



Universidad de las Ciencias Informáticas



Propuesta de métricas para medir la satisfacción del cliente de los productos en La
Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores: Yadian Alfonso Matos.

Leonardo Michel Leyva Sánchez.

Tutores: Ing. Dailiany Soler Torriente.

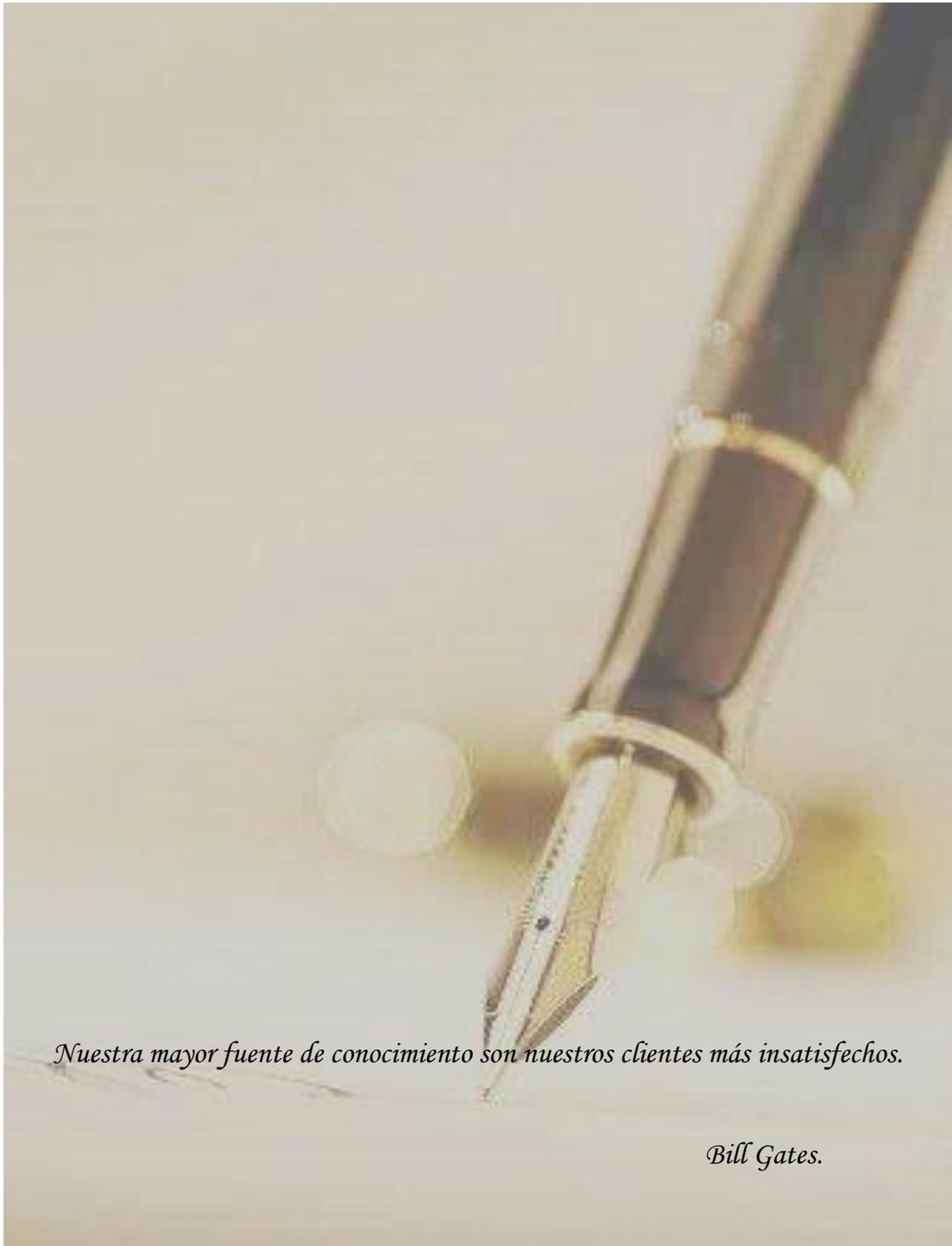
Ing. Irina Napal Torres.

Ciudad de La Habana, Cuba

Año del 50 Aniversario de La Revolución

Junio 2008





Nuestra mayor fuente de conocimiento son nuestros clientes más insatisfechos.

Bill Gates.



Declaración de autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis 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 _____.

Yadian Alfonso Matos

Firma del Autor

Dailiany Soler Torriente

Firma del Tutor

Leonardo Michel Leyva Sánchez

Firma del Autor

Irina Napal Torres

Firma del Tutor



Opinión del tutor del trabajo de diploma

Título: **<título del trabajo de diploma>**

Autor: **<nombres y dos apellidos del o los autores>**

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución el estudiante mostró las cualidades que a continuación se detallan.

<Aquí el tutor debe expresar cualitativamente su opinión y medir (usando la escala: muy alta, alta, adecuada) entre otras las cualidades siguientes:

- **Independencia**
- **Originalidad**
- **Creatividad**
- **Laboriosidad**
- **Responsabilidad>**

<Además, debe evaluar la calidad científico-técnica del trabajo realizado (resultados y documento) y expresar su opinión sobre el valor de los resultados obtenidos (aplicación y beneficios) >

Por todo lo anteriormente expresado considero que el estudiante está apto para ejercer como Ingeniero Informático; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de **<nota>**. **<Además, si considera que los resultados poseen valor para ser publicados, debe expresarlo también>**

<Nombre tutor>

Firma del tutor

Fecha



Datos de Contacto

"[insertar breve curriculum e información de contacto del tutor]"

"[insertar breve curriculum e información de contacto del asesor]"

"[insertar breve curriculum e información de contacto del consultante]"



Agradecimientos

Quisiera agradecerles en este momento a tantos familiares y amigos que me fuera imposible poder mencionarlos a todos, pero muy en especial me gustaría agradecerle:

- *A mis padres: Bárbaro y Caridad, por todo el amor, cariño y comprensión que me han sabido brindar, además de todo el apoyo y los gustos que me han proporcionado en la vida.*
- *A mi hermano Yulian por el cariño tan grande que me ha brindado, por hacer que me sienta cada día más orgulloso de él, ya que me tiene como su ídolo a seguir por la vida.*
- *A mis abuelos, tíos, y primos, que de una manera u otra me han ayudado y apoyado.*
- *A mi primo Rafaelito, que a pesar de estar un poco lejos, me dio siempre su cariño.*
- *A Lianne por su amor, dedicación y entrega en cuatro años de mi carrera, por ser el andamio de mi vida en esta universidad, por su paciencia y cariño, por sus noches de desvelo. A su familia, en especial a su padre Rafael, a su madre Yazmín, a su padrastro Enrique y a su hermanita Marianela, por toda la ayuda y el cariño que me dedicaron.*
- *A mis amigos, los viejos y los nuevos, a los de aquí y a los de allá, al flaco de Osvaldo, que más que un amigo, ha sido para mi como un hermano.*
- *A mi compañero de tesis Leonardo (Tanque), que sin su dedicación e interés este trabajo no hubiera sido posible.*
- *A mis tutores por su colaboración e interés para que este sueño se hiciera realidad.*
- *A la Revolución y a Fidel Castro, por la darme la oportunidad de estudiar en esta universidad.*
- *En fin, para no olvidar a nadie, a todos aquellos que nos han apoyado durante este largo andar, a todos ustedes...*

Muchísimas gracias de todo corazón.

Yadian



Existen muchas personas a las que tengo que agradecer por haber contribuido a realizar este sueño, que no sólo es mío, sino también de mi familia y en especial de mi madre (Catalina) y mi novia (Sahilys), que me han brindado tanto apoyo, amor y cariño, realmente no existen en el mundo palabras para describir lo agradecido que estoy por todo lo que han hecho por mí. También le agradezco a todos los que de una forma u otra han contribuido a mi formación en esta universidad como profesional y como persona para la vida, no quisiera pasar por alto y dejar de mencionar a:

- *A mis compañeros de grupo y apartamento que tanto hemos convivido, en buenos y malos momentos.*
- *A Dayami, que ha pesar de estar muy ocupada dedicó parte de su preciado tiempo a la realización de esta investigación.*
- *A Dailiany, por brindarnos su experiencia y por ser la mejor tutora del mundo, además de una gran amiga.*
- *A Irina Nepal por su colaboración y orientación.*
- *A los padres de Yadian por considerarme un hijo más de la familia.*
- *A la Revolución y a nuestro líder Fidel Castro Ruz, por darme la oportunidad de realizar estudios en esta universidad.*
- *Y no podía faltar mi compañero de tesis, Yadian (Machupichu); que cada vez que lees estas líneas, recuerdes, aún luego de terminar la universidad y tomar caminos diferentes, que en mí tienes un hermano.*

Muchas gracias a todos.

Sinceramente, Leonardo



Dedicatoria

A mis padres: Caridad Mercedes Matos Gómez y Bárbaro Alfonso Mesa.

Por haber dedicado toda su vida a mi formación.

A mi hermano: Yulian Alfonso Matos.

Por confiar plenamente en mí.

Yadian

*Dedico especialmente este Trabajo de Diploma a mi madre,
Catalina Hilda Sánchez Guerra; realmente estoy
orgulloso de ti, como espero lo estés de mí. A
mi abuela estés donde estés, por todo el amor
que me brindaste. Y a mi novia por su
comprensión, confianza y amor.*

Leonardo



Resumen

La calidad es una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. Es además llegar a un estándar más alto en lugar de estar satisfecho con alguno que se encuentre por debajo de lo que se espera cumpla con las expectativas. La UCI para poder competir hoy en el mercado mundial debe tener productos de calidad internacional, debido a que toda industria productora tiene como principal meta cumplir con las exigencias de calidad del consumidor. Las métricas de satisfacción del cliente son capaces de brindarle a un negocio de software la posibilidad de que esta tome medidas y decisiones en bien de la empresa, haciendo que las cosas se realicen tal y en la manera que se tienen que hacer.

Teniendo en cuenta que la universidad tiene grandes empresas de diversos países como clientes y que ha de mantener un prestigio como productora de software en el mundo, se propone en este trabajo como objetivo principal el planteamiento de un conjunto de métricas de satisfacción del cliente que ayuden a evaluar la calidad de sus productos. Siendo las mismas, de acuerdo con la investigación realizada las que más se ajustan a las necesidades de los polos productivos de esta universidad. En la presente tesis se redacta un primer capítulo, en el que se expone la situación actual de las métricas de este tipo en el mundo Cuba y la UCI, enfocándose en los temas que le dan fundamentación teórica a los conocimientos tratados. En el capítulo 2 se presenta la propuesta, basándose en resultados de encuestas a diferentes niveles y utilización de métodos estadísticos conocidos, culminándose en un capítulo 3 con la validación de la misma por el método Delphi.

Palabras claves

Métricas, satisfacción del cliente, indicadores.



