos especificados y necesidades del cliente.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2.1 Introducción

Partiendo de que no existe actualmente en la Universidad ningún estándar ni documento específico para evaluar la calidad del software educativo, en este capítulo se hará un análisis de las métricas que propone la norma ISO/IEC 9126, con el objetivo de hacer una selección de las métricas más apropiadas para aplicar en la evaluación del software. De las métricas se tendrá en cuenta la característica usabilidad y la de satisfacción, además de analizarse la ISO/IEC 19796-2, que no es más que el modelo armonizado de calidad.

Independientemente de que las métricas que propone la ISO/IEC 9126 en cada una de sus partes son aplicables a cualquier tipo de software, en el presente capítulo se hace una selección de las más convenientes para el software educativo, atendiendo a que lo más importante son los aspectos que permiten medir la capacidad del software por su forma o contenido para enseñar tanto a los profesores como a los estudiantes.

2.2 Objetivo de la propuesta de solución

Identificar las métricas contenidas en la característica de usabilidad que propone la ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3, además de las de satisfacción que se encuentra dentro de la ISO/IEC 9126-4 y también la ISO/IEC 19796-2, para su uso posterior en el proceso de evaluación de la calidad del software educativo desarrollado en la universidad; permitiendo de esta manera guardar información en cada una de las etapas de desarrollo del software, que pueda servir posteriormente para la evaluación de la calidad de otros productos.

2.3 Selección de las métricas

En este epígrafe se hace un análisis de las métricas internas y externas en cuanto a la característica de usabilidad y a la de satisfacción en lo que a calidad en uso se refiere, las cuales son parte de la norma ISO/IEC 9126; además de analizar la ISO/IEC 19796 sobre el modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación para hacer una selección de métodos que explican cómo realizar la recopilación de los datos y cuál es el personal indicado para ello. Se exponen las razones por las que se seleccionaron

las mismas, partiendo de que la base en que las métricas se seleccionan dependerá de los objetivos comerciales del producto y de las necesidades del evaluador; así quedan reflejadas cuáles se consideran las más apropiadas para evaluar la calidad del software educativo.

2.3.1 Pasos para seleccionar las métricas externas e internas de la ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3 respectivamente

1. Seleccionar las características a evaluar: Se seleccionó solamente la característica de usabilidad, pues es la que permite evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema; además de que dentro de las métricas internas y externas, es la que refleja las diferencias notables que hay entre el software educativo y otros tipos de software.
2. Seleccionar las Sub-Características de la Característica Seleccionada: Se seleccionaron las sub-características de comprensibilidad, atracción y operabilidad; ya que, de la comprensibilidad se refieren al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software, de la atracción a la capacidad del software de ser atractivo para el usuario y agrupan los conceptos que evalúan la operación y de operabilidad, el control del sistema. Para seleccionar estas sub-características sirvieron de apoyo las categorías de las métricas que propone la ISO/IEC 19796-3, en este caso se escogió métricas de atribución, de la cual se seleccionó la sub-categoría de usabilidad y luego las métricas que tienen el mismo nombre que las sub-características escogidas.
3. Seleccionar las Métricas de las Sub-Características Seleccionadas: Se escogieron la gran mayoría de las métricas contenidas en cada una de las sub-características seleccionadas, estas métricas fueron las menos complejas, donde el significado de las variables comprendidas en las fórmulas de medición fueran las más claras para el evaluador y así agilizar y hacer menos engorroso el proceso de evaluación de los productos software. Además, se procuró que fueran las más relacionadas con la comprensión del contenido, su facilidad de operabilidad y uso por parte del usuario.

2.3.2 Pasos para seleccionar las métricas de calidad en el uso de la ISO/IEC 9126-4

1. Seleccionar las características a evaluar: Fue escogida la característica de satisfacción pues es la que permite saber cuan capaz es el producto software de satisfacer a los usuarios en un contexto de uso especificado.
2. Seleccionar las Métricas: Se seleccionaron todas las métricas que están contenidas dentro de esta característica, ya que permiten conocer los resultados alcanzados al usar el software.

2.3.3 Pasos para seleccionar los métodos del modelo armonizado de calidad

1. Selección de las categorías metodológicas: Las categorías metodológicas que se seleccionaron fueron las relacionadas con el producto, ya que la norma incluye también los procesos. Se escogieron medición y prueba, pues son las que tienen correspondencia con la característica de usabilidad.
2. Selección de las sub-categorías: De cada categoría metodológica se seleccionaron las sub-categorías a evaluar, las cuales son:

Medición

- Evaluación
- Revisión de expertos
- Validación estática
- Certificación

Prueba

- Pruebas de usabilidad

Estas sub-categorías permiten conocer cómo llevar a cabo la recopilación de los datos de las métricas y quiénes son los encargados de ello.

2.4 Selección de los métodos del modelo armonizado de calidad

La norma ISO/IEC 19796 consta de 7 categorías de las cuales se utilizarán solamente medición y prueba, a su vez ellas se componen de métodos que permiten conocer cómo hacer la recopilación de los datos, quiénes son los encargados de este trabajo y cómo obtener resultados cuantitativos de las métricas; los mismos se mencionan a continuación y fueron escogidos estos solamente porque son los que están relacionados con el producto,

mientras que el resto tiene que ver con los procesos. Cada uno de estos métodos se encuentra explicado con más detalles en los anexos .Ver anexo 1.

1- Medición

a) Descripción: Evaluación de la idoneidad y la eficiencia para alcanzar los objetivos.

ID: 5.

b) Métodos:

1. Certificación
2. Validación estática
3. Revisión de expertos
4. Evaluación

2- Pruebas

a) Descripción: Procedimiento para medir y verificar uno o más elementos.

ID: 6.

b) Métodos:

1. Prueba de usabilidad

A continuación se muestra una breve explicación de cada uno de los métodos anteriormente mencionado.

Certificación: Este método permite que cada artefacto que sea llenado por personas diferentes en cada uno de los momentos de evaluación tenga un valor legal, por lo tanto, en la siguiente plantilla se recoge la información personal de cada uno de ellos. Se garantiza que toda la información sea obtenida de fuentes confiables. Ver anexo 10.

Nombre de los participantes	Ocupación	Institución	Años de experiencia	Rol

Tabla 1. Datos de los participantes en las encuestas

Revisión de expertos: Grupo de personas seleccionadas para evaluar el contenido educativo del software, los cuales deben estar capacitados pedagógicamente y encontrarse relacionados con el contenido que se presenta. De la información que estos sean capaces de brindar en un momento determinado, ya que no siempre tendrán participación en la evaluación del software, será posible hacer la recopilación de los datos de las variables contenidas en las métricas y por lo tanto el cálculo de las mismas.

Evaluación: Es el método que permite definir cómo se va a realizar la evaluación del software y qué métricas van a ser usadas.

Validación estática: Puede realizarse aún cuando el software no ha concluido en su totalidad, es decir, en el momento de la evaluación interna. Puede tener elementos de valoración que permitan evaluar la parte externa en caso de que el software no haya concluido.

Prueba de usabilidad: Permite obtener criterios cuantitativos y cualitativos a partir de las encuestas, que posibiliten posteriormente el cálculo de las métricas de usabilidad. En este método están involucrados tanto el equipo evaluador, encargado de realizar el cálculo de las métricas; como el cliente, este último participa en caso que le corresponda llenar dichas encuestas.

2.5 Selección de las métricas internas y externas en cuanto a usabilidad

Independientemente de que la evaluación interna y externa del software son dos momentos diferentes, por lo general las métricas que se utilizan son las mismas para ambos casos. A continuación se muestran las métricas seleccionadas para la evaluación de la calidad:

1-Comprensibilidad

a) Integridad de la descripción del producto: Valora el grado en que los usuarios potenciales van a entender las capacidades del producto en cuanto a los factores relacionados con el aprendizaje y la educación una vez se hayan leído la descripción del mismo.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de funciones comprendidas por el usuario en la descripción del producto.

B - número total de funciones.

b) Localizabilidad de funciones por evidentes: Indica si los usuarios son capaces de localizar las funciones, relacionados con el aprendizaje y la educación por medio de la simple exploración de la interfaz (por ejemplo interpretando un menú).

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario.

B - número total de funciones (o tipos de funciones).

c) Comprensibilidad de la función: Permite hacer un análisis de si pueden o no los usuarios comprender lo que se requiere con cada una de las funciones, relacionados con el aprendizaje y la educación.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de funciones que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario.

B - número total de funciones.

2-Operabilidad

a) Consistencia operacional: Qué proporción de operaciones tiene un comportamiento consistente dentro del software.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente.

B - número de operaciones.

b) Claridad de los elementos de interfaz: Qué proporción de los elementos de interfaz relacionados con el aprendizaje y la educación se auto explican.

$$X = A / B$$

Donde:

A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones.

B - número total de elementos de interfaz implementados.

3- Atracción

a) Atracción de la interacción: Cuán atractiva son las interfaces relacionadas con el aprendizaje y la educación con el usuario.

Donde:

Se emplea mediante la conducción de encuestas para evaluar la atracción de las interfaces con el usuario, tomando en cuenta elementos de la interfaz del sistema tales como el color y el diseño gráfico.

b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz: Qué proporción de los elementos de la interfaz relacionada con el aprendizaje y la educación puede ser, por su apariencia, adaptado por el usuario para la satisfacción del mismo.

$$X = A / B$$

A- número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario

B-número de tipos de elementos de la interfaz.

Ambas métricas se completan en el contexto del grupo de expertos para la usabilidad.

Cada una de las métricas mencionadas en este epígrafe está explicada detalladamente en los anexos, así como también las que fueron rechazadas con su previa explicación. (Ver anexo 21)

2.6 Métricas de satisfacción seleccionadas para la evaluación de la calidad en el uso

A continuación se muestran las métricas que han sido seleccionadas del conjunto que existen estandarizadas internacionalmente. Estas métricas están explicadas con más detalles en el anexo 21.

Cuestionario de satisfacción: Qué tan satisfecho está el usuario con las características específicas del software.

Esta métrica está definida de la siguiente manera:

$$X = \sum (Ai)/n$$

Donde:

A_i = La respuesta a una pregunta.

n = Número de respuestas.

Uso discrecional: Qué proporción de los potenciales del sistema el usuario elije usar.

Esta métrica está definida de la siguiente manera:

$$X=A/B$$

Donde:

A = Número de veces que un software específico, funciones, aplicaciones o sistemas se utilizan.

B = Número de veces que se destinan a ser utilizados.

2.7 Roles y artefactos en la evaluación

Durante el proceso de evaluación es necesario destacar que en el mismo, las encuestas se elaboran a partir de lo que se quiere obtener en las métricas, se definen roles con sus responsabilidades y se generan artefactos, los cuáles se muestran a continuación.

Roles y responsabilidades en el proceso de evaluación:

1. Líder del equipo evaluador: Responsable del proceso de evaluación del producto de software educativo. Debe estar capacitado, es decir, tener conocimientos suficientes del tema con el que se responsabiliza y debe asegurarse de que el proceso de evaluación sea realizado conforme a la guía propuesta y que los resultados de ésta sean representativos.
2. Desarrollador de las encuestas: Es el encargado de elaborar las encuestas.
3. Evaluador del software: Es el encargado de darle valores a las variables contenidas en las métricas, realizar el cálculo de las mismas y valorar los resultados obtenidos. Llena la planilla de conformidad individual para cada característica.

Es válido aclarar que estos roles en dependencia de la etapa en que se realiza la evaluación, son desempeñados por diferentes personas, como por ejemplo:

Evaluación Interna:

Líder del equipo evaluador: Este rol lo puede desempeñar el líder del aseguramiento de la calidad del proyecto.