Índice

Agradecimientos..... I

Dedicatoria III

Resumen..... IV

Introducción..... 1

Capítulo 1. Fundamentación Teórica 5

1.1 Introducción 5

1.2 ¿Qué es Calidad? 5

1.3 ¿Qué es Calidad de Software? 7

1.4 La Medición como elemento para lograr la calidad..... 9

1.5 Métricas de Software 11

1.6 ¿Por qué son Importantes las métricas? 12

1.7 ¿Qué son los Indicadores? 14

1.8 Uso de métricas de software en el mundo 17

1.8.1 Uso de métricas de software en Cuba 18

1.9 Herramientas para el manejo de métricas..... 19

1.9.1 Consola de Procesos..... 20

1.9.2 Práctica de Software y Sistemas de Medición (PSM)..... 21

1.9.3 Microsoft Excel 22

1.10 Métricas para determinar la satisfacción de los clientes..... 23

1.11 Métricas y satisfacción del cliente. Importancia..... 25

1.12 Conclusiones parciales 26

Capítulo 2. Propuesta de Solución..... 28

2.1 Introducción 28

2.2 Estructura de calidad de la UCI..... 28

2.3 ¿Cómo deben ser las Encuestas para medir la satisfacción de los clientes? 29

2.4 Método estadístico para el procesamiento de información 31

2.4.1 Estadística descriptiva 33

2.5 Análisis de los resultados de las encuestas sobre la satisfacción 35

2.6 Frecuencia en la que se les mide la satisfacción a los clientes. Pruebas de aceptación 40



2.6.1	La Prueba Alfa.....	43
2.6.2	La Prueba Beta.....	43
2.7	Propuesta de Métricas para determinar la Satisfacción del Cliente.....	44
2.7.1	Tasa de Estabilidad (TE)	44
2.7.2	Tasa de Defectos (TD).....	45
2.7.3	Fiabilidad (F).....	46
2.7.4	Cumplimiento de la Planificación de Entrega (CPE).....	47
2.8	Herramienta para la manipulación de la propuesta. Excel.....	50
2.9	Conclusiones parciales	53
Capítulo 3. Validación de la Propuesta.....		55
3.1	Introducción	55
3.2	Método de Evaluación de Expertos.....	55
3.3	Método Delphi.....	57
3.3.1	Características y Fases. Método Delphi.....	57
3.4	Proceso de selección de los expertos	59
3.4.1	Determinación de la cantidad expertos	60
3.4.2	Confección del listado de expertos	60
3.4.3	Obtención del consentimiento del experto para su participación.....	61
3.5	Elaboración del cuestionario	61
3.6	Análisis de los resultados de la Encuesta a Expertos.....	61
3.7	Conclusiones parciales	64
Conclusiones		65
Recomendaciones		66
Bibliografía Consultada.....		67
Bibliografía Citada		68
Anexos.....		70
Glosario de Términos y Siglas		88



Índice de Tablas

Tabla 2.1. Plantilla de Métricas de Satisfacción del cliente. 50

Tabla 3.1. Aspectos considerados por los expertos para medir la satisfacción de los clientes. 63



Índice de Figuras

Figura 1.1. La Calidad en el ciclo de vida del software..... 8

Figura 1.2. Proceso para la utilización de técnicas basadas en mediciones..... 9

Figura 1.3. Proceso esencial de Medición de Software. 16

Figura 2.1. Estructura del Control de Calidad de Software en la UCI. 29

Figura 2.2. Hoja Inicio de la Herramienta para la Propuesta. 51

Figura 2.3. Hoja Información de la Herramienta para la Propuesta. 52

Figura 2.4. Hoja Representación Gráfica de la Herramienta para la Propuesta. 53

Figura 3.2. Número de encuestados que definieron los aspectos. 63



Introducción

Durante muchos años, el software se desarrollaba y era utilizado por la misma persona u organización. Como todos los programas se construían de forma personalizada, los desarrolladores de este software doméstico, dictaban los costos, planificación y calidad, por lo que los programas no contaban con la robustez deseada. Hoy, todo esto ha cambiado, cuando se va a desarrollar un software intervienen muchas personas (equipo de desarrollo), las cuales realizan contratos para elaborar o mejorar el producto que desea el usuario.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), ha sido creada con un nuevo concepto de universidad productiva. Una de sus misiones es la producción de software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación, logrando una fuerte relación Universidad-Empresa. Esta universidad que convierte a la producción en sustento económico, político y social; es productora de grandes soluciones informáticas y está comprometida a ser la vanguardia del desarrollo de las empresas de software en Cuba, llevando la informatización a todos los sectores de la sociedad, de manera tal que convierta a la industria de software en un renglón fundamental de la economía del país.

La UCI cuenta hoy día con 10 facultades vinculadas a la producción de software y divididas por distintas ramas (educación, salud, realidad virtual, entre otras). Los productos que en ella se realizan necesitan de una total calidad. Es por ello, que se han llevado a cabo desde hace algún tiempo investigaciones, encaminadas a mejorar la calidad de estos productos mediante el proceso de desarrollo de métricas encargadas de evaluar los programas para que estos compitan a nivel internacional.

A pesar de los esfuerzos por lograr una mejora continua a lo largo de todo el proceso, no se han consolidado los conocimientos acerca de las posibles métricas a aplicar y cómo estas podrían tenerse en cuenta en la toma de decisiones al enfrentar un nuevo proyecto. En ocasiones se guardan datos y realmente no se tiene el conocimiento de cómo pueden ser utilizados para la mejora de los procesos o productos desarrollados. Las métricas se calculan a partir de información necesaria que se recopila a lo largo de todo el proceso de desarrollo del software para medir la calidad del proyecto, y se utilizan como base para los registros históricos, siendo el punto de partida para realizar estimaciones de esfuerzo y tiempo para futuros trabajos, aportando experiencias a otros proyectos. Se puede producir



software de calidad con ausencia de métricas, sin embargo con la aplicación consciente de las mismas se logra obtener un mejor producto en tiempo y con un costo razonable.

Lograr la plena "satisfacción del cliente" es un requisito indispensable para ganarse un lugar en la "mente" de los clientes y por ende, en el mercado. Por ello, el objetivo de mantener «satisfecho a cada cliente» ha traspasado las fronteras del departamento de mercadotecnia, para constituirse en uno de los principales objetivos de todas las áreas funcionales (producción, finanzas, recursos humanos) de las empresas exitosas, en las cuales se utilizan métricas para medir la satisfacción del cliente. En la universidad, es necesario para mejorar la calidad de los productos hacer uso de estas métricas. Hoy día, la UCI no cuenta con un conjunto de métricas ajustadas a sus propias características, que le facilite conocer la satisfacción de sus clientes, lo que conlleva a que los productos no culminen con la calidad requerida. A raíz de esta situación se planteó el siguiente problema:

¿Cómo lograr un conjunto de métricas adaptadas a las características de la UCI, que permitan conocer la satisfacción del cliente para con los productos de software que se desarrollan en la misma?

El objetivo general de la investigación es, proponer métricas que permitan conocer a partir del análisis de sus resultados, la satisfacción de los clientes con los productos de software desarrollados en la UCI.

El objeto de estudio que persigue este trabajo es el proceso de medición a los proyectos de producción de software; tomándose como campo de acción la medición de satisfacción del cliente en los proyectos de producción de software de la UCI.

Con esta investigación se pretende motivar y aumentar el uso de las métricas, apoyándose en la siguiente idea a defender: Contar con un conjunto de métricas que posibiliten conocer la satisfacción de los clientes, facilitará que los proyectos productivos de la UCI conozcan el estado de aceptación del software que desarrollan. Se plantea además la siguiente pregunta científica: ¿La utilización de un conjunto de métricas que permitan conocer la satisfacción del cliente para con los productos de software que se desarrollan en la UCI, posibilitará conocer el estado de satisfacción de sus clientes y de esta manera que puedan tomar medidas correctivas para mejorar la calidad de sus productos?

Donde se espera que la investigación arroje como resultado métricas para medir la satisfacción del cliente de los productos en la UCI.

Para alcanzar los objetivos se realizan varias tareas:



1. Revisar bibliografía existente sobre el tema tanto a nivel internacional, nacional como en la UCI.
2. Estudiar aplicaciones o propuestas sobre esta área, utilizadas para comprobar la satisfacción del cliente.
3. Realizar entrevistas a clientes, líderes de proyectos, directivos y personas con experiencia en el tema.
4. Hacer un análisis crítico y sintetizar la información obtenida.
5. Definir situación problemática, problema, objetivos, aportes teóricos y prácticos e impacto social.
6. Recopilar la información necesaria mediante encuestas a una muestra tomada del grupo de proyectos de la UCI.
7. Formular la propuesta a realizar.
8. Validar la propuesta de solución y arribar a conclusiones.
9. Exponer los resultados y las posibles recomendaciones sobre mejoras necesarias.
10. Redactar capítulos y epígrafes.

Para la realización de las tareas se emplearon los métodos científicos siguientes:

- *Métodos teóricos*: permiten estudiar las características del objeto de investigación que no son observables directamente.
- ✓ *Analítico – sintético*: A partir de un estudio detallado de las teorías, tendencias y documentos relacionados con el tema se pueden sintetizar los elementos más importantes y de mayor utilidad para el desarrollo del trabajo y en el momento de proponer una solución acertada.
- ✓ *Análisis histórico lógico*: Los métodos históricos analizan la trayectoria completa del fenómeno, revela las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales. Los métodos lógicos se basan en el estudio histórico del fenómeno, ponen



de manifiesto la lógica interna de su desarrollo, de su teoría y hallan el conocimiento más profundo de su esencia.

- *Métodos Empíricos:* Describen y explican las características fenómeno-lógicas del objeto, representan un nivel de la investigación cuyo contenido procede de la experiencia y es sometido a cierta elaboración racional.
- ✓ *Entrevista:* Es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos.
- ✓ *Encuesta:* Cuando la información que se realiza puede ser obtenida a partir de la respuesta que una persona o varias puedan dar a un cuestionario pre elaborado, y las mismas están dispuestas a colaborar con la investigación.
- ✓ *Medición:* Mediante este procedimiento se realizará un análisis estadístico con el objetivo de obtener datos cuantitativos acerca de la información obtenida a partir de encuestas aplicadas.



Capítulo 1. Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En la actualidad los términos calidad y métricas de software están siendo ampliamente difundidos y utilizados. La Empresa de Software Cubana, aún siendo joven, reúne sus esfuerzos para desarrollar software de calidad con los que pueda insertarse en el mercado mundial, uno de los puntos en los que se está incursionando es en la aplicación de métricas. En el presente capítulo se hace un análisis crítico de los conceptos relacionados con estos términos y todo lo referente a este tema en cuanto al estado del arte en el Mundo, y en Cuba, además se abordan los términos que sirven de soporte teórico a la investigación y que estarán presentes a lo largo de este Trabajo de Diploma.

1.2 ¿Qué es Calidad?

A nivel Internacional un producto de cualquier índole que salga al mercado, para que sea aceptado por los consumidores, debe de contar con una basta calidad que le ampare y garantice que sea comercializado y al mismo tiempo rentable para la empresa. La calidad depende en gran medida de la evaluación y criterio del público al que esté dirigido el producto o proceso en cuestión. Dependiendo de las necesidades y los objetivos a perseguir el término calidad estará en constante evolución.

Han sido muchos los departamentos de universidades, organismos de normalización o investigación, nacionales o internacionales, sociedades de profesionales, departamentos de defensa, departamentos de calidad y procesos de empresas los que han ido generando normas y estándares de calidad. Estas organizaciones estiman como entidades de mayor reconocimiento internacional, por sus méritos y trabajos realizados para la normalización, y reconocimiento de la Ingeniería del software a: ISO, IEEE y SEI.

- La Organización Internacional para la Estandarización o International Organization for Standardization (ISO), es una organización internacional no gubernamental que produce normas internacionales industriales y comerciales. Dichas normas se conocen como normas ISO.



- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos corresponde a las siglas de IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers), una asociación técnico-profesional mundial, dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la mayor asociación internacional formada por profesionales de las 3 nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos y electrónicos, ingenieros en sistemas e ingenieros en telecomunicación.
- El SEI es un centro de investigación y desarrollo sostenido por el Departamento de Defensa y operado por la Universidad Carnegie Mellon. El propósito principal de este instituto es ayudar a las empresas a buscar mejoras en cuanto a la ingeniería de software basadas en métricas.

La *calidad* ha sido definida de distintas maneras, por lo que se exponen algunas de estas:

Calidad (1): La Norma ISO 8402, define *Calidad* como la totalidad de las características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas. (1)

Calidad (2): El Diccionario de la Real Academia Española, conceptúa la *Calidad* como la "propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor", y es sinónimo de "buena calidad" la "superioridad o excelencia". (2)

El término *Calidad* lleva implícito una asociación de conceptos muy importantes para toda institución, los cuales la ISO 8402 distingue como sigue:

Sistema de Calidad: Conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos de la organización de una empresa, que ésta establece para garantizar que lo que ofrece cumple con las especificaciones establecidas previamente por la empresa y el cliente, asegurando una calidad continua a lo largo del tiempo.

Control de calidad: El control está dirigido al cumplimiento de requisitos no es más que un conjunto de actividades y técnicas operativas, utilizadas para verificar los requerimientos relativos a la calidad del producto o servicio.

Garantía de calidad: Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requerimientos dados sobre calidad, o sea, tiene como finalidad inspirar confianza en que se cumplirá el requisito pertinente.



Gestión de la calidad: La gestión de la calidad es un conjunto de actividades y medios necesarios para definir e implantar un sistema de la calidad, responsabilizarse de su control, aseguramiento y mejora continua. En este sentido, la gestión de la calidad en cualquier organización (y, por supuesto, en las dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software) cuenta con dos niveles de trabajo: *Nivel de entidad u organización* y *Nivel de proyecto*.

Mejora continua: Proceso estructurado para reducir los defectos en productos, servicios o procesos, utilizándose también para mejorar los resultados que no se consideran deficientes pero que, sin embargo, ofrecen una oportunidad de mejora. La Mejora continua tiene como objetivo aumentar la satisfacción del cliente y se logra proyecto a proyecto, paso a paso, es una actividad incesante. (3)

1.3 ¿Qué es Calidad de Software?

Desde la década del 70, el tema de la calidad en la esfera de la informática es uno de los problemas principales que se afrontan, este tema ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto con dos objetivos fundamentales:

- ¿Cómo obtener un software con calidad?
- ¿Cómo evaluar la calidad del software?

Ambas interrogantes conllevan amplias respuestas, pero están estrechamente ligadas con el concepto de la *calidad del software*, que es el resultado de la primera y la fuente de la segunda.

Calidad del Software: Conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. (4)

La calidad de software presenta diferentes aspectos: *Calidad Interna*, *Calidad Externa* y *Calidad en Uso*, los cuales se pueden representar conjuntamente con el ciclo de vida del software. Ver Figura 1.1.

- *Calidad Interna:* Medible a partir de las características intrínsecas, como el código fuente.
- *Calidad Externa:* Medible en el comportamiento del producto, como en una prueba.

- Calidad en Uso: Medible durante la utilización efectiva por parte del usuario. (5)



Figura 1.1. La Calidad en el ciclo de vida del software. (6)

La traducción de los requisitos de calidad a nivel del usuario hacia la calidad externa e interna representan un problema que el desarrollador debe resolver en cada proyecto. La especificación de requisitos de calidad externa e interna puede contener diversos errores si no se cuenta con el conocimiento y herramientas adecuadas para dicha actividad. Describir la calidad así como los requisitos del software es una actividad complicada.

La calidad del software es medible y varía de un sistema a otro o de un programa a otro. Un software elaborado para el control de naves espaciales debe ser confiable al nivel de "cero fallas"; un software hecho para ejecutarse una sola vez no requiere el mismo nivel de calidad; mientras que un producto de software para ser explotado durante un largo período (10 años o más), necesita ser confiable, mantenible y flexible para disminuir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de explotación.

La calidad del software puede medirse después de elaborado el producto. Pero esto puede resultar muy costoso si se detectan problemas derivados de imperfecciones en el diseño, por lo que es



imprescindible tener en cuenta tanto la obtención de la calidad como su control durante todas las etapas del ciclo de vida del software. (4)

Por esta razón se debe tener en consideración que la calidad no es una simple característica del software que se aprecia en el producto final, sino el resultado de los esfuerzos de todos los miembros del equipo durante todas las etapas del proceso de desarrollo del software (modelamiento del negocio, requerimiento, análisis y diseño, implementación, prueba, despliegue y mantenimiento). Por lo general se tiene en cuenta la satisfacción del cliente, la entrega oportuna, la importancia de las mediciones y métricas, así como el desarrollo de un proceso bien definido.

1.4 La Medición como elemento para lograr la calidad

La planificación de un proyecto infiere tener que obtener estimaciones del costo y esfuerzo humano, requerido por medio de las mediciones de software que se utilizan para recolectar los datos cualitativos acerca del software y sus procesos para aumentar su calidad; por este motivo la medición es muy utilizada en el mundo de la ingeniería. Se mide potencia de consumo, pesos, dimensiones físicas, temperaturas, voltajes y señales de ruidos por mencionar algunos aspectos.

La Familia ISO 9000-2000 establece la necesidad de implementar el proceso de medición con el objetivo de controlar la calidad del producto. Así mismo el Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI) creado por el SEI, incorpora un área de proceso denominada “Medición y Análisis”, cuyo objetivo es desarrollar y establecer una capacidad de medición que se pueda usar para dar soporte a las necesidades de información de la organización y que proporcionen resultados objetivos que sean útiles para la toma de decisiones y acciones correctivas.

Las técnicas basadas en mediciones proveen información necesaria para la toma de decisiones, en la *Figura 1.2* se ilustra esta afirmación.



Figura 1.2. Proceso para la utilización de técnicas basadas en mediciones.



Muchas veces se tiende a confundir los significados de *Medida* y *Medición*, dos conceptos muy relacionados entre sí pero que no son lo mismo, por la importancia de ello se mencionan:

Medida: Proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, cantidad, dimensiones, capacidad o tamaño de algunos atributos de un proceso o producto. (7)

Medición: Es el acto de determinar una medida. (7)

Existen varias razones para medir un producto: (8)

- Para indicar la calidad del producto.
- Para evaluar la productividad de las personas que desarrollan 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.

Las mediciones del mundo físico pueden englobarse en dos categorías: *Medidas Directas* y *Medidas Indirectas*. (8)

Medidas Directas: En el proceso de ingeniería se encuentran el costo, el esfuerzo aplicado, las líneas de código producidas, velocidad de ejecución, el tamaño de memoria y los defectos observados en un determinado período de tiempo.

Medidas Indirectas: Se encuentran la funcionalidad, calidad, complejidad, eficiencia, fiabilidad y facilidad de mantenimiento.

Mayormente en este campo de la Ingeniería de Software la medición se utiliza a través de métricas.



1.5 Métricas de Software

A escala mundial el empleo de las métricas es muy común en el mundo de la ingeniería, por lo que su uso es imprescindible para todas las grandes y pequeñas empresas productoras de software del planeta.

En la actualidad es de suma importancia que se realice una exhaustiva medición de la calidad del software, ya que partiendo de la premisa de que estos productos son cada vez más complejos y sofisticados y por ende, la calidad que se exige para los mismos, es cada vez mayor. Las métricas son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento.

Algunos conceptos de métricas se mencionan a continuación:

Métrica (1): Aplicación continua de mediciones basadas en técnicas para el proceso de desarrollo del software y sus productos para suministrar información relevante a tiempo, así el administrador junto con el empleo de estas técnicas mejorará el proceso y sus productos. (9)

Métrica (2): Es una medida efectuada sobre algún aspecto del sistema en desarrollo o del proceso empleado que permite, previa comparación con unos valores (medidas) de referencia, obtener conclusiones sobre el aspecto medido con el fin de adoptar las decisiones necesarias. La definición y aplicación de una métrica no es un objetivo en sí mismo sino un medio para controlar el desarrollo de un sistema de software. (10)

Métrica (3): El IEEE la define como una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado. (7)

Para la realización de esta investigación se considera *métrica* como: Una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo o varios atributos relacionados, obteniendo como resultado un indicador a llevar a análisis para la toma de decisiones.

Existen muchas formas de clasificar las métricas del software, distintas unas de otras.

Pressman clasifica el campo de las métricas en 6 categorías o grupos fundamentales: (11)



- Métricas técnicas: Se centran en las características del software por ejemplo: la complejidad lógica, el grado de modularidad. Mide la estructura del sistema, el cómo está hecho, es decir, están centradas en las características del software más que en su proceso de desarrollo.
- Métricas de calidad: Proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo voy a medir para que mi sistema se adapte a los requisitos que pide el cliente.
- Métricas de productividad: Referidas al rendimiento del proceso de desarrollo como función del esfuerzo aplicado. Se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería del software. Es decir qué tan productivo va a ser el software que voy a diseñar.
- Métricas orientadas al tamaño: Es para saber en qué tiempo voy a terminar el software y cuántas personas voy a necesitar. Son medidas directas al software y al proceso por el cual se desarrolla.
- Métricas orientadas a la función: Son medidas indirectas del software y del proceso por el cual se desarrolla. Las métricas orientadas a la función se centran en la funcionalidad o utilidad del programa.
- Métricas orientadas a la persona: Proporcionan medidas e información sobre la forma que la gente desarrolla el software de computadoras y sobre todo el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos. Son las medidas que voy a hacer de mi personal que hará el sistema.

La categoría de las métricas para medir la satisfacción de los clientes; que es fundamentalmente el tema que se indagará en esta investigación se encuentra dentro de la clasificación Métricas de Calidad, lo cual se abordará posteriormente.

1.6 ¿Por qué son importantes las métricas?

La importancia de las métricas radica en su posibilidad de establecer pronósticos y tendencias a partir de determinado número de variables e indicadores científicos para la toma de decisiones. Su valor no radica solamente en la posibilidad de obtener resultados cuantitativos que apoyen la toma de



decisiones en materia de política, científica-organización y administración, gestión de recursos, pronósticos, impacto y evaluación, sino en su capacidad para estudiar la ciencia a nivel general como fenómeno social con el apoyo de las matemáticas. Permite la identificación de leyes y regularidades que rigen la actividad científica mediante el análisis del tamaño, crecimiento y distribución de los documentos por una parte y el estudio de la dinámica de los grupos científicos por la otra.

Los estudios métricos ofrecen, desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa, soluciones a los problemas que enfrenta la sociedad de la información como son el volumen y el crecimiento de la información, la obsolescencia, la visibilidad o el impacto y facilitan la formación de redes de comunicación e intercambio, la identificación de los frentes de investigación más activos, a partir de la elaboración de mapas y otras herramientas.

Las métricas nos permiten planificar con mayor certeza y confiabilidad, discernir con mayor precisión las oportunidades de mejora de un proceso dado, así como analizar y explicar como han sucedido los hechos.

De una forma u otra el uso de métricas para medir los procesos del software, los productos y los recursos se aplican por las razones siguientes: (11)

- Caracterizar: Para comprender mejor los procesos, los productos, los recursos, los entornos y para establecer las líneas base para las comparaciones con evaluaciones futuras.
- Evaluar: Para determinar el estado con respecto al diseño. Las medidas permiten conocer cuándo los proyectos y procesos están perdiendo la pista, de modo que puedan ponerse bajo control. Además para valorar si se cumplen o no los objetivos de calidad trazados y para evaluar el impacto de la tecnología y las mejoras en los productos y procesos.
- Predecir: Para poder planificar. Los valores que se observan para algunos atributos pueden ser utilizados para predecir otros, lo que contribuye a establecer objetivos alcanzables para el coste, planificación, y calidad, de manera que se puedan aplicar los recursos apropiados, además permite analizar los riesgos y realizar intercambios diseño-coste.
- Mejorar: Se mide para mejorar cuando se recoge la información cuantitativa que ayuda a identificar obstáculos, problemas de raíz, ineficiencias y otras oportunidades para mejorar la calidad del producto y el rendimiento del proceso.



En gran parte de los desafíos técnicos, las métricas ayudan a evaluar y entender tanto el proceso técnico que se utiliza para desarrollar un producto, como el propio producto y de esta forma intentar aumentar su calidad.

La mejora de procesos es una práctica transversal en toda organización, donde la participación de las métricas es fundamental, y con ellas también lo son los indicadores, utilizados para evaluarlas formando parte de la toma de decisiones.

1.7 ¿Qué son los Indicadores?

El término "*Indicador*" en el lenguaje común, se refiere a datos esencialmente cuantitativos, que permiten darse cuenta de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Los Indicadores pueden ser números, medidas, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Los indicadores deberán reflejar adecuadamente la naturaleza, peculiaridades y nexos de los procesos que se originan en la actividad económica-productiva, sus resultados, gastos, entre otros, y caracterizarse por ser estables y comprensibles.

Según la ISO 15939 un *indicador* es: Una medida que proporciona una evaluación o estimación de determinados atributos derivados de un modelo con respecto a las necesidades de información definidas. Los indicadores son la base para el análisis y la toma de decisiones. Se trata de lo que debería ser presentado a los usuarios de la medición. (12)

Existen varios tipos de indicadores: (13)

- Indicadores cuantitativos: Son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades.
- Indicadores cualitativos: Son los que se refieren a cualidades. Se trata de aspectos que no son cuantificados directamente. Se trata de opiniones, percepciones o juicio de parte de la gente sobre algo.
- Indicadores directos: Son aquellos que permiten una dirección directa del fenómeno.