Desarrollador de las encuestas: Este rol lo desempeñan varias personas que al mismo tiempo forman un grupo, que tiene los siguientes integrantes: un miembro del equipo de calidad del proyecto, un sociólogo, al menos tres pedagogos (si el proyecto no es muy complejo, de lo contrario pueden ser más), un psicólogo y el diseñador de interfaz gráfica del proyecto. El miembro del equipo de calidad del proyecto es el encargado de aplicarlas y entregárselas al equipo evaluador para la recopilación de datos.

Evaluador del software: Este rol lo desempeñan varias personas formando un equipo que debe tener de 3 a 5 integrantes, que sean miembros del mismo equipo del aseguramiento de la calidad del proyecto, lo que permite que el trabajo se realice con mayor rapidez y no resulte tedioso para las mismas.

Evaluación Externa y en uso:

Líder del equipo evaluador: Este rol es asignado a uno de los miembros del equipo de aseguramiento de la calidad del polo de software educativo.

Desarrollador de las encuestas: Este rol lo desempeñan varias personas formando un equipo, está conformado por un miembro del equipo de calidad del proyecto, un miembro del equipo del aseguramiento de la calidad del polo, un sociólogo, al menos tres pedagogos (si el proyecto no es muy complejo, de lo contrario pueden ser más), un psicólogo y un diseñador de interfaz gráfica. El miembro del equipo de aseguramiento de la calidad del polo es el encargado de aplicarlas y entregárselas al equipo evaluador para la recopilación de datos.

Evaluador del software: Este rol lo desempeñan de 3 a 5 personas, que sean miembros del mismo equipo del aseguramiento de la calidad del polo, lo que permite que el trabajo se realice con más rapidez y no resulte tedioso para las mismas.

Artefactos que se generan:

1. Encuesta: Constituye la base de la recopilación de información necesaria para darle valor a las variables contenidas en las métricas seleccionadas. Están conformados por el nombre y siglas del proyecto, las preguntas y una sección de observaciones por si la persona que la llena desea hacer algún comentario en específico.
2. Cuestionario individual de evaluación de la conformidad: Esta plantilla se elabora una vez que se han calculado las métricas y se ha llegado a un resultado cuantitativo, permitiendo a su vez realizar una valoración de los mismos. Está

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

compuesta por los siguientes elementos: nombre y siglas del proyecto, denominación, número del control, y la etapa en la que se realiza la evaluación. Además de contener un resumen de la puntuación que obtuvo cada métrica cuando se realizaron los cálculos, esto permite hacer una valoración del grado de conformidad con el software y establecer un criterio de evaluación para el mismo. Todo esto es válido siempre y cuando cuente con la firma del evaluador, el cargo y la fecha en la que fue llenada la plantilla. A continuación se muestra un ejemplo del cuestionario individual de conformidad:

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACION DE LA CONFORMIDAD				
SECCION D				
VALORACION DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORIA DE PRUEBAS, DE USABILIDAD PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO				
Proyecto _____ Siglas: _____				
Denominación: _____				
Control No.: _____ Etapa: _____				
CARACTERISTICAS Y SUBCARACTERISTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0
1. USABILIDAD				
1.1. 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.				
a) Integridad de la descripción del producto				
b) Localizabilidad de funciones por evidentes				
c) Comprensibilidad de la función				
1.2. Atracción: Capacidad del software de ser atractivo o amigable para el usuario.				
a) Atracción de interacción				
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz				
1.3. Operabilidad: Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.				
a) Consistencia operacional				

b) Claridad de los elementos de interfaz					
CUESTIONARIO DE EVALUACION DE LA CONFORMIDAD					
PUNTUACION		CRITERIO DE EVALUACION		GRADO DE CONFORMIDAD	
Usabilidad		(<input type="checkbox"/>) Sin modificaciones		3	Completamente Conforme
VALOR		(<input type="checkbox"/>) Pequeñas modificaciones		2	Conforme
		(<input type="checkbox"/>) Grandes modificaciones		1	Medianamente conforme
		(<input type="checkbox"/>) Nueva elaboración		0	No conforme
SECCION E					
RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 150px;"> <p>(área de firma)</p> <p>Evaluador: _____</p> <p>Cargo: _____</p> <p>Fecha: _____</p> </div>					

Tabla 2 Plantilla del cuestionario de conformidad para la característica de usabilidad

3. Cuestionario colectivo de evaluación de la conformidad: Esta plantilla se elabora una vez que se tienen los cuestionarios individuales de conformidad. Está compuesta por los siguientes elementos: nombre y siglas del proyecto, denominación, número del control, y la etapa en la que se realiza la evaluación. Además de contener una puntuación promedio de las características a partir del cuestionario individual, los criterios de evaluación y la decisión final, es decir, si el producto es aceptado, diferido o no aceptado. Ver a continuación un ejemplo:

**CUESTIONARIO COLECTIVO DE EVALUACIÓN DE
LA CONFORMIDAD
RESUMEN GENERAL**

Proyecto No. _____ Siglas: _____

Denominación: _____

Control No.: _____ Etapa: _____

PUNTUACIÓN PROMEDIADA A PARTIR DE LA INDIVIDUAL

Usabilidad	
Satisfacción	
VALOR	

Sección (nombre de la sección)	<input type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección (nombre de la sección)	<input type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección (nombre de la sección)	<input type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme

Decisión Final	
	ACEPTADO
	DIFERIDO
	NO ACEPTADO

área de firma)	
Evaluador : _____	Fecha: _____
Cargo: _____	

Tabla 3. Plantilla del cuestionario colectivo de evaluación de la conformidad

4. Plantilla de recopilación de datos: Permite guardar los datos de cada una de las variables contenidas en las métricas, los cuales se obtienen a partir de las encuestas aplicadas. Ver tabla 5.
5. Plantilla de los resultados de las métricas: En ella se guardan los resultados de cada una de las métricas, que permitirán posteriormente elaborar el cuestionario individual de conformidad. Ver tabla 6.

Interna:

Encuestas: Estas encuestas se les aplican a los pedagogos que integran el proyecto. Ver el anexo 4 y 5.

Externa:

Encuestas: Se les aplican a pedagogos ajenos a dicho proyecto. Ver el anexo 4 y 5.

Uso:

Encuestas: Son las que se le aplican al usuario final (profesores y estudiantes). Ver anexo 6.

2.8 Descripción de las fases del Proceso de evaluación

El proceso de evaluación que se lleva a cabo es parecido al que propone Lizet Cabrera Montoya y Virgen Yuliet Acosta Hinojosa, trabajo de diploma realizado en el curso anterior. En este caso no se establecerán pesos a las sub-características pues, esto se hace a la hora de evaluar el software en su totalidad; además de que no se dará un veredicto conclusivo ya que el mismo se realiza cuando se ha evaluado al software completamente.

A continuación se definen las diferentes fases que componen el proceso de evaluación propuesto para la aplicación de las métricas. Ver figura 6:

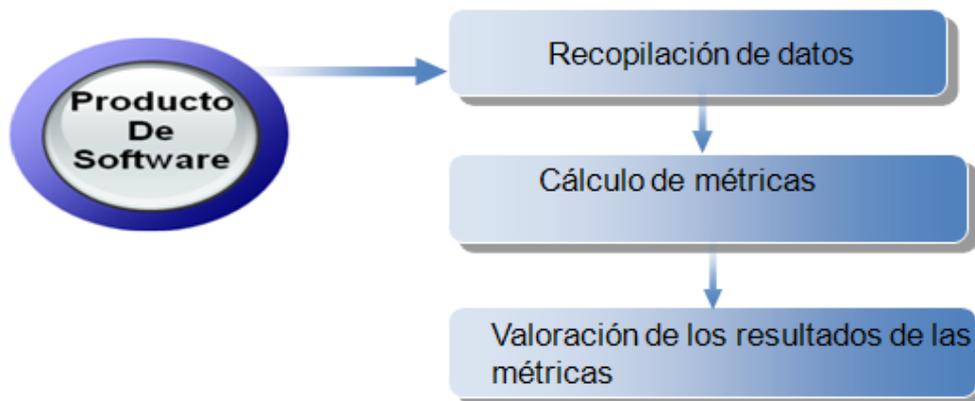


Figura 6. Fases del Proceso de evaluación

1. **Recopilación de datos:** Es donde se recogen los datos de las variables implicadas en las métricas, en el caso de esta investigación los mismos se obtienen de encuestas que deben llenar un grupo de expertos encargados de evaluar el software.
2. **Cálculo de las métricas:** Aquí es donde se procede a realizar el cálculo de las métricas una vez que se han recopilado los datos.
3. **Valoración de los resultados de las métricas:** Se hace una valoración de los resultados obtenidos del cálculo de las métricas, así como un resumen individual de cada característica.

2.9 Recopilación de datos

En esta fase se recopilan los datos de las variables implicadas en las fórmulas de medición

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

de las métricas. Primeramente se elabora una serie de encuestas a partir del análisis del software en cada una de las etapas de evaluación (tabla 4), que posteriormente se le entregan a un grupo de expertos encargados de llenar las mismas, guardándose de estas últimas los datos personales (Ver anexo 10). Luego, teniendo en cuenta las respuestas de las encuestas, se le asignan valores a las variables contenidas en las métricas (tabla 5).

A continuación se muestran las plantillas antes mencionadas para la parte interna y externa, que en dependencia de la etapa de evaluación que se encuentre varían las preguntas. Estas plantillas se encuentran en los anexos del 4 al 7.

Encuesta para la evaluación interna y externa
Esta encuesta ha sido elaborada por (Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza) con el objetivo de evaluar la calidad del software educativo desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La misma tiene un carácter anónimo y confidencial, por lo cual es necesario que sea sincero en sus respuestas. Gracias por su colaboración.
Proyecto _____ Siglas: _____
Preguntas:
Observaciones:

Tabla 4. Encuesta para la evaluación interna y externa

Variables contenidas en las Métricas de Usabilidad		
Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la	A - número de funciones comprendidas en la descripción del	

descripción del producto	producto. B - número total de funciones.	
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	
Métrica de Operabilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento inconsistente. B - número de operaciones.	
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	
Métrica de Atracción		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Atracción de la interacción	Se realizan encuestas	
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia puede ser adaptada por el usuario B - número de tipos de elementos de la interfaz.	

Tabla 5. Recopilación de datos de la evaluación interna y externa a partir de los resultados obtenidos en las encuestas

2.10 Cálculo de las métricas

Una vez que hayan sido recopilados los datos se realiza el cálculo de las métricas. A continuación se muestran las planillas a tener en cuenta en cada uno de los distintos procesos de evaluación.

2.10.1 Cálculo de las métricas en la evaluación interna y externa

Para realizar el cálculo de las métricas se hará uso de la plantilla que aparece en la tabla 6 que se muestra a continuación:

Plantilla de medición de la calidad de las métricas. Calidad interna y externa en cuanto a usabilidad

Proyecto _____ Siglas: _____

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ A mayor cercanía al 1 resultará mejor	
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ A mayor cercanía al 1 resultará mejor	
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	
Atracción	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	

Escala para cuando el nivel requerido es 1 Escala para cuando el nivel requerido es 0

Rango	Evaluación	Puntuación	Rango	Evaluación	Puntuación
0 - 0,2	Mal	0	0 - 0,2	Muy Bien	3
0,3 – 0,5	Regular	1	0,3 – 0,5	Bien	2
0,6 – 0,7	Bien	2	0,6 – 0,7	Regular	1
0,8- 1	Muy Bien	3	0,8- 1	Mal	0

Tabla 6. Cálculo de las métricas

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Después de haber realizado el cálculo de las métricas se establece para una mayor organización y control del trabajo ejercido; una plantilla que archive el resultado final que se obtuvo de cada sub-característica para cada proyecto productivo, esto permite establecer una media que muestre cuales fueron los resultados de manera general de los proyectos evaluados, un ejemplo de esto se muestra a continuación. Ver el anexo 10 y 11.

Nombre de los proyectos	Comprensibilidad	Operabilidad	Atracción
1			
2			
3			
Media			
Mínimo			
Máximo			

Tabla 7. Resultados de las métricas para la característica de usabilidad en la evaluación interna y externa

2.10.2 Cálculo de las métricas de calidad en el uso

Para el cálculo de las métricas de calidad en uso se emplea la plantilla que está en la tabla 8.

Plantilla de medición de la calidad de las métricas. Calidad en uso en cuanto a satisfacción			
Proyecto _____ Siglas: _____			
Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Cuestionario de satisfacción	$X = \frac{\sum(A_i)}{n}$	$0 \leq X \leq 1$ Mientras cercano al 1, mejor	
Uso discrecional	$X=A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Mientras cercano al 1, mejor	

Escala para cuando el nivel requerido es 1			Escala para cuando el nivel requerido es 0		
Rango	Evaluación	Puntuación	Rango	Evaluación	Puntuación
0 - 0,2	Mal	0	0 - 0,2	Muy Bien	3
0,3 – 0,5	Regular	1	0,3 – 0,5	Bien	2
0,6 – 0,7	Bien	2	0,6 – 0,7	Regular	1
0,8- 1	Muy Bien	3	0,8- 1	Mal	0

Tabla 8. Cálculo de las métricas de calidad en uso

2.11 Conclusiones

En el presente capítulo se desarrolló la propuesta de solución, de la cual se obtuvo una guía para apoyar la evaluación de la calidad del software educativo en cuanto a su usabilidad y calidad en uso, lo cual trae como beneficio que una vez entregado el software al cliente, este cumpla todas sus expectativas. Para su elaboración se definieron los objetivos de la misma; se hizo una selección de las métricas y se explicaron los motivos por los que fueron seleccionadas.

CAPÍTULO 3

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1 Introducción

Teniendo en cuenta que en el capítulo anterior se hizo la propuesta de solución al problema planteado, en el presente se hará la validación de la misma, aplicando dicha propuesta a distintos proyectos que se encuentran en etapas de desarrollo diferentes. Una vez que se hayan obtenido los resultados se hará una comparación de los mismos, para de esta manera poder emitir un criterio que refleje si la propuesta fue capaz de dar solución al problema planteado.

3.2 Validación de la propuesta

Como bien se describe en el capítulo anterior el proceso de evaluación del software tiene tres fases: Recopilación de datos, Cálculo de las métricas y Valoración de los resultados. Para llegar al cálculo de las métricas hay que obtener primeramente los valores cuantitativos de las variables implicadas en las mismas, de ahí que es necesario apoyarse en las encuestas propuestas como medio de recopilación de datos. Dichas encuestas (ver anexo 4 y 5) fueron elaboradas por las autoras de este trabajo, y para que conste que cumplen el objetivo que se proponen fueron revisadas por las siguientes personas: la psicóloga Elizabeth Gutiérrez Fonseca, el pedagogo Rafael Ángel Ponce de León y la socióloga Madeleine Román González.

Para validar la propuesta se escogieron los siguientes proyectos productivos que se desarrollan dentro de la universidad: Libros Electrónicos e Historia Universal, el primero es un producto de software educativo que sirve de apoyo a los estudiantes de la escuela de medicina en la asignatura de Filosofía, mientras que el segundo sirve de bibliografía complementaria en clases, tareas u otra actividad que oriente el profesor en la facultad de Historia, ubicada en la Universidad de la Habana. Se seleccionaron estos proyectos porque son los únicos que actualmente el cliente cuenta con alguna versión del producto.

3.3 Procedimiento para calcular las métricas

Evaluación de la calidad interna

Una vez que han sido recopilados los datos de las variables implicadas en las fórmulas de medición de las métricas, se ubican en la tabla 5 que se encuentra en el capítulo anterior.

Luego de esta fase se procede a calcular las métricas, la cual se lleva a cabo de la siguiente manera: por cada encuesta llenada por los expertos se calculan las métricas y se colocan en la tabla 3 descrita en el capítulo anterior, luego se establece una media entre los resultados de cada una de estas, que sería el resultado final de la sub-característica como tal.

Una vez obtenidos los resultados de cada métrica estos se buscan en la siguiente tabla de escala (Ver tabla 9), tanto para cuando el nivel requerido es 1 como para cuando es 0, lo que permite darle una evaluación y puntuación a la sub-característica, posteriormente con estos resultados se llena el cuestionario de conformidad para la característica evaluada.

Escala para cuando el nivel requerido es 1			Escala para cuando el nivel requerido es 0		
Rango	Evaluación	Puntuación	Rango	Evaluación	Puntuación
0 - 0,2	Mal	0	0 - 0,2	Muy Bien	3
0,3 – 0,5	Regular	1	0,3 – 0,5	Bien	2
0,6 – 0,7	Bien	2	0,6 – 0,7	Regular	1
0,8- 1	Muy Bien	3	0,8- 1	Mal	0

Tabla 9. Evaluación y puntuación de las métricas

Evaluación de la calidad externa

El procedimiento para realizar los cálculos es el mismo que para la evaluación interna, lo que varía en este momento son las personas encuestadas, ya que tienen que ser personas ajenas al grupo de desarrollo. En este caso fueron pedagogos de la universidad, no vinculados a dicho proyecto.

Evaluación de la calidad en uso

En esta etapa a partir del resultado de las métricas, se busca el valor obtenido en la tabla 5, para el cual se obtiene una evaluación y puntuación de la misma, posteriormente estos

resultados se usan en la elaboración del cuestionario de conformidad para la característica de satisfacción.

De la misma manera se especifica en la tabla 10 la puntuación que va a tener la respuesta dada por el cliente a cada pregunta de las encuestas, lo cual va a permitir el cálculo de la métrica como tal.

Escala			
Respuestas	Valor	Respuestas	Valor
Siempre	1	Mucho	1
Casi siempre	0,75	Más de lo que esperaba	0,75
A veces	0,50	Poco	0,50
Nunca	0.25	Nada	0.25

Tabla 10. Valor de las respuestas

¿Cómo se calculan las métricas?

1. Cuestionario de satisfacción

Esta métrica permite conocer qué tan satisfecho está el usuario con las características específicas del software. Se define de la siguiente manera: $X = \sum (A_i)/n$, donde: A_i es la respuesta a una pregunta, mientras que n es el número de respuestas.

De cada encuesta, para cada experto se calcula la métrica por separado y luego con los resultados de cada una de ellas se establece una media que sería el resultado final de la métrica para esa encuesta; y así sucesivamente. Con lo que se obtenga de las mismas se establece una media que sería el resultado final.

2. Uso discrecional

Permite conocer el número de veces en que se usa el software, y está definida de la siguiente manera: $X = A/B$, donde A = Número de veces que un software específico se utiliza y B = Número de veces que se destina a ser utilizado.

3.4 Resultado de las métricas para Historia Universal

➤ Evaluación Interna

Primer experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción producto. B - número total de funciones.	A=5 B=5
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=4 B=5
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=4 B=5
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente B - número de operaciones.	A=2 B=2
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones B - número total de elementos de interfaz implementados	A=4 B=6
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=6

Tabla 11. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación interna para Historia Universal

Teniendo en cuenta los datos recopilados y hecho el cálculo de las métricas, se muestran los resultados en la tabla siguiente:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \leq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1

	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.7
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 12. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación interna para Historia Universal

Después de ubicar cada uno de los resultados en la tabla 12 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de la métrica a) es 1, mientras que el inciso b) y c) coinciden con el mismo resultado, en este caso 0.8; dado que su nivel requerido es 1 recibe una puntuación de 3 (**Muy bien**), obteniendo como resultado final 0.8 (**Muy Bien**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de las métricas a) es 1 y b) es 0.7, para un nivel requerido 1, por lo que son evaluadas de **Muy Bien** con 3 puntos, y **Bien** con 2 puntos respectivamente, obteniendo como resultado final 0.8 (**Muy bien**).

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario, según la encuesta realizada al experto determinó que es Atractiva.

La métrica b) tiene como resultado 0, nivel requerido 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**), recibiendo como resultado final la misma puntuación.

Segundo experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=5 B=5
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=5 B=5

CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=5 B=5
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente B - número de operaciones.	A=2 B=2
b) Claridad de los elementos interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones B - número total de elementos de interfaz implementados	A=4 B=6
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya no apariencia puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=6

Tabla 13. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación interna para Historia Universal

Teniendo en cuenta los datos recopilados y hecho el cálculo de las métricas, se muestran los resultados en la tabla siguiente:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \leq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.7
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 14. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación interna para Historia Universal

Después de ubicar cada uno de los resultados en la tabla 14 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de las métricas de esta característica, todos coinciden y es 1, el nivel requerido es el mismo, por tanto la puntuación final que se le da es 3 (**Muy Bien**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de las métricas a) es 1 y b) es 0.7, para un nivel requerido 1 y son evaluadas de **Muy Bien** con 3 puntos y **Bien** con 2 puntos respectivamente, obteniendo como resultado final 0.8 (**Muy Bien**).

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario, según la encuesta realizada a este experto determinó que es Atractiva y Confiable, ya que el color de la interfaz se corresponde con el contenido educativo. Son atractivos los elementos de la interfaz. El contenido está bien distribuido y las letras tienen el tamaño adecuado, de manera que el texto se visualiza sin problemas.

La métrica b) tiene como resultado 0, nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Resultados Generales:

Los resultados para cada sub-característica fueron los siguientes:

Comprensibilidad

Promediando los valores de ambos expertos, el resultado final de esta sub-característica es 0.9, para un nivel requerido 1, por lo tanto es evaluada de **Muy Bien** con 3 puntos.

Operabilidad

Esta sub-característica en general obtuvo un resultado de 0.8, para una evaluación de **Muy Bien** con 3 puntos.

Atracción

En el caso de esta métrica obtuvo un valor de 0, para un nivel requerido 0, por lo tanto es evaluada de **Muy Bien** con 3 puntos. Por otra parte se determinó que la interfaz resulta Atractiva.

➤ **Evaluación externa**

Primer experto:

CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Primeramente se recopilan los datos para el cálculo de las métricas, a continuación se muestra un ejemplo de los mismos:

Métrica de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=5 B=5
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=4 B=5
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=4 B=5
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	A=2 B=2
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=5 B=6
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=1 B=6

Tabla 15. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación externa para Historia Universal

Partiendo de la recopilación de los datos, se hace el cálculo de las métricas y a continuación se muestran los resultados:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1,	0.6

		mejor	
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.6
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras cercano al 1, mejor	1
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras cercano al 1, mejor	0.8
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0.1

Tabla 16. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación externa para Historia Universal

Una vez que se han ubicado los resultados en la tabla 16 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de la métrica a) es 1 y el inciso b) y c) es de 0.6, para un nivel requerido igual a 1, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**) y 2 (**Bien**) respectivamente, obteniendo como resultado final 0.7 (**Bien**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 0.8, y su nivel requerido es 1, por lo tanto la puntuación que recibe es 3 (**Muy Bien**), mientras que en el inciso a) es 1, para un mismo nivel requerido, por lo tanto recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**), obteniendo como resultado final 0.9 (**Muy Bien**).