- Indicadores indirectos: Cuando no se puede medir de manera directa la condición económica, se recurre a indicadores sustitutos o conjuntos de indicadores relativos al fenómeno que interesan medir o sistematizar.
- Indicadores positivos: Son aquellos en los cuales si se incrementa su valor estarían indicando un avance hacia la equidad.
- Indicador negativo: Son aquellos en los cuales si su valor se incrementa estarían indicando un retroceso hacia la inequidad.

Los principales beneficios que lleva consigo la utilización de los indicadores son:

- Permite medir cambios en condiciones o situaciones a través del tiempo.
- Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones.
- Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.
- Son instrumentos valiosos para orientar cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

Todas las actividades pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones son indicadores para monitorear productos, así se asegura que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de un proceso frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. El comportamiento y desempeño de estos procesos, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

En líneas generales, tomar una decisión implica:

- Definir el propósito: ¿Qué es exactamente lo que se debe decidir?
- Listar las opciones disponibles: ¿Cuáles son las posibles alternativas?
- Evaluar las opciones: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cada una?
- Escoger entre las opciones disponibles: ¿Cuál de las opciones es la mejor?

- Convertir la opción seleccionada en acción.

Para trabajar con los indicadores debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la de toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual dan cuenta.

El procedimiento para obtener los indicadores comienza desde el momento en punto que se decide qué es lo que se quiere medir y dónde. Teniendo en cuenta que se mide desde el proceso de Ingeniería de Software, el producto y/o el proyecto, el primer paso es obtener las medidas que sean necesarias y alcanzar así una base de información o repositorio que va a contener todas estas medidas, las cuales relacionadas conformarán métricas que luego de su cálculo proporcionarán indicadores a evaluar para la toma de decisiones futuras. *Ver Figura 1.3.*

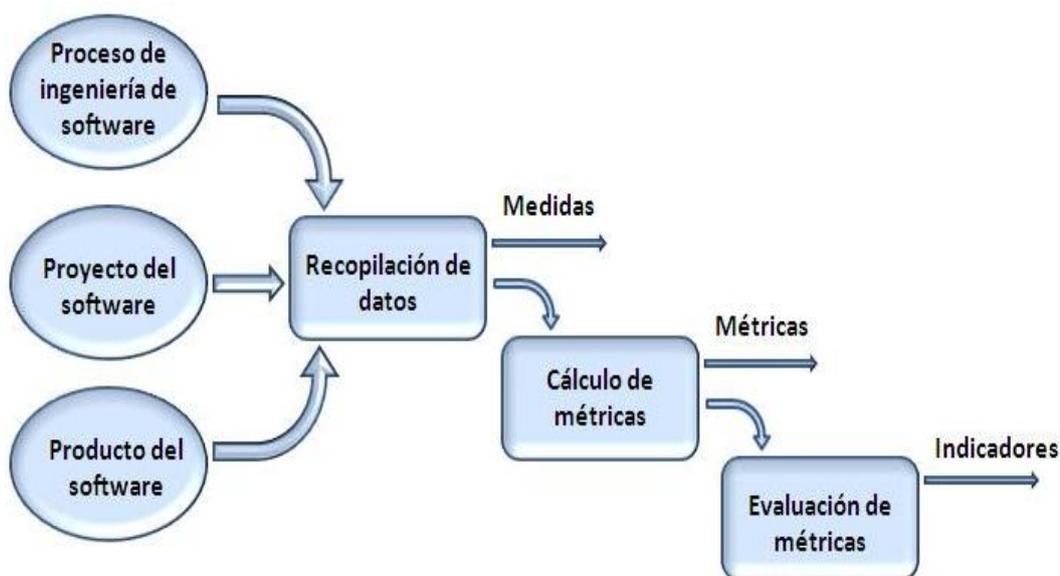


Figura 1.3. Proceso esencial de Medición de Software.

Los indicadores son el último punto a tratar referente al proceso de medición, es decir con ellos se hará una comparación de los valores obtenidos por las métricas y que tiene como objetivo caracterizar, evaluar o emitir el estado en que se encuentra el producto o proceso en cuestión.



1.8 Uso de métricas de software en el mundo

El uso de las métricas se ha estado poniendo en práctica con éxito en el amplio mercado del software pues las empresas productoras están reconociendo la importancia que tienen las mediciones para cuantificar y por consiguiente gestionar de forma más efectiva la calidad de los procesos y productos de software. En empresas que se dedican exclusivamente a la informática, se tiene noción de la necesidad de formalizar los mecanismos de estimación, comprendiendo que los registros históricos de antiguos proyectos realizados pueden ayudar a estimar con mayor exactitud el esfuerzo, tiempo de desarrollo, costo, posibles errores, recursos y tamaño para los nuevos proyectos. Es válido aclarar que en ocasiones los resultados de los procesos de medición no son interpretados de la mejor manera, pues aún existen compañías que no tienen una cultura adecuada sobre la medición, desconociendo el alcance de madurez y calidad que pudiera alcanzar el producto final.

Algunas de las métricas de software que se emplean más a menudo o han sido consideradas mundialmente como las métricas de software clásicas, están dadas por: (14)

- Métricas de tamaño.
- Métricas de esfuerzo de desarrollo.
- Métricas de calidad.
- Métricas de corrección
- Métricas de defectos.
- Métricas de calidad de mantenimiento.
- Métricas de integridad.
- Métricas de facilidad de uso.

Por otra parte, las métricas de valor han estado tomando auge en el mundo empresarial. Una investigación realizada a multinacionales reconocidas como: Microsoft, IBM, Coca-Cola, American Express, y otras, además de empresas españolas tales como: Telefónica, Repsol, Valenciana de Cementos, Tabacalera, entre otras; consultadas a través de un cuestionario y de entrevistas personales, arrojó como resultado que la mayoría emplean una métrica de valor basada en el beneficio contable, que consideran apropiada y emplean de manera consistente. Lo que les ha proporcionado una considerable ayuda para: establecer objetivos individuales claros, obtener criterios para la



asignación de recursos, conseguir una comunicación homogénea así como emplearlas en decisiones de valoración.

Un país con gran prestigio en el mercado del software es la India, y en la última década en el sector de las tecnologías de la información (TI) ha tenido un crecimiento promedio de 50%. Evidentemente es resultado de la exportación de software de calidad, pues de las 32 empresas certificadas en el mundo con un nivel 5 de CMMI, 16 son de la India, lo que indica entre otras cosas que implementan las métricas que le permiten alcanzar dicha certificación, independientemente de esto las empresas, entidades u organizaciones a nivel mundial dedicadas al desarrollo de software no cuentan con una basta cultura en relación a las métricas. En una encuesta realizada en el 2006 sobre el nivel de conocimiento en el tema, en el sitio Web www.CalidaddelSoftware.com integrado por más de 900 miembros de los cuales el 83% son de España y 14% de Iberoamérica, cuyo objetivo es mantener en contacto a personas y organizaciones interesadas en la Calidad y la Mejora del Proceso Software, se preguntó: ¿Sobre qué cree que hay mayor carencia de conocimientos? El mayor porcentaje de votos entre las nueve áreas propuestas fue para la respuesta estimación y métricas con un 26.84%.

1.8.1 Uso de métricas de software en Cuba

En Cuba algunas de las métricas de software que se emplean están basadas en las reconocidas y más usadas a nivel mundial.

Investigaciones en el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (ISPJAE) han trabajado sobre propuestas para la utilización de métricas para evaluar el cumplimiento de algunas de las metas en las organizaciones, vinculadas específicamente con las revisiones algunas de las métricas utilizadas para esto son: Esfuerzo promedio por líneas de código fuente (EPL), Eficiencia del inspector en la fase de preparación (EIP), entre otras.

Otra de las investigaciones que se han realizado en el país se llevo a cabo en el Centro de Estudios de la Electrónica y Tecnologías de la Información (CEETI) de La Universidad Central de las Villas (UCLV), esta estuvo relacionada con las técnicas de diagnóstico mediante imágenes óseas en Medicina Nuclear (MN), que consiste en la determinación de alteraciones de patrones normales. Lo anterior implica la necesidad de asegurar la calidad de la imagen, puesto que la misma pudiera verse comprometida por efectos indeseables como el ruido que disminuyen su validez y que no se relacionan



con sitios de patologías reales de los pacientes; evitando así que se tomen decisiones erróneas. Para esto se utilizaron métricas cuantitativas de calidad de imagen, mediante las cuales se obtuvieron buenos resultados.

El empleo de métricas infiere trabajar con datos y estadísticas que por su gran volumen y cálculos matemáticos (sencillos o complejos en algunos casos) se utilizan herramientas definidas para facilitar el uso de las mismas.

1.9 Herramientas para el manejo de métricas

Para darle solución a muchos de los problemas o errores que se pueden ocasionar en el transcurso o después de finalizado el producto se deben de emplear métricas de elevada calidad así como modelos y herramientas muy bien definidos para garantizar que el software sea de excelente calidad. Con el propósito de lograr este objetivo, el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM), implementado por el SEI, lanzó dos procesos que se deben de tomar en cuenta hoy día en cualquier desarrollo de software, ellos son: (1) Personal Software Process (PSP) y (2) Team Software Process (TSP), que fueron desarrollados por Watts S. Humphrey.

1- Proceso Personal de Software (PSP).

El Proceso Personal de Software fue diseñado para ayudar a los ingenieros de Software a implementar bien su trabajo. Expone cómo aplicar métodos avanzados a sus tareas diarias. Proporciona métodos detallados de planificación y estimación, muestra a los ingenieros cómo controlar su rendimiento frente a estos planes y explica cómo los procesos definidos guían su trabajo. (15)

Puede ser usado como una guía a un acercamiento disciplinado y estructurado al software que se desarrolla. Anima a ingenieros a cuantitativamente determinar modos de mejorar su proceso.

Los ingenieros que usan el PSP para desarrollar el software siguen procesos definidos y recogen métricas detalladas durante el tiempo requerido para producir un producto, los defectos que fueron inyectados y quitados en varias etapas en el desarrollo, y el tamaño del producto final. Estas métricas entonces son analizadas usando herramientas estadísticas, permitiendo producir estimaciones sumamente exactas, basadas en datos históricos, el progreso de pista y la calidad de un proyecto en curso, predice impactos de lista (programa), y predice la calidad de un producto de software terminado.



El PSP es un requisito previo para una organización que planifica introducir el TSP.

2- Proceso de Software del Equipo (TSP).

TSP está diseñado para ayudar a controlar, administrar y mejorar la forma en que trabaja un equipo de software. Tiene como objetivo construir y sostener un entorno de equipos que trabajen de manera cohesionada. Estos equipos deben atender las necesidades del negocio, mejorar la calidad, y reducir los costes y tiempos.

El propósito del TSP, es ayudar a los miembros de un equipo de software a formar el equipo, establecer sus relaciones de trabajo, determinar los roles de los miembros, ponerse de acuerdo en las metas del equipo y las metas y funciones de cada uno de sus miembros. Por otra parte ayuda a los miembros del equipo a ser cooperativos y a lograr un trabajo personal disciplinado, de forma tal que planifique y le dé seguimiento a su propio trabajo y sobre la base de producir productos con calidad; siempre orientados a alcanzar las metas del equipo. (16)

PSP y TSP fueron diseñados para soportar los objetivos del Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI) en los niveles individuales y de equipo de proyecto respectivamente, casi siempre son usados juntos en un proyecto y las actividades de “medición y análisis” son fundamentales para ambos. (17)

1.9.1 Consola de Procesos

La Consola de Procesos (Process Dashboard) es un instrumento poderoso y flexible para la automatización de procesos de software. Automatiza y simplifica la colección de métricas y sus análisis, facilita el uso de procesos de madurez alta como el PSP y el TSP. Este software fue distribuido y desarrollado libremente, es decir bajo los términos de código abierto (open source).

Tanto el PSP como el TSP requieren la colección y el análisis de métricas a un nivel bastante granulado. Una vez que los datos sean recolectados los análisis estadísticos permitirán una mejora asombrosa del planeamiento, seguimiento, predicción y control de productos de software y proyectos.

Esta colección de métricas y procesos de análisis no son triviales. En cualquier proyecto real, tener una herramienta de soporte de PSP y TSP puede ocasionar importantes consideraciones.



La Consola de Procesos utiliza un navegador web para manipular todo el volumen de entrada de datos y reportes, en este los diferentes diagramas y gráficos son mostrados.

Cada organización es diferente, y los equipos de madurez alta tienen necesidades que se diferencian de sus instrumentos de apoyo métrico. La Consola de Procesos se esfuerza en encontrar estas necesidades ofreciendo un alto grado de solución para apoyar procesos diferentes.

1.9.2 Práctica de Software y Sistemas de Medición (PSM)

Práctica de Software y Sistemas de Medición fue desarrollada para cumplir con el software de hoy, técnica del sistema y los problemas de la administración. En él se describe la información impulsada por el proceso de medición que se ocupará de la única técnica y objetivos de negocio de su organización. La orientación en el PSM representa las mejores prácticas de medición utilizadas por los profesionales en el software y sistema de adquisición e ingenierías.

PSM trata la medición como un proceso flexible, no es pre-definida de gráficos o informes. El proceso se ha adaptado para hacer frente a la utilización de programas específicos y las necesidades de información, los objetivos y limitaciones de cada programa. El PSM, proceso de medición se define por un conjunto de nueve mejores prácticas, llamado principios de medición. (18)

- Emplear acciones y objetivos para dirigir los requisitos de medición.
- Definir y recopilar medidas basadas en los procesos técnicos y de administración.
- Recopilar y analizar datos detallados para identificar y aislar los problemas.
- Implementar una capacidad de análisis independiente.
- Usar un proceso de análisis sistemático para supervisar las medidas utilizadas en la toma de decisiones.
- Interpretar los resultados de medición en el contexto de la información de otros proyectos.
- Integrar la medición en el proceso de gestión del proyecto durante todo su ciclo de vida.
- Emplear el proceso de medición como una base para una comunicación objetiva.



- Enfocarse inicialmente en el análisis al nivel del proyecto.

PSM integra los requisitos de medición en el software y el sistema del proveedor. El conjunto de medición se adapta para cada programa garantizando que el proceso de medición no sólo sea rentable, sino también que las medidas sean significativas y proporcionar resultados utilizables. Define una información basada en análisis de enfoque que ayuda al director de un proyecto con conocimiento de software y sistema de decisiones. El enfoque de análisis incorpora el uso de múltiples medidas de datos para identificar y evaluar las necesidades de información, incluidas las cuestiones, los riesgos y problemas. Ofrece una base para la gestión de la empresa. Está diseñado para ayudar a poner en práctica la medición a nivel de proyecto, proporcionando los datos necesarios para hacer frente a la empresa a nivel de rendimiento y mejora de procesos. (18)

1.9.3 Microsoft Excel

Excel es un programa que permite la manipulación de libros y hojas de cálculo. En esta herramienta, un libro es el archivo en que se trabaja y donde se almacenan los datos. Como cada libro puede contener varias hojas, pueden organizarse varios tipos de información relacionada en un único archivo. Excel ofrece confianza para trabajar con hojas de cálculo, ya que facilita el conocimiento de las funciones existentes a la vez que proporciona una mayor inteligencia para garantizar a los usuarios que no están cometiendo errores. Uno de los principales objetivos de diseño es ofrecer las herramientas necesarias para lograr una mayor productividad lo que es aprovechado por los profesionales en su labor de administrar información de negocios. Se centra en hacer que la ejecución de las tareas habituales resulte más sencilla e intuitiva.

Es el más popular de los programas que manejan libros y hojas de cálculo, se estima que esta presente en casi todas las PC del mundo. Por ello la compañía que lo desarrolla (Microsoft) ha venido mejorando las características y el desempeño de este conocido programa.

Su función primaria es realizar operaciones matemáticas de la misma manera que trabaja la más potente calculadora, pero también la de computar complejas interrelaciones y ordenar y presentar en forma de gráfico los resultados obtenidos. Permite colocar, buscar datos, mapas, comentarios, sonidos, documentos, presentaciones, páginas Web así como insertar bloques de texto e imágenes.



En Excel puede crearse una amplia diversidad de fórmulas, desde las que ejecutan una simple operación aritmética hasta las que analizan un modelo complejo de estas. Contiene funciones predefinidas que ejecutan operaciones simples o complejas.

Por todas las funcionalidades y facilidades de trabajo que ofrece esta herramienta, se seleccionó para el procesamiento provisional de información vital utilizada para la confección de este trabajo investigativo.

1.10 Métricas para determinar la satisfacción de los clientes

Dentro de las muchas variedades de métricas que existen, vale la pena destacar las utilizadas para medir la satisfacción de los clientes, pues el crecimiento continuo del software, trae consigo el aumento de la demanda, y las empresas proveedoras de soluciones informáticas en su afán de cumplir con las mismas, a veces pasan por alto temas elementales como satisfacer al destinatario de sus productos, por lo que se impone la necesidad de trabajar sobre los aspectos referentes a la satisfacción de los clientes que finalmente trabajarán con dichos productos. En este sentido se considera adecuado plantear la necesidad de obtener medidas que evalúen la calidad de los productos de software y de esta manera poder conocer el nivel de satisfacción que puedan tener los consumidores finales de cada uno de éstos; ya que sobre la opinión que ellos pudieran tener sobre el trabajo se podría mejorar el resultado final de cada uno de los software, evitando así cometer los mismos errores y las deficiencias que pudieran haber existido, este sería el eslabón principal para ayudar a perfeccionar aún más el trabajo de los informáticos.

Medir la satisfacción del cliente es una herramienta que orienta las decisiones, pero a pesar de que dar satisfacción al cliente suele ser la razón de ser de muchas empresas, es común que no se mida. (19)

Philip Kotler, define la *satisfacción del cliente* como: "El nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas". (20)

Al medir la satisfacción, se debe estar consciente de que conseguir metas planteadas al interior, no implica forzosamente que el cliente las perciba. Las acciones que surgen al medir la satisfacción del cliente, a menudo requieren apoyarse en un plan de comunicación de lo que la empresa está realizando.



Una de las métricas más simples para medir la satisfacción de los clientes en un sitio web es la “Tarifa de éxito” al realizar una tarea representativa (la cual se incluye entre la categoría: “Métricas de Éxito”). Es una métrica rústica pero es fácil de recolectar y constituye una estadística reveladora. Tarea terminada tiene peso 1, tarea a medio terminar tiene peso 0.5 y no realizada 0. (21)

$$\text{Éxito} = (\text{n}^\circ \text{ tareas terminadas} + (\text{n}^\circ \text{ de medias } 0.5)) 100 / \text{n}^\circ \text{ total de tareas}$$

Entre otras categorías de métricas para uso de sitios web están: (21)

- Métricas de usabilidad sobre contenido del sitio (Lectura).
- Métricas de confiabilidad.
- Métricas de contenido.
- Métricas y heurísticas de funcionalidad.
- Métricas de eficiencia.
- Métricas de eficacia.

La Norma ISO 9126 es un estándar internacional para la evaluación del software, el cual clasifica la calidad del software en seis características fundamentales, estructuradas a su vez en subcaracterísticas. Estas son: la funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenimiento y movilidad; de las cuales se explican distintas métricas para cada una de ellas. Algunos ejemplos de esto son:

- *Plenitud de la implementación funcional*: Propone medir cuán completa ha sido la implementación y su conformidad con la especificación de requisitos. Se mide por medio de la ecuación $X = 1 - A / B$, de donde **A** es el número de funciones perdidas detectadas en la evaluación y **B** el número de funciones descritas en especificación de requisitos.
- *Erradicación de fallos*: Propone medir cuántos fallos han sido corregidos y se mide a través de la fórmula $1) X = A1 / A2$, de donde **A1** es el número de fallos solucionados y **A2** número total de fallos reales detectados.
- *Tiempo medio entre fallos totales*: Propone medir cuán frecuentemente el software fracasa en



su operación. Es calculado por las ecuaciones 1) $X = T1 / A$, donde **T1** es el tiempo de operación y **A** el número total de fallos realmente detectados ocurridos durante el tiempo de operación observado y 2) $Y = T2 / A$, de donde **T2** representa la suma de los intervalos de tiempo entre los fallos totales consecutivos producidos.

- *Conformidad con la funcionalidad:* Propone medir cuán conforme es la funcionalidad del producto con las regulaciones aplicables, las normas y otras convenciones. Se mide por medio de la ecuación $X = 1 - A / B$, de donde **A** es el número de elementos que, según la especificación requieren estar en conformidad que no han sido implementados durante las pruebas y **B** es el número total de elementos que, en cuanto a la funcionalidad, requieren estar en conformidad según la especificación de requisitos.
- *Adecuación funcional:* Propone medir cuán adecuada es la función evaluada y se mide por la fórmula $X = 1 - A / B$, de donde **A** representa el número de funciones en las cuales se detectaron problemas en la evaluación y **B** el número de funciones evaluadas.
- *Exactitud esperada:* Propone medir si existen diferencias entre los resultados actuales y los razonablemente esperados. Se calcula por $X = A / T$, donde **A** es el número de casos encontrados con diferencias entre los resultados razonablemente esperados y aquellos resultantes más allá de lo permisible y **T** tiempo de operación.

En la UCI, una universidad que a pesar de ser muy joven se ha ganado un lugar en la Industria Cubana del Software y que poco a poco ha ido organizando sus procesos productivos, que sin descuidar la docencia se mantiene vinculada a la producción de software y que tiene a importantes empresas y a varios países entre sus clientes principales, se carece de un conjunto de métricas que permitan conocer si los clientes están satisfechos con el trabajo realizado. Debido a la ausencia de las mismas se propone en este trabajo de diploma definir un conjunto de métricas para medir la satisfacción del cliente de los productos en la UCI.

1.11 Métricas y satisfacción del cliente. Importancia

A lo largo de la última década, todas las corrientes de opinión, referentes a los estándares de Gestión y Excelencia Empresarial, han defendido la necesidad de situar la satisfacción del cliente en el centro de las operaciones de toda organización. Como resultado de estos esfuerzos, hoy en día, son numerosas



las organizaciones (públicas y privadas) que efectúan mediciones continuas del nivel de satisfacción y fidelidad del cliente. (22)

Existen un conjunto de métricas que han surgido con el fin de conocer la satisfacción de los usuarios finales, estas son de enorme importancia debido a que a través de la información que se obtiene de ellas se conoce el nivel de satisfacción de los clientes, pudiéndose utilizar este dato por los desarrolladores para tratar de elevar ese nivel, lo que trae consigo una serie de grandes beneficios, entre ellos se pueden destacar:

- Tanto los costos de mantenimiento, diseño y rediseño de la web, se reducen.
- La empresa o institución obtiene como beneficio la lealtad de sus clientes y por ende, la posibilidad de venderle el mismo u otros productos adicionales en el futuro.
- Se contaría con una difusión gratuita que el cliente satisfecho realiza a sus familiares, amistades y conocidos.
- Mejora de la imagen de la organización conquistando un determinado lugar (participación) en el mercado.
- Aumento del número de visitantes que se convierten en clientes.

No cabe duda, que el tener clientes complacidos o plenamente satisfechos es uno de los factores claves para alcanzar el éxito en los negocios. Para ello, una empresa necesita determinar si sus clientes están satisfechos realizando mediciones a través de métricas.

1.12 Conclusiones parciales

En los últimos años la Industria del Software en Cuba ha tenido un desarrollo creciente y está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos nacional, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del considerable capital humano disponible. La preparación de estos recursos humanos especializados para las TIC es un factor clave de la estrategia cubana de Informatización.



Debido a esto, se ha elevado la preocupación de todos los especialistas relacionados con los temas de calidad en relación a la utilización de métricas, visto que una gran parte de ellos no cuentan con la cultura y conocimiento adecuado para desarrollar trabajos que ayuden a identificar posibles problemas o ineficiencias, ya que estos son algunos de los factores que influyen negativamente en la calidad del software. Además de que les impide reconocer oportunidades de mejora.

La utilización de mediciones permiten analizar, evaluar, predecir y mejorar los procesos y productos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y la evaluación del estado en que se encuentran los objetivos fijados y ayudar a mantener el control de los procesos y productos durante el desarrollo del software.

El desarrollo de este capítulo ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- La Calidad es un factor determinante para lograr el éxito en la Industria de Software.
- Las métricas de software contribuyen al control, seguimiento y mejora de la calidad del proceso de desarrollo de software.
- Las métricas para determinar la satisfacción de los clientes son una herramienta fundamental para proporcionar información que puede ser utilizada en la mejora de la calidad de los productos.