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario, según la encuesta realizada al experto determinó que es Poco Atractiva, ya que hay problemas con la distribución del contenido, se desprecia parte del espacio disponible que queda en pantalla. El color negro del entorno de la interfaz da sensación de oscuridad y cansancio. Las letras son muy pequeñas.

La métrica b) tiene como resultado 0.1, el nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Segundo experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados para la evaluación externa del software Historia Universal:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=4 B=5
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=4 B=5
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=3 B=5
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	A=2 B=2
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=5 B=6
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=6

Tabla 17. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación externa para Historia Universal

Una vez que se han ubicado los resultados en la tabla 17 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obten	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.6
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras cercano al 1, mejor	1

	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras cercano al 1, mejor	0.8
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 18. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación externa para Historia Universal

Una vez que se han ubicado los resultados en la tabla 18 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de las métricas a) y b) es de 0.8, para un nivel requerido igual a 1, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**), mientras que el inciso c) es 0.6, recibiendo una puntuación de 2 (**Bien**), obteniendo como resultado final 0.7 (**Muy Bien**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 0.8, y su nivel requerido es 1, por lo tanto la puntuación que recibe es 3 (**Muy Bien**), mientras que en el inciso a) es 1, para el mismo nivel, por lo tanto recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**), obteniendo como resultado final 0.9 (**Muy Bien**).

Atracción

La métrica a) fue evaluada de Atractiva y Confiable, ya que son atractivos los elementos de la interfaz, el contenido se encuentra bien distribuido y las letras tienen el tamaño adecuado. La métrica b) tiene como resultado 0, el nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Resultados Generales:

Los resultados que se obtuvieron de manera general por cada sub-característica fueron los siguientes:

Comprensibilidad

Como resultado final de esta sub-característica es 0.7, para un nivel requerido 1, la puntuación que recibe es 2 (**Bien**).

Operabilidad

En el caso de esta sub-característica el resultado es 0.9, para un nivel requerido 1, recibe una puntuación de 3 puntos por lo tanto es evaluada de **Muy Bien**.

Atracción

En el caso de la métrica a) como resultado final se tiene, que para un pedagogo el producto le resulta atractiva, mientras que el otro la evaluó de poco atractiva, como los resultados son completamente distintos se consultó un tercer experto (Agustin Lopez Perdigon) quien plantea que el software evaluado resulta poco atractivo pues sugiere pequeños cambios en la interfaz, por lo tanto se concluye que la interfaz resulta poco atractiva. Para la métrica b) el resultado es de 0.05, para un nivel requerido de 0, por lo tanto se evalúa de **Muy Bien** con 3 puntos.

➤ **Evaluación en Uso**

Cuestionario de satisfacción:

Para los profesores

En el caso de las encuestas para los profesores los resultados obtenidos se muestran en la tabla 19, de la que se puede decir que la información recogida en dichas encuestas sirvió para darle valores cuantitativos a las variables contenidas en las métricas.

No. Preguntas	Respuestas			
	Nada	A veces/Poco	Casi siempre/ Más de lo que Esperaba	Siempre/ Mucho
Para el primer experto				
1			x	
2				x
3				x
Para el segundo experto				
1				x
2				x
3				x

Tabla 19. Resultados de las encuestas para el profesor

Los resultados son los siguientes: para el primer experto $\Sigma A_i = 2.75$ y $n= 3$, donde $X=0.9$; mientras que para el segundo experto: $\Sigma A_i =3$ y $n= 3$, donde $X=1$. Al calcular la media entre ambos: $\Sigma A_i =1.9$ y $n= 2$, donde $X=0.9$.

Para los estudiantes

En el caso de las encuestas para los estudiantes los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 20, los cuales permiten con dicha información darle valores cuantitativos a las variables contenidas en la métrica antes mencionada.

No. Preguntas	Respuestas			
	Nada	A veces/Poco	Casi siempre/ Más de lo que Esperaba	Siempre/ Mucho
Para el primer experto				
1				x
2				x
3				x
Para el segundo experto				
1				x
2				x
3				x

Tabla 20. Resultados de las encuestas para el alumno

Los resultados son los siguientes: para el primer experto y el segundo: $\Sigma A_i =3$ y $n=3$, donde $X=1$; Al calcular la media entre ambos: $\Sigma A_i =2$ y $n= 2$, donde $X=1$.

Promediando los resultados de ambas encuestas (profesores y estudiantes), las variables tendrían el siguiente valor: $\Sigma A_i =1.9$ y $n= 2$, donde $X=0.9$. Luego de buscar el valor de X en la tabla 5, se concluye que el resultado de esta sub-característica se encuentra en el intervalo de 0,8- 1 por lo que es evaluada de **Muy Bien**.

Uso discrecional:

Partiendo de la conversación que se sostuvo con Yusneilys profesora de Historia Antigua de la Universidad de la Habana; se pudo obtener como información, que el software no

constituirá un material básico para los estudiantes, sino que servirá de apoyo a la bibliografía con que cuentan los mismos; decisión tomada por los profesores de dicha universidad, debido a que la misma no cuenta con la cantidad de computadoras suficientes para cubrir las necesidades de estudio y la mayoría de estos estudiantes no poseen una computadora en sus hogares.

Tomando como referencia lo planteado anteriormente, a continuación se muestra un ejemplo que permite tener una idea de cómo es el proceso de evaluación de la calidad en cuanto a la sub-característica uso discrecional:

Ejemplo:

Suponiendo que el software esté destinado a ser usado en todos los cursos, y atendiendo a que no es bibliografía básica para el estudiante sino complementaria, se determinó que el software educativo debe ser usado al menos dos veces a la semana, por lo tanto, se realizó el siguiente análisis para darle valor a las variables contenidas en la métrica:

Análisis:

En una semana, el software se destina a ser usado 2 veces, como un mes tiene 4 semanas, entonces por mes se debe de usar 8 veces; y teniendo en cuenta que un curso tiene 10 meses, entonces está destinado a ser usado 80 veces por curso (**B**), mientras que se define, que el producto se usa más o menos 60 veces en un curso (**A**). Esto se debe a los diferentes inconvenientes que le pueden surgir al estudiante, como por ejemplo: Actividades planificadas por su facultad o la universidad que los desvinculen de la docencia, por la escasez de computadoras el acceso a las mismas se le hace difícil y otras que se le puede presentar al estudiante inesperadamente.

Resultado:

$$X=A/B$$

Donde **A**=45 y **B**=80, por lo tanto **X**=45/80, donde el resultado final es de 0.7, por lo que es evaluada de **Bien**.

Resultados Generales:

El resultado final de esta característica es de 0.8, para un nivel requerido 1, por lo tanto recibe una puntuación de 3 puntos y es evaluada de **Muy Bien**.

3.5 Resultado de las métricas para Libros Electrónicos

➤ Evaluación Interna

Primer experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=0 B=6
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=5 B=6
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=5 B=6
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	—
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=4 B=4
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=4

Tabla 21. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos

Como bien se plantea anteriormente una vez recopilados los datos y hecho el cálculo de las métricas los resultados se ubican en la siguiente tabla, la cual muestra un ejemplo de los mismos:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado
--------------------	----------	-----------------------------------	-----------

			real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.8
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	—
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 22. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos

Ubicando cada uno de los resultados en la tabla 22 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de la métrica a) es 0 y recibe una puntuación de 0 (**Mal**), ya que, en este inciso para su cálculo depende de alguna documentación que describa el producto o guión técnico, donde este producto no cuenta con el mismo, en este caso el nivel requerido es 1, mientras que el inciso b) y c) es 0.8 para un mismo nivel requerido, por lo tanto la puntuación que se le da es 3 (**Muy Bien**), obteniendo como resultado final 0.5 (**Regular**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 1, el nivel requerido es 1, por lo tanto la puntuación es 3 (**Muy Bien**), en el caso de la métrica a) no realiza ninguna operación por lo tanto no se evalúa, obteniendo como resultado final 0.5 (**Regular**).

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario. Por lo que no presenta fórmula. Para conocer el criterio del usuario se insertó una pregunta dentro de las encuestas que diera respuesta a dicha métrica. El resultado fue: **Atractiva y Confiable**.

La métrica b) tiene como resultado 0 pero su nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Segundo experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=0 B=6
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=4 B=6
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=4 B=6
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	—
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=4 B=4
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=4

Tabla 23. Recopilación de datos del segundo experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos

Como bien se plantea una vez recopilados los datos y hecho el cálculo de las métricas los resultados se ubican en la siguiente tabla, la cual muestra un ejemplo de los mismos:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.6
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.6
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$	—

		Mientras más cercano al 1, mejor	
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 24. Resultados de las métricas del segundo experto en la evaluación interna para Libros Electrónicos

Ubicando cada uno de los resultados en la tabla 24 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) y c) es 0,6 como coinciden con el mismo nivel requerido tienen la misma puntuación de 2 (**Bien**), mientras que en el inciso a) es 0 y recibe una puntuación de 0 (**Mal**). Esta última para su cálculo, se necesita algún documento que describa las funciones, pues por su significado lo requiere, donde este producto no cuenta con el mismo. El resultado final de esta sub-característica es 0.4 (Regular).

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 1, el nivel requerido es 1, por lo tanto recibe una puntuación de 3 para una evaluación de **Muy Bien**, en el caso de la métrica a) no realiza ningún cálculo, ya que este producto no cuenta con ninguna operación por lo tanto no se evalúa, pero se tiene en cuenta, quedando como resultado final 0.5 (**Regular**) con 2 puntos.

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario. Por lo que no presenta fórmula. Para conocer el criterio del usuario se insertó una pregunta dentro de las encuestas que diera respuesta a dicha métrica. El resultado fue: **Atractiva**.

La métrica b) tiene como resultado 0, nivel requerido 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Resultados Generales:

Los resultados son los siguientes:

Comprensibilidad

CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

La sub-característica de manera general tiene un valor de 0.4, por lo que se evalúa de **Regular** con 1 punto donde su nivel requerido es 1.

Operabilidad

Esta sub-característica tuvo como resultado final 0.5, para una evaluación de **Regular** con 1 punto y su nivel requerido es 1.

Atracción

El producto en esta sub-característica fue evaluada de Atractiva y en el caso de la segunda métrica recibió un valor de 0, para un nivel 0, por lo tanto es evaluada como resultado final de **Muy Bien** con 3 puntos.

➤ Evaluación Externa

Primer experto:

A continuación se muestra un ejemplo de los datos recopilados:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=0 B=6
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=6 B=6
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=4 B=6
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	—
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=4 B=4
Métrica de Atracción		

b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=4
---	---	--------------------------

Tabla 25. Recopilación de datos del primer experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos

Teniendo en cuenta los datos recopilados, se hace el cálculo de las métricas y a continuación se muestran los resultados:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.6
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	—
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 26. Resultado de las métricas del primer experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos

Después de ubicar cada uno de los resultados en la tabla 26 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de las métricas a) es 0, recibe una puntuación de 0 (**Mal**) y los incisos b) y c) tienen valor de 1 y 0.6, el nivel requerido para ambos es 1, por tanto la puntuación que se le da es de 3 (**Muy Bien**) y 1 (**Bien**) respectivamente, obteniendo como resultado final 0.5 (**Regular**)

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 1, y su nivel requerido es 1, por lo tanto la puntuación que recibe es 3 (**Muy Bien**), mientras que en el inciso a), no se le pudo efectuar ningún cálculo, ya que este producto no cuenta con ninguna operación, obteniendo como resultado final 0.5 (**Regular**)

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario. Este producto a pesar de presentar características evaluadas de regular, según la encuesta realizada al experto, este determinó que es Atractiva y Confiable, ya que el color de la interfaz se corresponde con el contenido educativo, son atractivos los elementos de la interfaz, el contenido está bien distribuido y las letras tienen el tamaño adecuado, de manera que el texto se visualiza sin problemas. La métrica b) tiene como resultado 0, el nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**).