Capítulo 2. Propuesta de Solución

2.1 Introducción

En este capítulo se hace un análisis de la situación actual de los proyectos de software que se desarrollan en la Universidad de Las Ciencias Informáticas, donde se introduce con los resultados de las encuestas aplicadas. Se analizará la frecuencia en la que se debe medir la satisfacción a los clientes, validando su avance y atención después de entregado el producto. Además se hará un análisis matemático de los resultados obtenidos a partir de encuestas realizadas a los líderes de proyectos, con el objetivo de definir los principales problemas en cuanto a la utilización de estas métricas. Para esto se utilizará la herramienta Excel facilitando las operaciones de cálculos y representaciones gráficas. El capítulo concluye con la propuesta de un conjunto de métricas que podrán aplicarse en los actuales proyectos productivos y en los venideros.

2.2 Estructura de calidad de la UCI

La Universidad de las Ciencias Informáticas, ha explotado con éxito los medios, herramientas y capital humano disponibles, por lo que la producción de software se ha incrementado velozmente. Esta actividad productiva necesita de la aplicación de normativas de calidad que respalden los productos desarrollados, estableciéndose un fuerte estudio acerca de este proceso. Por medio de esta situación se creó un grupo que atiende la Calidad de Software por cada una de las 10 facultades dedicadas a distintas ramas de la informática: salud, educación, realidad virtual, entre otras con las que cuenta la UCI, siendo dirigidos a nivel central por otro equipo de más experiencia. *Ver Figura 4.*

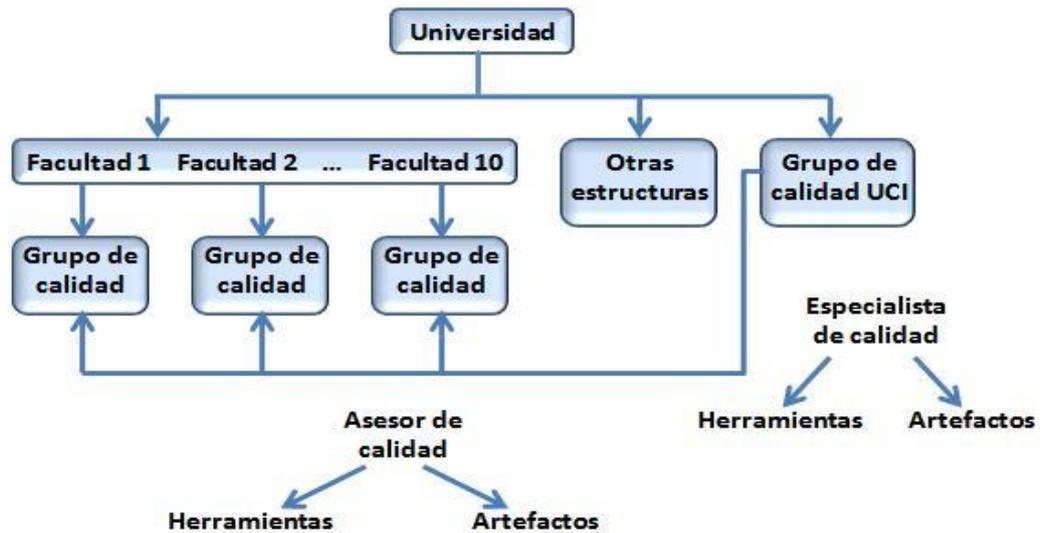


Figura 2.1. Estructura del Control de Calidad de Software en la UCI.

Para asegurar que los productos que se entregan cumplen los objetivos definidos en el proyecto, se recurre a la medición como un elemento clave en toda disciplina de ingeniería bien establecida, ya que esta se ha convertido en una herramienta primaria para los administradores de software y de sistemas de ingeniería.

La mayoría de los desarrolladores de software en la UCI todavía no miden, a pesar, de que las mediciones pueden ayudar a lograr que el trabajo cada día sea mejor y con una mayor calidad. El desconocimiento de las métricas por parte del equipo de trabajo hace que establezcan un rechazo hacia ellas. Entrevistas realizadas demuestran que casi todos los desarrolladores piensan que solo realizando las pruebas de caja negra y caja blanca obtienen un producto de calidad, emitiendo observaciones y sugerencias en cada uno de los errores encontrados hasta llegar al punto donde ocurre el error dando poca importancia a las métricas que dan una medida cuantitativa de la calidad que presenta el producto.

2.3 ¿Cómo deben ser las Encuestas para medir la satisfacción de los clientes?

El cumplimiento o realización de una necesidad, deseo o gusto, se define conceptualmente como satisfacción, lo cual representado en el ámbito de investigación de mercados, se podría plantear como una pregunta en términos de si se ha cumplido o no, en mayor o menor grado, la necesidad, el deseo o



gusto que dio origen a una compra determinada. Una de las tantas formas que se tiene de conocer dicha satisfacción es la aplicación de encuestas, capaces de arrojar resultados que con la utilización de métricas llevan a un análisis estadístico para evaluar este término.

Las encuestas de satisfacción del cliente constituyen una buena manera de obtener información precisa acerca de si su empresa ha logrado satisfacer las expectativas de sus clientes, qué tan bien se ha desempeñado su empresa frente a sus competidores y de qué manera podrían mejorarse los procesos de su empresa para satisfacer mejor las necesidades de sus clientes.

Para llevar a cabo una encuesta de satisfacción de clientes exitosa, el diseño de la misma debe ser tal que brinde a los clientes el tiempo y las ganas de responderla, y que además suministre la clase de información que realmente va a ayudar a mejorar el rendimiento.

Las encuestas no deben ser muy cargadas debido a que no todos los clientes cuentan con el tiempo necesario para responder los cuestionarios aun estando dispuestos a colaborar. El encuestador debe ser alguien ajeno a la relación con el cliente para que este no tema a represalias, ya que pueden considerar que sus respuestas sean analizadas por la persona que lo atiende, además debe manifestar total interés para que desaparezcan conjeturas que pudieran tener los clientes acerca de que su opinión no será tomada en cuenta. El cuestionario conviene que sea legible, sin ambigüedades, con preguntas claras, concretas y específicas, para asegurar que este sea contestado adecuadamente.

Para medir la satisfacción del cliente, primero se debe tener en cuenta que el cliente evalúa varios aspectos (indicadores) respecto al servicio que recibe de una empresa, por lo que entonces al medir su satisfacción no se puede llevar a cabo solo con una pregunta como: (23)

El servicio que recibió fue:

- Pésimo
- Malo
- Regular
- Bueno
- Excelente

Después de recibir el producto el cliente se encuentra:



- Muy insatisfecho
- Insatisfecho
- Satisfecho
- Muy Satisfecho

Si el cliente considera varios indicadores (toma en cuenta 5 distintos: Tangibles, Cumplimiento de Expectativas, Actitud del personal, Habilidades del personal y Empatía) para evaluar la calidad en el producto o servicio que recibe, entonces se debe buscar medir varios (o todos si así se desea) aspectos de estos, de no ser así, la medición no será muy útil para tomar acciones de mejora, porque no representará la realidad de la opinión del cliente en cuestión.

Luego de todo el proceso de aplicación de un conjunto de encuestas, es necesario que se apliquen métricas para extraerle resultados significativos, los cuales brindaran en su conjunto una gran gama de estadísticas que se podrán utilizar en la toma de decisiones para la mejora del producto.

2.4 Método estadístico para el procesamiento de información

La Estadística es mucho más que sólo números apilados y gráficas bonitas. Es una ciencia con tanta antigüedad como la escritura, y es por sí misma auxiliar de todas las demás ciencias. Los mercados, la medicina, los gobiernos y la ingeniería, se nombran entre los más destacados clientes de ésta. La ausencia de ésta conllevaría a un caos generalizado, dejando a los administradores y ejecutivos sin información vital a la hora de tomar decisiones en tiempos de incertidumbre.

La Estadística que se conoce hoy día debe gran parte de su realización a los trabajos matemáticos de aquellos hombres que desarrollaron la teoría de las probabilidades, con la cual se adhirió la Estadística a las ciencias formales.

Cuando coloquialmente se habla de estadística, se suele pensar en una relación de datos numéricos presentada de forma ordenada y sistemática. Esta idea es la consecuencia del concepto popular que existe sobre el término y que cada vez está más extendido debido a la influencia de nuestro entorno, ya que hoy día es casi imposible que cualquier medio de difusión, periódico, radio, televisión y otros, no aborden a las personas diariamente con cualquier tipo de información estadística sobre accidentes



de tráfico, índices de crecimiento de población, turismo, tendencias políticas, resultados deportivos, entre otros aspectos.

Sólo cuando se adentra en un mundo más específico como es el campo de la investigación en Ingenierías, Deportes, Ciencias Sociales, Medicina, Biología, Psicología y otros, se empieza a percibir que la Estadística no sólo es algo más, sino que se convierte en la única herramienta que, hoy por hoy, permite dar luz y obtener resultados, y por tanto beneficios en cualquier tipo de estudio cuyos movimientos y relaciones, por su variabilidad intrínseca, no puedan ser abordadas desde la perspectiva de las leyes deterministas. Se podría, desde un punto de vista más amplio, definir *la estadística* como la ciencia que estudia cómo debe emplearse la información y cómo dar una guía de acción en situaciones prácticas que entrañan incertidumbre. (24)

La estadística utiliza datos para conseguir comprensión sobre un fenómeno. Básicamente, esta comprensión es una consecuencia de la combinación entre conocimientos previos sobre el fenómeno y nuestra capacidad para utilizar gráficos y cálculos para extraer información de los datos.

Para aplicar la estadística es fundamental conocer los siguientes conceptos: (24)

- *Población*: Colección de individuos o elementos que presentan el objeto de interés (seres vivos o inanimados).
- *Censo*: Observación y estudio de todos los elementos que componen la población.
- *Muestra*: Cualquier subconjunto de la población.
- *Muestreo*: Procedimiento mediante el cuál se extrae una muestra.
- *Característica*: Es el signo o detalle que interesa observar en la población.

En general se podía decir que las pruebas estadísticas resuelven problemas en tres grandes tipos de situaciones: (25)

- a) Cuando se trata de resumir o describir un conjunto de datos. Estadística descriptiva.
- b) Cuando se conoce o estima alguna característica de las poblaciones o situaciones de donde proceden nuestros datos muestrales. Técnicas de Estimación.



- c) Finalmente cuando se trata de decidir entre dos opciones o hipótesis de trabajo. Se analiza la información muestral mediante técnicas de contraste de hipótesis (pruebas estadísticas) decidiendo que hipótesis es la más compatible con los datos experimentales.

La Estadística se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los *datos*, siempre y cuando la variabilidad e *incertidumbre* sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar *inferencias* a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de *decisiones* y en su caso formular *predicciones*. (24)

De la gran variedad de métodos estadísticos se utilizó en este trabajo la *Estadística descriptiva*.

2.4.1 Estadística descriptiva

La Estadística Descriptiva se ocupa de la descripción de datos experimentales, donde los datos son ordenados, resumidos y clasificados con objeto de tener una visión más precisa y conjunta de las observaciones. También están entre los objetivos de la Estadística Descriptiva el presentarlos de tal modo que permitan sugerir o aventurar cuestiones a analizar en mayor profundidad, así como estudiar si pueden mantenerse algunas suposiciones necesarias en determinadas inferencias como la de simetría y normalidad, tratando de extraer conclusiones sobre el comportamiento de estas variables.

La Estadística descriptiva describe, analiza y representa un grupo de datos utilizando métodos numéricos y gráficos que resumen y presentan la información contenida en ellos. (24)

Este método estadístico utiliza para facilitar un mayor entendimiento varios tipos de gráficos (algunos de los cuales son utilizados en esta investigación): (24)

- *Diagramas de Barras*: Se representa en el eje de ordenadas las Clases y en el eje de las abscisas las frecuencias absolutas, o bien las frecuencias relativas.
- *Diagramas de sectores* (también llamados *tartas*): Se divide un círculo en tantas porciones como clases existan, de modo que a cada clase le corresponde un arco de círculo proporcional a su frecuencia absoluta o relativa.
- *Histograma*: Se construye a partir de la tabla estadística, representando sobre cada intervalo, un rectángulo que tiene a este segmento como base. El criterio para calcular la altura de cada



rectángulo es el de mantener la proporcionalidad entre las frecuencias absolutas (o relativas) de cada intervalo y el área de los mismos.