Segundo experto:

A continuación un ejemplo de los datos recopilados a partir de las encuestas para el cálculo de las métricas:

Métricas de Comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Integridad de la descripción del producto	A - número de funciones comprendidas en la descripción del producto. B - número total de funciones.	A=0 B=6
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	A=3 B=6
c) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	A=3 B=6
Métricas de Operabilidad		
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	—
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz implementados.	A=4 B=4
Métrica de Atracción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario B - número de elementos de la interfaz.	A=0 B=4

Tabla 27. Recopilación de los datos del segundo experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos

Teniendo en cuenta los datos recopilados, se hace el cálculo de las métricas y a continuación se muestran los resultados:

Sub-característica	Métricas	Interpretación del valor obtenido	Resultado real
Comprensibilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.5
	c) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	0.5
Operabilidad	a) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	—
	b) $X = A / B$	$1 \geq X$ Mientras más cercano al 1, mejor	1
Atracción	b) $X = A / B$	$0 \leq X$ Mientras cercano al 0, mejor	0

Tabla 28. Resultado de las métricas del segundo experto en la evaluación externa para Libros Electrónicos

Después de ubicar cada uno de los resultados en la tabla 28 se obtienen los siguientes datos para cada sub-característica:

Comprensibilidad

El resultado del cálculo de las métricas b) y c) es 0.5 y el nivel requerido es 1, por tanto la puntuación que se le da es 1 (**Regular**), mientras que el inciso a) recibe una puntuación de 0 (**Mal**), ya que el resultado del cálculo fue 0, con el mismo nivel requerido, obteniendo como resultado final 0.3 (**Regular**).

Operabilidad

El resultado del cálculo de la métrica b) es 1, y su nivel requerido es 1, por lo tanto la puntuación que recibe es 3 (**Muy Bien**), mientras que en el inciso a), no se le pudo efectuar ningún cálculo, ya que este producto no cuenta con ninguna operación, obteniendo como resultado final 0.5 (**Regular**).

Atracción

La métrica a) para esta sub-característica se basa en conocer cuán atractiva es la interfaz para el usuario, según la encuesta realizada al experto determinó que es Atractiva y Confiable, ya que el color de la interfaz se corresponde con el contenido educativo, son atractivos los elementos de la interfaz, el contenido está bien distribuido y las letras tienen el tamaño adecuado, de manera que el texto se visualiza sin problemas. La métrica b) tiene como resultado 0, el nivel requerido es 0, por lo que recibe una puntuación de 3 (**Muy Bien**). El resultado final es 0 (**Muy Bien**).

Resultados Generales:

Los resultados son los siguientes:

Comprensibilidad

La sub-característica de manera general tiene un valor de 0.4, para un nivel 1, en este caso se evalúa de **Regular** con 1 punto.

Operabilidad

Esta sub-característica tiene un valor de 0.5, para cuyo nivel requerido es 1, por lo tanto es evaluada de **Regular** con 1 punto.

Atracción

En este caso la interfaz de usuario fue evaluada de Atractiva y Confiable. La métrica b) obtuvo como resultado 0, para un nivel 0 y cuya evaluación es de **Muy Bien** con 3 puntos, el resultado final es el mismo.

➤ **Evaluación en Uso**

Cuestionario de satisfacción:

Para los profesores

En el caso de las encuestas para los profesores los resultados obtenidos se muestran a continuación:

No. Preguntas	Respuestas			
	Nada	A veces/Poco	Casi siempre/ Más de lo que Esperaba	Siempre/ Mucho

Para el primer experto				
1			x	
2				x
3				x
Para el segundo experto				
1		x		
2				x
3				x

Tabla 29. Resultados de las encuestas para el profesor

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes: para el primer experto $\Sigma A_i = 2.75$ y $n= 3$, donde $X=0.9$; mientras que para el segundo experto: $\Sigma A_i =2.5$ y $n= 3$, donde $X=0.8$. Al calcular la media entre ambos: $\Sigma A_i =1.7$ y $n= 2$, donde $X=0.8$.

Para los estudiantes

En el caso de los estudiantes los resultados obtenidos se reflejan a continuación, los cuales permiten con dicha información darle valores cuantitativos a las variables contenidas en la métrica antes mencionada.

No. Preguntas	Respuestas			
	Nada	A veces/Poco	Casi siempre/ Más de lo que Esperaba	Siempre/ Mucho
Para el primer experto				
1			x	
2		x		
3			x	
Para el segundo experto				
1			x	
2			x	
3				x

Tabla 30. Resultados de las encuestas para el alumno

Los resultados son los siguientes: para el primer experto y el segundo $\sum A_i = 2$ y $n=3$, donde $X=0.6$. El resultado de ambos sería: $\sum A_i = 1.2$ y $n=2$, donde $X=0.6$

Uniendo los resultados de ambas encuestas (profesores y estudiantes), las variables tendrían el siguiente valor: $\sum A_i = 1.4$ y $n= 2$, donde $X=0.7$. Luego de buscar el valor de X en la tabla 5, se concluye que el resultado de la sub-característica cuestionario de satisfacción se encuentra en el intervalo de 0,6 – 0,7 por lo que es evaluada de **Bien con 2 puntos**.

Uso discrecional:

Métrica: $X=A/B$, donde **A**=Número de veces que un software específico se utiliza y **B**=Número de veces que se destina a ser utilizado.

El software Filosofía y Salud II es la integración de todas las actividades planificadas para un semestre en la escuela de medicina Girón, específicamente para la Facultad de Estomatología. El mismo está destinado a ser usado en 64 encuentros, distribuidos de la siguiente manera: 20 conferencias, 24 clases prácticas y 20 seminarios. Como todo el contenido de la asignatura se encuentra en el software, el estudiante debe interactuar con el mismo para realizar cada una de las tareas que se le planifican, por lo tanto, los valores que le corresponden a las variables contenidas en la métrica son los siguientes:

A=64 (esto puede variar en dependencia de las exigencias del profesor) y **B**=64, por lo tanto $X=1$, lo que quiere decir que la métrica es evaluada de **Muy Bien** y tiene una puntuación de 3 puntos.

Resultados Generales:

El resultado final de esta característica es de 0.8, para un nivel requerido 1, por lo tanto recibe una puntuación de 3 puntos y es evaluada de **Muy Bien**.

3.6 Valoración de los resultados

Para valorar los resultados primeramente hay que elaborar el cuestionario de conformidad de cada proyecto, para lo cual hay que tener en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación del mismo. Por cada uno de ellos se recoge el valor que obtuvo cada sub-característica durante el proceso de evaluación, ver los anexos del 9 - 11. Este proceso lo hace el equipo evaluador. Hará uso de la Plantilla individual de la conformidad para cada una de las características (Ver anexos del 13 al 18). Después de haberse hecho el cálculo

de las métricas se hace una valoración de los resultados de la evaluación y el comportamiento de las características de calidad, es decir, se le da una puntuación a cada una de las sub-características según el resultado del cálculo de las métricas de esa sub-característica en el producto de software que se está evaluando. Luego se hace un resumen individual del resultado de cada característica para cada software, esto sería hallar el promedio entre las puntuaciones de las sub-características correspondientes a cada característica, en caso de que el promedio sea un número decimal, se redondea a un número entero, ejemplo:

Satisfacción:

$$\text{Promedio} = (\text{Cuestionario de Satisfacción} + \text{Uso Discrecional})/2 = 2+3 = 5/2 = 2.5$$

Finalmente según el grado de conformidad se emite un criterio de evaluación para dicha característica. El resultado del promedio es 2.5 redondeado es 3, por tanto el grado de conformidad es Completamente Conforme y el criterio de evaluación es Pequeñas modificaciones.

Después de haberse realizado un resumen individual del grado de conformidad de cada característica evaluada, se halla una puntuación promedio a partir de la individual de cada característica evaluada, en caso que el promedio sea un número decimal se lleva a un número entero. Luego se toma el grado de conformidad por cada característica, es decir por cada sección. Finalmente se llega a una conclusión sobre el grado de aceptación que tiene el producto, este grado puede ser aceptado, diferido o no aceptado. Ver anexos 19 y 20.

Durante el proceso de aplicación de la propuesta, se pudo apreciar que estos productos no presentaban problemas graves en cuanto a la calidad, pero es válido resaltar que se les hicieron algunas sugerencias por parte de los pedagogos que participaron en la evaluación externa, las cuales proponen pequeñas modificaciones en cuanto al diseño de la interfaz y una pequeña sugerencia en cuanto al contenido en uno de los proyectos. Dicha información fue transmitida a los líderes de estos proyectos, para que lo tuvieran en cuenta en posteriores versiones.

Por otra parte la valoración realizada con los expertos que realizaron el levantamiento de los datos para el cálculo de las métricas le permitió a estas autoras concluir acerca de la factibilidad y práctica de la propuesta, sin que se realizaran señalamientos de consideración

en cuanto a su comprensión, facilidad de aplicación u otros factores, avalando de este modo dichos expertos como satisfactorio el índice de aceptación de la misma.

3.7 Conclusiones

En este capítulo se evaluó la guía propuesta aplicándosela a dos proyectos de software educativo: Historia Universal y Libros Electrónicos; la cual permitió analizar los criterios obtenidos de las encuestas, aplicadas a cada uno de los expertos involucrados en la evaluación, de esta manera se puede determinar el índice de aceptación que tiene la propuesta del presente trabajo.

La guía fue elaborada a partir del análisis de la ISO/IEC 19796, modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación; la cual dio paso a la selección de las métricas de la ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC 9126-3 e ISO/IEC 9126-4; siendo estas últimas aplicables a cualquier tipo de software.

Conclusiones Generales

La calidad del software, más que un aspecto a tener en cuenta es una necesidad y preocupación para las instituciones desarrolladoras de software, de ella depende el prestigio de la misma, por lo que es necesario dedicarle tiempo y esfuerzo. El software educativo tiene sus diferencias con respecto a otro software, y no existe actualmente ningún estándar para evaluar la calidad del mismo, por lo que se hizo un análisis de temas relacionados con este tipo de software. Se estudió profundamente la ISO/IEC 9126, cuya norma plantea cuáles son las características a evaluar en un software y las métricas que se proponen para dicha evaluación, específicamente la característica de usabilidad por las diferencias que representa con respecto a otros tipos de software, y satisfacción para conocer el grado de aceptación del producto por parte del usuario final. Además de analizar la ISO/IEC 19796, que es el modelo de calidad en las tecnologías de la información empleadas en la educación.

Se propuso una guía para apoyar la evaluación de la calidad del software educativo, lo cual trae como beneficio que una vez entregado el software al cliente, este cumpla con todas sus expectativas. La misma cuenta con las métricas seleccionadas, el proceso de evaluación que se debe seguir, además de los roles y artefactos involucrados en dicho proceso.

Esta guía se validó aplicándosela a dos proyectos de software educativo: Historia Universal y Libros Electrónicos; la cual permitió analizar los criterios obtenidos de las encuestas aplicadas a cada uno de los expertos involucrados en la evaluación, de esta manera se pudo determinar el índice de aceptación que tiene la propuesta del presente trabajo. Se detectaron las principales deficiencias encontradas en los productos evaluados y se les comunicaron a los desarrolladores de los proyectos.