- *Polígono de frecuencias:* Se construye fácilmente si se tiene representado previamente el histograma, ya que consiste en unir mediante líneas rectas los puntos del histograma que corresponden a las marcas de clase.

Dentro de la Estadística Descriptiva se encuentran las Medidas Descriptivas Numéricas las cuales se clasifican en: (24)

- Medidas de posición (Tendencia Central).
- Medidas de Variación o Dispersión.
- Medidas de Simetría y de Curtosis (Forma).

En el procesamiento de la información obtenida de las encuestas en puntos venideros, se utilizan las Medidas de Posición que cuenta con las siguientes fórmulas:

- *Media aritmética:* Sumatoria de los X_i valores divididos entre la cantidad de valores.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N} \qquad \bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

- *Mediana:* Para una variable (N elementos) cuyos datos han sido ordenados ascendente o descendientemente, es el valor (único) que ocupa el centro de dichos datos.
 - ✓ Para N impar: La mediana es el dato que ocupa la posición $(N+1)/2$.
 - ✓ Para N par: Se calcula el punto medio entre los datos que ocupan las posiciones $N/2$ y $N+1/2$.
- *Moda:* En una muestra de tamaño N, la moda, si existe, es el dato o los datos, que tienen mayor frecuencia absoluta (que más se repiten).



2.5 Análisis de los resultados de las encuestas sobre la satisfacción

Los estudios realizados en los diferentes proyectos de la UCI, sobre el nivel de conocimiento, aplicación de métricas de software y satisfacción del cliente proporcionan la medida de la situación en que se encuentran los mismos en cuanto a las métricas y la necesidad de comenzar a aplicarlas.

Este análisis se llevó a cabo por medio de encuestas realizadas a desarrolladores y directivos por parte de la Dirección de Calidad de la universidad.

Para la realización de este trabajo se hizo una selección minuciosa de las preguntas que por su importancia y relación con el tema de la satisfacción del cliente se consideran apropiadas para brindar un panorama de lo que sucede en realidad en los polos productivos. *Ver Anexo 1*. Para cada una de estas se brinda el resultado del cálculo de la Media, Mediana y Moda, ya que son capaces de mostrar cuán por encima o por debajo está una respuesta con respecto a la media, mediana, o cuán de moda se encuentra la misma.

La muestra tomada fue dividida en desarrolladores y directivos, de ahí que las preguntas sean separadas en dos grupos.

Los directivos encuestados ocupan responsabilidades como:

- Asesor de arquitectura y tecnología.
- Asesor de calidad.
- Jefe de departamento de ingeniería de software.
- Líderes de proyectos.
- Vicedecano de producción.

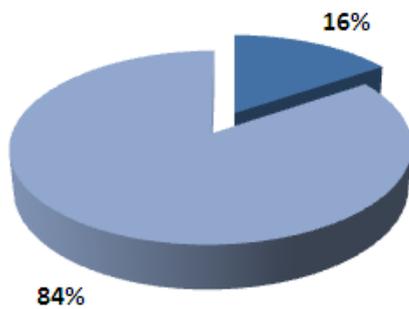
Algunas de las preguntas realizadas, por el conocimiento que ofrecen, se muestran a continuación:



➤ **Desarrolladores.**

1. ¿Se le entrega con defectos el producto al cliente?

Respuesta	Average	Total
Si	15.50	70
No	84.50	382
Total	100%	452



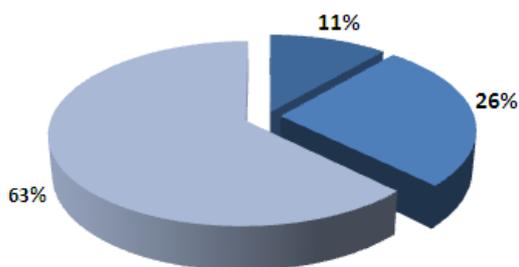
Media: 226

Mediana: 226

Moda: No

2. ¿Se realizan pruebas internas en el proyecto?

Respuesta	Average	Total
No	11.30	51
No sé	26.10	118
Si	62.60	283
Total	100%	452



Media: 151

Mediana: 118

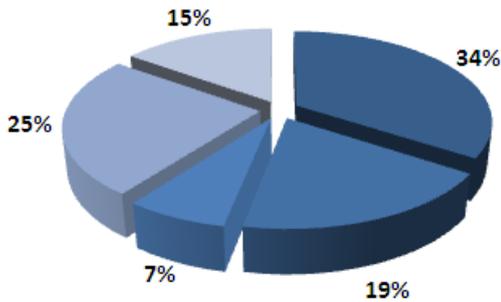
Moda: Si

3. ¿Conoce y utiliza las métricas de Calidad y Satisfacción del Cliente?

Respuesta	Average%	Total
Lo conoce solo por referencia	34.3%	155
Lo conoce, pero no lo utiliza	18.8	85



Lo utiliza, pero no sabe o no puede utilizar sus resultados	7.1	32
Utiliza correctamente	24.8	112
No se aplica	15	68
Total	100%	452



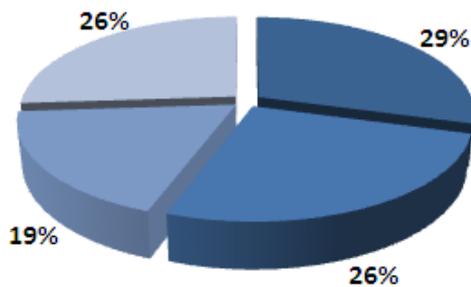
Media: 90.4

Mediana: 85

Moda: Lo conoce solo por referencia

4. ¿Aplica métricas en su Proyecto?

Respuesta	Average%	Total
Alguna(s) en ocasiones.	29.40	133
No conozco el término del que se me habla.	26.10	118
No	18.40	83
Si	26.10	118
Total	100%	452



Media: 113

Mediana: 118

Moda: Alguna(s) en ocasiones

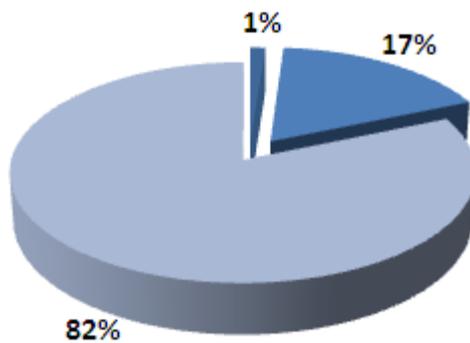


➤ **Directivos.**

En el caso de los directivos los resultados arrojados por cada pregunta fueron los siguientes:

1. ¿Qué importancia usted le atribuye a medir elementos de su proceso de desarrollo, proyecto y producto obtenido, para mejorar la calidad de los mismos?

Respuesta	Average %	Total
Carece de importancia	1	2
Es importante, pero sustituible por otras prácticas o puede obviarse	17	29
Muy importante, es imprescindible medir para poder garantizar un correcto camino de mejora.	82	136
Total	100%	167



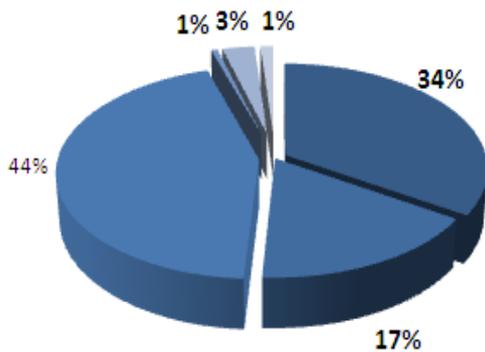
Media: 55.7

Mediana: 29

Moda: Muy importante, es imprescindible medir para poder garantizar un correcto camino de mejora.

2. ¿Qué opinión tiene del uso de las métricas?

Respuesta	Average %	Total
Las considero muy útiles, me han aportado muy buenos resultados.	34	57
No existen las condiciones necesarias para utilizarlas.	17	28
No puedo opinar al respecto.	44	74
No son necesarias.	1	1
Realmente no me han aportado ningún resultado.	3	5
Solo genera más trabajo para el Equipo de Proyecto.	1	2
Total	100%	167



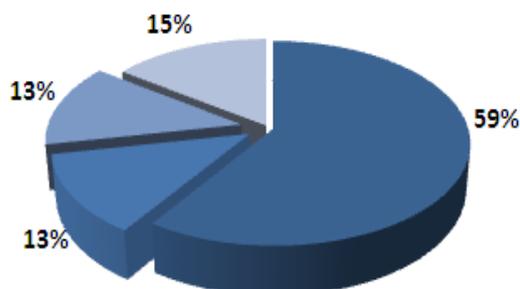
Media: 27.8

Mediana: 16.5

Moda: No puedo opinar al respecto.

3. ¿Se utilizan métricas en los proyectos de su facultad?

Respuesta	Average %	Total
En algunos	59	99
En todos	13	21
No	13	22
No sé	15	25
Total	100%	167



Media: 41.8

Mediana: 23.5

Moda: En algunos

A pesar que según los resultados arrojados por las encuestas se puede concluir que los polos productivos de la universidad en su mayoría (84%), no entregan con defectos los productos a los clientes y que se realizan pruebas internas en un 63% de ellos, solo un 25% aplican correctamente las métricas de calidad y de satisfacción del cliente, lo que quiere decir que la gran mayoría solo conocen de estas por referencia o simplemente no las aplican.

Los resultados arrojaron que el 34% de los encuestados consideran muy útiles las métricas y que su uso les ha brindado buenos aportes, así como que para el 82% de éstos, medir los elementos de su proceso de desarrollo, proyecto y producto obtenido, para mejorar la calidad de los mismos, es muy importante e imprescindible ya que midiendo se garantiza un correcto camino de mejora.



Conociendo que no se aplican métricas de satisfacción del cliente en la UCI, se propone en el presente trabajo un conjunto de estas, ya que son necesarias para la recopilación de medidas y para proporcionar indicadores que guíen el proyecto o el proceso en la toma de decisiones. De esta manera podría contarse con datos numéricos que respalden las estimaciones realizadas, evitando que se hagan de forma empírica, pues hoy, muchos de los proyectos de la UCI realizan estimaciones basándose sólo en la experiencia del trabajo diario y no en datos cuantitativos.

En estos momentos no se está realizando de manera formal en la Universidad un Proceso de Medición de Software; por lo que se hace necesario definir un proceso de este tipo, e implementarlo como una disciplina clave dentro del ciclo de vida del desarrollo del software, con el propósito de brindar a los administradores de proyectos la información cuantitativa necesaria para tomar decisiones que tengan un impacto en los costos, cronograma y objetivos técnicos de desempeño del proyecto.

2.6 Frecuencia en la que se les mide la satisfacción a los clientes. Pruebas de aceptación

La calidad no es algo que se pueda agregar al software después de desarrollado si no se hizo todo el desarrollo con la "calidad" en mente. Muchas veces parece que el software de calidad es aquél que brinda lo que se necesita con adecuada velocidad de procesamiento. En realidad, es mucho más que eso. Tiene que ver con la corrección, pero también con usabilidad, costo, consistencia, confiabilidad, compatibilidad, utilidad, eficiencia y cumplimiento de los estándares. Todos estos aspectos de la calidad pueden ser sometidos a pruebas que determinen la calidad. Incluso la documentación para el usuario debe ser probada.

La calidad tiene un costo asociado y las pruebas como proceso para controlar la calidad consumen tiempo, personal y otros recursos, como en todo proyecto de cualquier índole. Siempre se debe tratar que las fallas sean mínimas y al menor costo posible. La fase de pruebas añade valor al producto que se maneja: todos los programas tienen errores y la fase de pruebas los descubre; ese es el valor que añade. El objetivo principal de la fase de pruebas es encontrar la mayor cantidad de errores y defectos; lo cual se puede utilizar y es el momento ideal para la realización de estimaciones referente a la satisfacción de los destinatarios.