Recomendaciones

El proceso de evaluación de la calidad del software educativo se desarrolló satisfactoriamente, sin embargo, para darle continuidad a esta investigación y alcanzar mejores resultados se recomienda:

- Poner en práctica la guía propuesta obtenida en la investigación en los proyectos de software educativo de la facultad y en los laboratorios de calidad de la universidad.
- Registrar todos los datos que se obtengan durante el proceso de evaluación del software para poder establecer comparaciones entre las distintas etapas de evaluación del mismo, y finalmente valorar los resultados obtenidos.
- A partir de los resultados obtenidos, seguir investigando acerca de la evaluación del software educativo.
- Desarrollar una aplicación que contenga las métricas seleccionadas y permita automatizar el proceso de evaluación de la calidad.

Referencias Bibliográficas

1. **Calidad, Dpto de.** Expediente de proyecto en la UCI. [En línea]
http://calidadsoft.prod.uci.cu/index.php?view=article&catid=10%3Aart&id=17%3Aexpediente-de-proyecto&option=com_content&Itemid=24.
2. **Delgado, Ramsés.** Entrevista a Ramsés Delgado, especialista de la dirección de calidad de software. [entrev.] Maylin Acosta Sánchez. La Habana, 5 de 02 de 2009.
3. **García, Tayché Capote.** Entrevista realizada a Tayché Capote García, Ing. en Ciencias Informática. [entrev.] Lilibet Godinez Mendoza. La Habana, 10 de 02 de 2009.
4. **Anónimo.** [En línea] 2009. <http://www.masadelante.com/faq-software-hardware.htm>.
5. —. La producción en la UCI. [En línea] <http://www.uci.cu/?q=node/46>.
6. **Curbelo, Dr.C.P.T.Fermín Hurtado.** La clase de software educativo en la enseñanza secundaria básica cubana. Resultadosde un proyecto educativo. Camaguey : s.n.
http://www.ispcmw.rimed.cu/sitios/pedag2007/trabajo/simposio7/Hurtado_Fermin.pdf
7. EL SOFTWARE EDUCATIVO. Sánchez, 1995
http://cursa.ihmc.us/rid=1196862742453_516504673_8298/SOFTWARE_EDUCATIVO.pdf
8. (s.f.). Recuperado el 14 de 05 de 2009
<http://www.angelfire.com/az2/educacionvirtual/software.html>
9. **Anónimo.** Evolución del Software Educativo. [En línea]
<http://neoparaiso.com/logo/software-educativo.html>
10. **Pere Marqués.** La Uno - Educación y TIC . La Uno - Educación y TIC . [En línea] 22 de 1 de 2009. [Citado el: 25 de 4 de 2009.]
<http://escuelauno-nqn.blogspot.com/2009/01/clasificacin-del-software-educativo.html>
11. **González, Yasirys Terry.** Ingeniera en ciencias informáticas.La Habana, 14 de 4 de 2009.
12. **Márquez, D. P.** Software Educativo. [En línea]
<http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>
13. **Anónimo.** Control de la Calidad. [En línea]
<http://www.infoforhealth.org/pr/prs/sj47/j47chap6.shtml>
14. **Aguero, Ing. Dennis Neuland.** [En línea]
http://calidadsoft.prod.uci.cu/tmp/documentos/articulos/articulo_sqa.pdf.
15. **Pressman.** Un enfoque práctico. 1998. Vol. vol.1.

16. **Anónimo.** Aplicación Métricas para la evaluación Diseño. [En línea]
<http://www.mitecnologico.com/Main/AplicacionMetricasParaEvaluacionDise%F1o>.
17. Capítulo 2. Conceptos Básicos de Métricas.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/gonzalez_d_h/capitulo2.pdf
18. Tema 5: Gestión de proyectos software. Métricas. Sevilla : Universidad de Sevilla.
<http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=2271>
19. Modelos de Gestión de la Calidad de Software. (s.f.). Recuperado el 15 de 05 de 2009, de <http://hazloxl.wordpress.com/2008/01/08/que-es-un-modelo-de-calidad/>
20. —. ISO/IEC 25000. [En línea] 2005.
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35683
21. —. Text of ISO/IEC CD 19796-2, ITLET – Quality management, assurance and metrics - Part 2: Harmonized quality model. 2008-06-19.
22. Text of ISO/IEC WP 19796-3, ITLET – Quality management, assurance and metrics - Part 3: Métodos de referencia y métodos. 2008-06-19.
23. **González, C. D.** [En línea] Febrero de 2009.
http://www.usabilidadweb.com.ar/metodos_eval_calidad_web
24. ISO/IEC 9126-1. Ingeniería de software. Calidad de producto. (2005).
25. ISO/IEC 9126-4. Ingeniería de software. Calidad de producto. Parte 4: métricas de calidad en uso. (2004).
26. Cabrera, Lizet; Acosta, Yuliet. Métricas Estandarizadas Internacionalmente, propuestas para evaluar la calidad de los productos de software. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. UCI. 2008.
27. Rubalcaba, María; Zambrana. Medición de la calidad de Software durante el Proceso de Pruebas en el Proyecto Modernización del CICPC. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. UCI. 2008.

Bibliografía

Conceptos básicos de Métricas

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/gonzalez_d_h/capitulo2.pdf

Calidad de Software y Métricas.

<http://pisuerga.inf.ubu.es/clopez/dmsw2/ftp/DocumentacionTeoria/Tema%200%20Calidad%20del%20Software%20y%20Metricas/Metricas%20vs%20Calidad%20Software.pdf>

Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO 9126.

<http://www.revistaupiicsa.20m.com/Emilia/RevEneAbr04/Antonieta1.pdf>

Carlos D. González - Update: Feb - 2009

Contacto: [usabilidadweb @ usabilidadweb.com.ar](mailto:usabilidadweb@usabilidadweb.com.ar).

http://www.usabilidadweb.com.ar/metodos_eval_calidad_web.php

Medir métricas de usabilidad

04 de noviembre de 2008 — Sergio Martín. <http://www.deinterfaz.com/blog/medir-metricas-de-usabilidad>

Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software.

http://www.cic.ipn.mx/revistas/pages/vol08-03/3_art_057_MOSCA.pdf

Modelo Sistémico de Calidad de Software (MOSCA)

CMM – CMMI. <http://www.ingenierossoftware.com/calidad/cmm-cmmi.php>

<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/cmsi/trabajos/Joaquin%20Ruiz%20Expo.pdf>

Santos, José Manuel; Hilton, Norma. Las características de calidad de productos de software y su evaluación. La norma ISO/IEC 9126:2005. Revista Normalización, ISSN 0138-8118, 2/3, 2007

ISO/IEC 9126-2. Ingeniería de software. Calidad de producto. Parte 2: métricas externas. (2003).

ISO/IEC 9126-3. Ingeniería de software. Calidad de producto. Parte 3: métricas internas. (2003).

Glosario de Términos

Atributos: Una unidad con nombre de un clasificador que describe el rango de valores que las instancias de una propiedad pueden tomar.

Cliente: Persona que se beneficia con el producto de software.

Estándar: Es un modelo una guía que se sigue para realizar un proceso para no desviarse de un lugar al que se desea llegar.

IEC: Comisión Internacional para la Electrónica.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización.

Metodología: Es un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas a la documentación para el desarrollo de productos software.

NC: Norma Cubana.

Norma de calidad: Es un documento, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido (nacional o internacional), que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades de calidad o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad.

Proyecto: Elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

UML: Lenguaje Unificado de Modelado.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Anexos

Anexo 1. Selección de Métodos (categorías y sub-categorías) de la norma 19796-2

Categoría metodológica				Sub-categoría		
	ID	Nombre	Descripción	ID	Métodos	Descripción
CM	5	Medición	Evaluación de la Idoneidad y la eficiencia para alcanzar los objetivos.			
				5.3.	Certificación	Es la parte legal de la evaluación.
				5.6.	Validación estática	Puede realizarse aún cuando el software no ha concluido en su totalidad, o sea, mediante la evaluación interna. Puede tener elementos de valoración que permitan evaluar la parte externa en caso de que el software no haya concluido.
				5.9.	Revisión de expertos	Son los encargados de valorar pedagógicamente el software.
				5.10	Evaluación	Es donde se escogen las métricas que van a ser usadas en el proceso de evaluación del software.
CM	6	Pruebas	Procedimiento para medir y verificar uno o más elementos.			
				6.5	Prueba de usabilidad	Posibilita obtener criterios cuantitativos que permitan después calcular métricas de usabilidad.

Anexo 2. Métricas internas y externas en cuanto a usabilidad

Comprensibilidad

Nombre de la métrica	La métrica se propone medir	Método de aplicación	Medición(fórmula)	Interpretación del valor obtenido	Tipo de medida
a) Localizabilidad de funciones por evidentes	¿Qué proporción de funciones del producto son evidentes para el usuario?	Cuenta la proporción de funciones que son evidentes para el usuario y compárelas con la cantidad total de funciones.	X = A / B A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto que son evidentes para el usuario B - número total de funciones (o tipos de funciones)	1 >= X Mientras más cercano al 1, mejor	X= Contable/ Contable A = Contable B = Contable
b) Comprensibilidad de la función	¿Qué proporción de funciones del producto serán capaces los usuarios de comprender correctamente ?	Cuenta la proporción de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario y compárelas con la cantidad total de funciones de interfaz.	X = A / B A - número de funciones que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario B - número total de funciones	1 >= X Mientras más cercano al 1, mejor	X = Contable/ Contable A = Contable B = Contable
Operabilidad					
a) Consistencia operacional	¿Qué proporción de operaciones tiene un comportamiento consistente dentro del software?	Cuenta el número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente y compárelas con la cantidad total de operaciones,	X = A / B A- número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente B-número de operaciones.	1 >= X Mientras cercano al 1, mejor	X= Contable/ Contable A=Conta ble B=Conta ble
b) Claridad de los elementos de interfaz	¿Qué proporción de los elementos de interfaz se auto explican?	Cuenta el número de elementos de interfaz con claras explicaciones y compárelas con la cantidad total de elementos de interfaz implementados.	X = A / B A-número de elementos de interfaz con claras explicaciones B-número total de elementos de interfaz implementados	1 >= X Mientras cercano al 1, mejor	X= Contable/ Contable A=Conta ble B=Conta ble

Atracción					
a) Atracción de la interacción	¿Cuán atractiva es la interfaz con el usuario?	Cuestionarios a los usuarios	Conducción de cuestionarios para evaluar la atracción de las interfaces con el usuario, tomando en cuenta elementos de la interfaz del sistema tales como el color y el diseño gráfico.	Evaluación de los resultados de los cuestionarios.	
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	¿Qué proporción de los elementos de la interfaz puede ser, por su apariencia, adaptado por el usuario para la satisfacción del mismo?	Inspección por parte de expertos	<p>X = A / B</p> <p>A-número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario</p> <p>B-número de elementos de la interfaz.</p>	<p>0 <= X</p> <p>Mientras cercano al 0, mejor</p>	<p>X = Contable/ Contable A = Contable B=Conta ble</p>

Anexo 3. Métricas de calidad en uso en cuanto a satisfacción

Nombre	Propósito	Método de aplicación	Medición, fórmula y elementos	Interpretación de valor medido	Tipo escala	Tipo de medida	Entrada a medición
Cuestionario de satisfacción	Qué tan satisfecho está el usuario con las características específicas del software.	Usuario de prueba	$X = \Sigma(A_i)/n$ A_i = la respuesta a una pregunta. n = # de respuestas.	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a uno mejor.	Ord.	A = cantidad X = cantidad	Operación (prueba) informe Usuario vigilancia registro
Uso discrecional	Qué proporción de los potenciales del sistema el usuario elige usar.	Observación del uso	$X = A/B$ A = Número de veces que un software específico, funciones,	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a uno mejor.	Ratio.	A = cantidad B = cantidad X = cantidad/cantidad	Usuario Diseñador de interfaz

			aplicaciones o sistemas se utilizan. B = Número de veces que se destinan a ser utilizados.				
--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo 4. Encuesta para la evaluación interna y externa para Historia Universal

Encuesta para la evaluación interna y externa

Esta encuesta ha sido elaborada por (Maylin Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza) con el objetivo de evaluar la calidad del software educativo desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La misma tiene un carácter anónimo y confidencial, por lo cual es necesario que sea sincero en sus respuestas. Gracias por su colaboración.

Proyecto: _____ **Siglas:** _____

Preguntas

Marque con una X según considere en cada caso.

En las preguntas abiertas escriba su respuesta en las líneas.

1. ¿Considera que el usuario puede comprender cabalmente todo lo que se transmite con el software?
Argumente su respuesta.

Si_____, No_____, Solo algunas cosas_____.

2. Seleccione cuál(es) de las siguientes funciones educativas son evidentes para el usuario.

___ Función informativa

___ Función instructiva

___ Función motivadora

___ Función investigadora

___ Función metalingüística

a) Exponga de ellas cual (es) considera que pueden ser comprendidas correctamente por el usuario.
¿Por qué?

3. ¿El software brinda la posibilidad de realizar algunas operaciones? Argumente su respuesta.

Si____, No____, Algunas_____.

a) ¿Cuáles de las siguientes operaciones tiene un comportamiento consistente en el software que se evalúa?

___ Imprimir

___ Buscar

4. ¿Puede el usuario comprender el significado de los elementos de la interfaz?

Si____, No____, Solo algunas_____.

Justifique su respuesta.

a) Si su respuesta es afirmativa, ¿cuál(es) de los siguientes elementos de la interfaz se comprende su significado en el software evaluado?

___ Texto

___ Imágenes

___ Audio

___ Iconos

Botones

Animaciones

b) ¿Cuáles de los elementos de la interfaz al interactuar con ella son adaptados por el usuario?

Texto

Imágenes

Audio

Iconos

Botones

Animaciones

5. De los siguientes aspectos señale los que considera que describen con mayor exactitud la interfaz evaluada.

Atractiva____, Poco atractiva____, Confiable____. Justifique su respuesta según los siguientes elementos y si desea argumentar algo más puede hacerlo:

- El color de la interfaz se corresponde con el contenido educativo.
- Son atractivos los elementos de la interfaz.
- El contenido está bien distribuido.
- Las letras tienen el tamaño adecuado, de manera que el texto se visualiza sin problemas.

6. ¿Cuál (es) de las siguientes funciones se encuentra descrita en la descripción del producto?

Función informativa

Función instructiva

Función motivadora

___ Función investigadora

___ Función metalingüística

Observaciones:

Anexo 5. Encuesta para la evaluación interna y externa para Libros Electrónicos

Encuesta para la evaluación interna y externa

Esta encuesta ha sido elaborada por (Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza) con el objetivo de evaluar la calidad del software educativo desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La misma tiene un carácter anónimo y confidencial, por lo cual es necesario que sea sincero en sus respuestas. Gracias por su colaboración.

Proyecto: _____ **Siglas:** _____

Preguntas

Marque con una X según considere en cada caso.

En las preguntas abiertas escriba su respuesta en las líneas.

1. ¿Considera que el usuario puede comprender cabalmente todo lo que se transmite con el software? Argumente su respuesta.

Si_____, No_____, Solo algunas cosas_____.

2. Seleccione cuál(es) de las siguientes funciones educativas son evidentes para el usuario.

___ Función informativa

___ Función instructiva

___ Función motivadora

___ Función evaluadora

___ Función investigadora

___ Función metalingüística

a) Exponga de ellas cual (es) considera que pueden ser comprendidas correctamente por el usuario. ¿Por qué?

3. ¿El software brinda la posibilidad de realizar algunas operaciones? Argumente su respuesta.

Si____, No____, Algunas_____.

a) ¿Cuáles de las siguientes operaciones tiene un comportamiento consistente en el software que se evalúa?

___ Imprimir

___ Buscar

4. ¿Puede el usuario comprender el significado de los elementos de la interfaz?

Si____, No____, Solo algunas_____.

Justifique su respuesta.

a) Si su respuesta es afirmativa, ¿cuál(es) de los siguientes elementos de la interfaz se comprende su significado en el software evaluado?

___ Texto

___ Imágenes

___ Video

b) ¿Cuáles de los elementos de la interfaz al interactuar con ella son adaptados por el usuario?.

___ Texto

___ Imágenes

___ Video

5. De los siguientes aspectos señale los que considera que describen con mayor exactitud la interfaz evaluada.

Atractiva___, Poco atractiva___, Confiable_____. Justifique su respuesta según los siguientes elementos y si desea argumentar algo más puede hacerlo:

- El color de la interfaz se corresponde con el contenido educativo.
- Son atractivos los elementos de la interfaz.
- El contenido está bien distribuido.
- Las letras tienen el tamaño adecuado, de manera que el texto se visualiza sin problemas.

6. ¿Cuál (es) de las siguientes funciones se encuentra descrita en la descripción del producto?

___Función informativa

___Función instructiva

___ Función motivadora

___ Función evaluadora

___ Función investigadora

___ Función metalingüística

Observaciones:

Anexo 6. Encuesta para la evaluación de la calidad en uso

Encuesta para la evaluación de la calidad en uso Para el Profesor

Esta encuesta ha sido elaborada por (Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza) con el objetivo de evaluar la calidad del software educativo desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La misma tiene un carácter anónimo y confidencial, por lo cual es necesario que sea sincero en sus respuestas. Gracias por su colaboración.

Proyecto: _____ **Siglas:** _____

Preguntas

Marque con una X según considere en cada caso.

En las preguntas abiertas escriba su respuesta en las líneas.

1. ¿El profesor encuentra la información que necesita en el producto?

Siempre__ Casi siempre__ A veces__ Nunca__

Explique su respuesta.

2. Cuando se interactúa con la multimedia se entiende con claridad todo el contenido que se quiere transmitir.

Siempre__ Casi siempre__ A veces__ Nunca__

Explique su respuesta.

3. El producto le aporta conocimientos al profesor.

Mucho__ Poco__ Nada__ Más de lo que esperaba__

Explique su respuesta.

Observaciones:

Encuesta para la evaluación de la calidad en uso Para el Alumno

Esta encuesta ha sido elaborada por (Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza) con el objetivo de evaluar la calidad del software educativo desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). La misma tiene un carácter anónimo y confidencial, por lo cual es necesario que sea sincero en sus respuestas. Gracias por su colaboración.

Proyecto: _____ **Siglas:** _____

Preguntas

Marque con una X según considere en cada caso.

En las preguntas abiertas escriba su respuesta en las líneas.

1. ¿Encuentras la información que necesitas cuando interactúas con la multimedia?

Siempre__ Casi siempre__ A veces__ Nunca__

Explique su respuesta.

2. ¿Cuando interactúa con la multimedia entiende con claridad todo el contenido?

Siempre__ Casi siempre__ A veces__ Nunca__

Explique su respuesta.

3. ¿El producto le aporta conocimientos?

Mucho__ Poco__ Nada__

Explique su respuesta.

Observaciones:

Anexo 7. Recopilación de datos de la evaluación interna y externa a partir de los resultados obtenidos en las encuestas

Variables contenidas en las Métricas de Usabilidad		
Métricas de comprensibilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Localizabilidad de funciones por evidentes	A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario. B - número total de funciones (o tipos de funciones).	
b) Comprensibilidad de la función	A - número de funciones de interfaz de usuario que tienen el propósito de ser comprendidas por el usuario. B - número total de funciones de interfaz.	
Métrica de operabilidad		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Consistencia operacional	A - número de operaciones instanciadas con un comportamiento consistente. B - número de operaciones.	
b) Claridad de los elementos de interfaz	A - número de elementos de interfaz con claras explicaciones. B - número total de elementos de interfaz.	
Métrica de atracción		
Nombre de la métrica	Variables	Datos
a) Atracción de la interacción		
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	A - número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser adaptada por el usuario B - número de tipos de elementos de la interfaz.	

Anexo 8. Recopilación de datos de la evaluación de la calidad en uso

Variables contenidas en las Métricas de satisfacción		
Nombre de la métrica	VARIABLES	Datos
a) Cuestionario de satisfacción	A _i = La respuesta a una pregunta n = Número de respuestas	
b) Uso discrecional	A = Número de veces que un software específico, funciones, aplicaciones o sistemas se utilizan. B = Número de veces que se destinan a ser utilizados.	

Anexo 9. Resultados de las métricas para la característica de usabilidad en la evaluación interna

Nombre de los proyectos	Comprensibilidad	Operabilidad	Atracción
1. Historial Universal	0.9	0.8	0
2. Libros Electrónicos	0.4	0.5	0
Media	0.6	0.6	0
Mínimo	0.4	0.5	0
Máximo	0.9	0.8	0

Anexo 10. Resultados de las métricas para la característica de usabilidad en la evaluación externa

Nombre de los proyectos	Comprensibilidad	Operabilidad	Atracción
1. Historial Universal	0.7	0.9	0.05
2. Libros Electrónicos	0.4	0.5	0
Media	0.6	0.7	0.02
Mínimo	0.4	0.5	0.05
Máximo	0.7	0.9	0

Anexo 11. Resultados de las métricas para la característica de satisfacción

Nombre del Proyecto Productivo	Satisfacción
1. Historial Universal	0.8
2. Libros Electrónicos	0.8
Media	0.8
Mínimo	0.8
Máximo	0.8

Anexo 12. Datos de los participantes en las encuestas

Nombre de los participantes	Ocupación	Institución	Años de experiencia
Roberto López Desagües	Pedagogo	UCI	13 años
Yunelis Benítez	Pedagogo	Universidad de La Habana	25 años
Rafael Ponce de León	Pedagogo	UCI	30 años
Liván Rodríguez Rodríguez	Pedagogo	UCI	14 años
Evelio Sánchez Porro	Pedagogo	Universidad de La Habana	27 años
Bernardo Manuel	Pedagogo	Escuela de Ciencias Médicas	15 años
Hilda	Pedagogo	Escuela de Ciencias Médicas	25 años

Anexo 13. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a la usabilidad para la evaluación interna del software Historia Universal

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION D				
VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORÍA DE PRUEBAS, DE USABILIDAD PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO				
Proyecto : Historia Universal		Siglas: ____		
Denominación: _____				
Control No.: _____		Etapa: Evaluación Interna		
CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0
1. USABILIDAD				
1.1. 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.				
a) Integridad de la descripción de producto	x			
b) Localizabilidad de funciones por evidentes	x			
c) Comprensibilidad de la función	x			
1.2. Atracción: Capacidad del software de ser atractivo o amigable para el usuario.				
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	x			
1.3. Operabilidad: Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.				
a) Consistencia operacional	x			
b) Claridad de los elementos de interfaz		x		
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION E				
RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO				

PUNTUACIÓN		CRITERIO DE EVALUACIÓN	GRADO DE CONFORMIDAD	
Usabilidad	2.8		() Sin modificaciones	3
VALOR	3	(X) Pequeñas modificaciones	2	Conforme
		() Grandes modificaciones	1	Medianamente conforme
		() Nueva elaboración	0	No conforme

(área de firma)

Evaluador: Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza

Cargo: Equipo evaluador

Fecha: Mayo del 2009

Anexo 14. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a la usabilidad para la evaluación externa del software Historia Universal

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION F				
VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORÍA DE PRUEBAS, DE USABILIDAD PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO				
Proyecto : Historia Universal		Siglas: ____		
Denominación: _____				
Control No.: _____ Etapa: Evaluación Externa				
CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0
1. USABILIDAD				
1.1. 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.				
a) Integridad de la descripción de producto	x			
b) Localizabilidad de funciones por evidentes		x		
b) Comprensibilidad de la función		x		
1.2. Atracción: Capacidad del software de ser atractivo o amigable para el usuario.				
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	x			
1.3. Operabilidad: Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.				
a) Consistencia operacional	x			
b) Claridad de los elementos de interfaz	x			
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION G				
RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO				

PUNTUACIÓN		CRITERIO DE EVALUACIÓN	GRADO DE CONFORMIDAD		
Usabilidad	2.6		() Sin modificaciones	3	<u>Completamente Conforme</u>
VALOR	3		(X) Pequeñas modificaciones	2	Conforme
			() Grandes modificaciones	1	Medianamente conforme
		() Nueva elaboración	0	No conforme	

(área de firma)

Evaluador: Lilibet Godinez Mendoza y Maylin Acosta Sánchez

Cargo: Equipo evaluador

Fecha: Mayo del 2009

Anexo 15. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a satisfacción

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

SECCION H

VALORACION DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORIA DE PRUEBAS, DE SATISFACCIÓN PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

Proyecto: Historia Universal Siglas:

Denominación:

Control No.: Etapa: Calidad en Uso.

CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0

2. SATISFACCIÓN

a) Cuestionario de satisfacción	X			
b) Uso discrecional		X		

**CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN
DE LA CONFORMIDAD**

SECCION I

RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO

PUNTUACIÓN	
Satisfacción	2.5
VALOR	3

CRITERIO DE EVALUACIÓN
(<input checked="" type="checkbox"/>) Sin modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Pequeñas modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Grandes modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Nueva elaboración

GRADO DE CONFORMIDAD	
3	<u>Completamente Conforme</u>
2	Conforme
1	Medianamente conforme
0	No conforme

(área de firma)

Evaluador: Lilibet Godínez Mendoza y Maylín Acosta Sánchez

Cargo: Equipo Evaluador

Fecha: mayo del 2009

Anexo 16. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a la usabilidad para la evaluación interna del software Libros Electrónicos

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION J				
VALORACION DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORIA DE PRUEBAS, DE USABILIDAD PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO				
Proyecto : Libros Electrónicos		Siglas: ____		
Denominación: _____				
Control No.: _____ Etapa: Evaluación Interna				
CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0
1. USABILIDAD				
1.1. 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.				
a) Integridad de la descripción de producto				x
b) Localizabilidad de funciones por evidentes		x		
b) Comprensibilidad de la función		x		
1.2. Atracción: Capacidad del software de ser atractivo o amigable para el usuario.				
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	x			
1.3. Operabilidad: Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.				
a) Consistencia operacional	-	-	-	-
b) Claridad de los elementos de interfaz	x			
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION K				
RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO				

PUNTUACIÓN		CRITERIO DE EVALUACION	GRADO DE CONFORMIDAD	
Usabilidad	1.6		() Sin modificaciones	3
VALOR	2	(X) Pequeñas modificaciones	2	<u>Conforme</u>
		() Grandes modificaciones	1	Medianamente conforme
		() Nueva elaboración	0	No conforme

(área de firma)

Evaluador: Lilibet Godinez Mendoza y Maylin Acosta Sánchez

Cargo: Equipo evaluador

Fecha: Mayo del 2009

Anexo 17. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a la usabilidad para la evaluación externa del software Libros Electrónicos

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION L				
VALORACION DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORIA DE PRUEBAS, DE USABILIDAD PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO				
Proyecto : Libros Electrónicos		Siglas: ____		
Denominación: _____				
Control No.: _____ Etapa: Evaluación Externa				
CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0
1. USABILIDAD				
1.1. 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.				
a) Integridad de la descripción de producto				x
b) Localizabilidad de funciones por evidentes		x		
b) Comprensibilidad de la función			x	
1.2. Atracción: Capacidad del software de ser atractivo o amigable para el usuario.				
b) Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	x			
1.3. Operabilidad: Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.				
a) Consistencia operacional	-	-	-	-
b) Claridad de los elementos de interfaz	x			
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD				
SECCION M				
RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO				

PUNTUACIÓN		CRITERIO DE EVALUACION	GRADO DE CONFORMIDAD		
Usabilidad	1.5		() Sin modificaciones	3	Completamente Conforme
VALOR	2		(X) Pequeñas modificaciones	2	<u>Conforme</u>
			() Grandes modificaciones	1	Medianamente conforme
		() Nueva elaboración	0	No conforme	

(área de firma)

Evaluador: Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godínez Mendoza

Cargo: Equipo evaluador

Fecha: Mayo del 2009

Anexo 18. Plantilla individual de la conformidad en cuanto a satisfacción para la evaluación del software Libros Electrónicos

CUESTIONARIO INDIVIDUAL DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

SECCION N

VALORACION DE LOS RESULTADOS DE LA CATEGORIA DE PRUEBAS, DE SATISFACCIÓN PARA EL CASO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

Proyecto: Historia Universal Siglas:

Denominación:

Control No.: Etapa: Calidad en Uso.

CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	3	2	1	0

3. SATISFACCION

a) Cuestionario de satisfacción		x		
b) Uso discrecional	x			

**CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN
DE LA CONFORMIDAD**

SECCION O

RESUMEN DEL CUESTIONARIO COLECTIVO

PUNTUACIÓN	
Satisfacción	2.5
VALOR	3

CRITERIO DE EVALUACION
(<input checked="" type="checkbox"/>) Sin modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Pequeñas modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Grandes modificaciones
(<input type="checkbox"/>) Nueva elaboración

GRADO DE CONFORMIDAD	
3	<u>Completamente Conforme</u>
2	Conforme
1	Medianamente conforme
0	No conforme

(área de firma)

Evaluador: Lilibet Godínez Mendoza y Maylin Acosta Sánchez

Cargo: Equipo Evaluador

Fecha: mayo del 2009

Anexo 19. Cuestionario de conformidad general para Historia Universal.

**CUESTIONARIO COLECTIVO DE EVALUACIÓN DE
LA CONFORMIDAD
RESUMEN GENERAL**

Proyecto No. Historia Universal Siglas: _____

Denominación: _____

Control No.: _____ Etapa: Completo

PUNTUACIÓN PROMEDIADA A PARTIR DE LA INDIVIDUAL

Usabilidad	3
Satisfacción	3
VALOR	3

Sección E	<input checked="" type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección G	<input checked="" type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección I	<input checked="" type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme

Decisión Final	
X	ACEPTADO
	DIFERIDO
	NO ACEPTADO

área de firma)

Evaluador : Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godinez Mendoza Fecha: mayo de 2009

Cargo: Equipo Evaluador

Anexo 20. Cuestionario de conformidad general para Libros Electrónicos

**CUESTIONARIO COLECTIVO DE EVALUACIÓN DE
LA CONFORMIDAD
RESUMEN GENERAL**

Proyecto No. Libros Electrónicos Siglas: _____

Denominación: _____

Control No.: _____ Etapa: Completo

PUNTUACIÓN PROMEDIADA A PARTIR DE LA INDIVIDUAL

Usabilidad	2
Satisfacción	3
VALOR	3

Sección K	<input type="checkbox"/> Completamente Conforme <input checked="" type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección M	<input type="checkbox"/> Completamente Conforme <input checked="" type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme
Sección O	<input checked="" type="checkbox"/> Completamente Conforme <input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Medianamente conforme <input type="checkbox"/> No conforme

Decisión Final	
X	ACEPTADO
	DIFERIDO
	NO ACEPTADO

área de firma)

Evaluador : Maylín Acosta Sánchez y Lilibet Godinez Mendoza Fecha: mayo de 2009

Cargo: Equipo Evaluador

Anexo 21. Tabla de las métricas seleccionadas y rechazadas.

Sub-características	Nombre de las métricas	Métricas Seleccionadas	Por qué de la selección o rechazo
Métricas de calidad en uso			
Satisfacción	Escala de satisfacción		Esta métrica no fue seleccionada porque evalúa la satisfacción del usuario con el software en su totalidad y lo que interesa del mismo son las características específicas que permitan evaluar el contenido educativo del mismo, además es una métrica complicada a la hora evaluar.
	Cuestionario de satisfacción	X	Indica cuán satisfecho está el usuario con ciertas características específicas del software.
	Uso discrecional	X	Permite conocer que tan novedoso e interesante es el software para el profesor o estudiante.
Métricas internas y externas de usabilidad			
Comprensibilidad	Integridad de la descripción del producto	X	Permite conocer si las funciones que debe cumplir el software están descritas en la descripción del producto.
	Capacidad de demostración		Esta métrica no se relaciona con los aspectos que interesan medir en cuanto a la capacidad del software por su forma o contenido para enseñar, útil para los profesores y para los estudiantes.
	Localizabilidad de funciones por evidentes	X	Indica si los usuarios son capaces de localizar las funciones por medio de la simple exploración de la interfaz (por ejemplo interpretando un menú).
	Comprensibilidad		Indica si los usuarios son

	ad de la función	X	capaces de comprender correctamente las funciones del producto.
Operabilidad	Accesibilidad física		Esta métrica no es escogida porque no interesa saber si al software puede acceder cualquiera persona independientemente de capacidad física, lo que importa en esta investigación es todo aquello relacionado con el contenido educativo. Además no se relaciona con los aspectos que interesan medir en cuanto a la capacidad del software por su forma o contenido para enseñar, útil para los profesores y para los estudiantes.
	Consistencia operacional	X	Indica qué proporción de las operaciones se comporta igual a operaciones similares en otras partes del sistema.
	Claridad de los mensajes		Esta métrica no se relaciona con los aspectos que interesan medir en cuanto a la capacidad del software por su forma o contenido para enseñar, útil para los profesores y para los estudiantes. La misma sólo brinda la medida en que el desarrollador del software hace comunicarse al mismo, lo cual es general para cualquier software, y ya en trabajos precedentes ha sido seleccionada esta métrica con tales objetivos.
	Claridad de los elementos de interfaz	X	Indica qué proporción de los elementos de interfaz se auto explican de manera que el usuario pueda comprenderlos.
	Recuperabilidad ante el error operacional		Esta métrica está centrada en cuestiones de funcionalidad, o sea, si el software puede dar algún error en determinado momento, y eso no es lo que

			interesa, solo es importante aquello que esté relacionado con el contenido educativo. Además de que no se relaciona con los aspectos que interesan medir en cuanto a la capacidad del software por su forma o contenido para enseñar, útil para los profesores y para los estudiantes.
Atracción	Atracción de la interacción	X	Indica cuan atractiva es la interfaz con el profesor o el estudiante en cuanto a los aspectos del software, por su forma, para enseñar y para aprender.
	Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz	X	Indica que proporción de los elementos de la interfaz pueden ser, por su apariencia, entendidos por los profesores y estudiantes en cuanto a los aspectos del software, por su forma, para enseñar y para aprender".