El cliente es quien impone los requisitos, quien mejor que él para dar fe de su satisfacción. Además, no se debe dejar de la mano la existencia de la calidad percibida que por cruel que parezca, determina en como el software será aceptado. En relación a esto hay que señalar que sólo la mitad de los clientes de la UCI firman la aceptación del producto, por lo que no se conoce en su totalidad si éstos están complacidos; dato muy importante a tener en consideración. *Ver Anexo 1.*

Las *pruebas de aceptación* conducidas por el cliente, verifican que el sistema satisface los requerimientos. Son básicamente pruebas funcionales, sobre todo el sistema, y buscan una cobertura de la especificación de requisitos y del manual del usuario. Estas no se realizan durante el desarrollo, pues sería impresentable al cliente; sino que se realizan sobre el producto terminado e integrado o pudiera ser una versión del producto o una iteración funcional pactada previamente con el cliente. (26)

Una prueba de aceptación puede ir desde un informal caso de prueba hasta la ejecución sistemática de una serie de pruebas bien planificadas. De hecho, pueden tener lugar a lo largo de semanas o meses, descubriendo así errores latentes o escondidos que pueden ir degradando el funcionamiento del sistema. Estas pruebas son muy importantes, ya que definen al paso nuevas fases del proyecto como el despliegue y mantenimiento. (7)

En el caso de la UCI se conoce que solo un 49% de los productos que se liberan, se le realizan las pruebas de aceptación. Si se analiza este dato estadístico se llega a la conclusión de que muchos de los productos que se desarrollan, llegan a manos de los clientes sin haberles ejecutado un debido estudio, el cual estaría previsto en esta fase del ciclo de desarrollo del software.

El proceso de pruebas de aceptación esta basado en la universidad en la presencia de un tercero confiable, en este caso el Laboratorio de Pruebas y Certificación que esta integrado por el grupo de calidad de la universidad, el cual se encarga de diseñar, guiar y dirigir el proceso. Las pruebas de aceptación son un servicio que brinda el laboratorio a los software que se desarrollan.

Anteriormente se explicaba que en cada una de las facultades de la UCI se ha creado un grupo de calidad, conformado por estudiantes de diferentes años y guiados por los miembros del Grupo Central de Calidad, el objetivo de esto, es precisamente que estos universitarios lleven la calidad a cada uno de los proyectos de su facultad, de esta forma se realizarán pruebas a los productos software de cada facultad antes de entregarlo al Grupo de Calidad Central, y el producto recibirá un mayor número de pruebas.



El proceso de pruebas de aceptación se lleva a cabo cuando se le comunica al Grupo de Calidad Central la propuesta para realizar las pruebas de aceptación a un determinado producto, luego el equipo de desarrollo del determinado producto y el de calidad se reúnen y planifican los cronogramas de entrega y liberación de cada artefacto, esto será firmado por ambas partes y se elabora el Plan de Pruebas.

Si se analizan las encuestas realizadas, se puede apreciar que más de la mitad de los entrevistados desconoce la existencia del acta de aceptación que debe ser firmada en la entrega de la documentación al cliente, dígase que solo un 42% de la muestra tomada sabe de dicho documento.

Si el software que se revisa es complejo; el cual esta compuesto por varios módulos que se integrarán al final para lograr el producto completo, se probarán primero los módulos por separados y luego se diseñará un caso de prueba de integración para probar el software como un todo, para esto el equipo de desarrollo deberá entregar con el expediente del producto un documento donde exponga cómo los datos manejados de un módulo afectan a otros. En caso de productos menos complejos esto no es necesario.

La satisfacción del cliente de los productos de la UCI se debe medir al culminar la realización del producto como tal, o sea en la etapa de pruebas luego de terminado el software. Posteriormente de forma individual se pueden archivar los errores que se cometieron por cada módulo que integra el software determinando, así serán desglosados pudiéndose realizar estimaciones de satisfacción del cliente de manera más concreta. Este proceso de revisión se realizará tantas veces como se hagan versiones nuevas del producto en cuestión.

Por las características del proceso antes descrito se puede decir que el objetivo de utilizar un tercero confiable en este proceso de pruebas de aceptación es lograr un producto con una alta calidad y con la menor cantidad de errores posibles antes de presentarlo al usuario final.

Todo lo referente a este proceso de pruebas es muy importante para revisar la calidad del producto, así como para la realización de estimaciones. Las pruebas de aceptación, en forma de resumen, se ejecutan con la siguiente secuencia de pasos:

1. Primeramente se elabora el Plan de Pruebas conjuntamente entre los equipos de desarrollo y calidad.



2. Se realizan las pruebas comenzando por sus diferentes módulos en caso de que el software sea complejo, y terminando la revisión de este como un todo.
3. Por último se firma la aceptación del producto.

Siendo el momento ideal para aplicar las métricas el paso dos, recolectando una serie de datos del producto que se utilizarían en la obtención de indicadores a través de los resultados de estas.

Se emplean dos técnicas para las pruebas de aceptación: (26)

2.6.1 La Prueba Alfa

Se lleva a cabo, por el cliente en el lugar de desarrollo. Se usa el software de forma natural con el desarrollador como observador del usuario. Las pruebas alfa se llevan a cabo en un entorno controlado. Para que tengan validez, se debe primero crear un ambiente con las mismas condiciones que se encontrarán en las instalaciones del cliente. Una vez logrado esto, se procede a realizar las pruebas y a documentar los resultados. (7)

Las pruebas que son realizadas por el grupo de calidad es decir terceros confiables se realizan por medio de este tipo de prueba en un ambiente controlado por el desarrollador.

2.6.2 La Prueba Beta

Se lleva a cabo por los usuarios finales del software en los lugares de trabajo de los clientes. A diferencia de la prueba alfa, el desarrollador no está presente normalmente. Así, la prueba beta es una aplicación "en vivo" del software en un entorno que no puede ser controlado por el desarrollador. El cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que encuentra durante la prueba beta e informa a intervalos regulares al desarrollador.

Como resultado de los problemas informados durante la prueba beta, el desarrollador lleva a cabo modificaciones al programa y así prepara una nueva versión del producto de software, la cual, también será puesta a prueba. (7)



2.7 Propuesta de Métricas para determinar la Satisfacción del Cliente

En la Universidad de las Ciencias informáticas nunca se ha medido la satisfacción de los clientes a pesar de tener como compradores a empresas nacionales e internacionales de importante consideración.

Por parte del grupo especializado en métricas, de Calidad Central, se han estado realizando distintas investigaciones, con el objetivo de poner en práctica de manera formal el Proceso de Medición de los software que se realizan en la Universidad, de donde se ha venido obteniendo una plantilla de medición en la que se exponen las métricas que se utilizarán una vez implementado el proceso. Estas fórmulas matemáticas se irán incrementando y mejorando a medida que aumente la madurez que vaya alcanzando la organización en el tema. *Ver Anexo 4.*

El propósito de este trabajo es proponer métricas que puedan determinar el nivel de satisfacción en que el cliente se encuentra o encontrará en relación al producto, y que esta a su vez puedan integrarse a la plantilla que se elabora por la Dirección de Calidad para que sean utilizadas una vez puesto en marcha el Proceso de Medición.

Las métricas que se proponen son básicamente sencillas, ya que esta es la primera propuesta en el campo de la satisfacción en la UCI. Para la creación de estas fórmulas matemáticas se tuvo en cuenta que las métricas se caracterizarían por ser fáciles de usar, factibles, objetivas, flexibles a cambios y que pudieran ser aplicadas a proyectos de distintas ramas investigativas.

Las métricas que se proponen para emplearse en la determinación de indicadores se exponen en los siguientes epígrafes.

2.7.1 Tasa de Estabilidad (TE)

La utilización de la Tasa de Estabilidad es de vital importancia para los desarrolladores y miembros del equipo, pues esta le proporciona un indicador de cómo de bien una aplicación cumplió las expectativas del cliente o usuario, pues los continuos cambios traen consigo un atraso en el cronograma de trabajo lo que puede ocasionar el incumplimiento del plazo de entrega pactado con el cliente. También puede afectar los costes y variar la cantidad de trabajo que ha de desarrollarse respecto a lo planificado. Para tener una medida de cuán estable es una aplicación por lo que se propone la métrica TE.



La Tasa de Estabilidad se calcula mediante la fórmula:

$$TE = 1 - (NC / CCU)$$

Donde:

NC: Número de cambios solicitados durante el primer trimestre (90 días) después de la implementación, o sea, cambios efectuados en el software por parte de los desarrolladores debido a que no pueden por problemas técnicos y/o lógicos acoplarse en un 100% a los requisitos que exige el cliente.

CCU: Cantidad de Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.

Análisis Del Procedimiento:

El rango de la Tasa de Estabilidad está entre $[-\infty; 1]$. Mientras más cerca esté el valor de 1 más estable será la aplicación, debido a que el número de cambios solicitados ha de ser mucho menor que la cantidad de casos de uso con que cuenta la aplicación.

Con la aplicación de esta métrica se podrán guardar registros de la estabilidad que estaría presentando el software en una determinada revisión técnica formal, y compararlos con los anteriores, de manera que se indique el avance o retroceso en el cumplimiento de los requisitos y por lo tanto se tenga una idea de cómo se han acatado las expectativas del cliente.

2.7.2 Tasa de Defectos (TD)

La Tasa de Defectos es de suma importancia por su aporte en datos cuantitativos a los distintos miembros de los equipos de desarrollo, mostrándoles el mal cumplimiento de de su trabajo con respecto a lo que realmente desea el cliente. Se debe calcular mensualmente durante los seis meses después que esté implementada la aplicación. Pudiéndose obtener en cada una de las iteraciones o versiones que se construyan luego de haber terminado el software.

La Tasa de Defectos se calcula mediante la fórmula:

$$TD = ND / CCU$$



Donde:

ND: Es el Número de Defectos es el total de incidencias en las que la aplicación no cumplió las especificaciones o expectativas del cliente, estos pudieron haberse ocasionados por algún descuido de los miembros del equipo o bien por un mal entendimiento de los requisitos.

CCU: Cantidad de Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.

Análisis Del Procedimiento:

El intervalo esta entre $[0; \infty]$. Mientras más cercano este de cero menor es la tasa de defectos, ya que en este caso el Número de Defectos va ha ser menor que el de casos de uso.

La aplicación de esta fórmula es ineludible para tener conocimiento de cómo se ha desarrollado el sistema, tomando en consideración los errores que se han cometido en la implementación de las funcionalidades de este.

2.7.3 Fiabilidad (F)

Las métricas de fiabilidad son unidades de medida de fiabilidad del sistema. Fiabilidad del sistema se mide por contar el número de caídas operacionales, relacionando estos a las demandas hechas en el sistema y el tiempo que el sistema ha estado operacional. Se requiere un programa de medición a largo plazo para evaluar la fiabilidad de sistemas críticos.

En la ejecución de un programa en la etapa de prueba se descubren fallos latentes y continuos siendo estos cualquier falta de concordancia con los requisitos del software, los cuales van en contra de la fiabilidad.

Los fallos se pueden producir por defectos en el código, en el diseño o en el análisis, también se pueden producir durante el mantenimiento.

Existen muchas razones para considerar que hay que dar gran importancia a la fiabilidad, pues los fallos pueden ser muy costosos, los sistemas no fiables son difíciles de mejorar y pueden causar pérdida de información, entre otras desventajas.



La métrica Fiabilidad considera el número de fallos de la aplicación desde que se puso en marcha o se le entregó al cliente.

La Fiabilidad se calcula mediante la fórmula:

$$F = 1 - (NF / CCU)$$

Donde:

NF: El número de fallos incluye todos los posibles fallos que puedan surgir repetidamente incluso por el mismo defecto.

CCU: Cantidad de Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.

Análisis Del Procedimiento:

Este cálculo debe realizarse mensual o trimestralmente.

El rango esta entre $[-\infty; 1]$. Mientras mas cerca este el valor de 1 más Fiable será.

2.7.4 Cumplimiento de la Planificación de Entrega (CPE)

Considera los compromisos de entrega del producto final o por etapas cuantificando la desviación en los plazos de entrega en tiempo.

El Cumplimiento de la Planificación de Entrega se calcula mediante la fórmula:

$$CPE = (TR * 100) / TE$$

Donde:

TR: El Tiempo Real es el que se dedicó realmente a la entrega del producto. Se expresa en minutos.

TE: El Tiempo Estimado o planificado fue el que se pactó con el cliente desde su inicio. Se expresa en minutos.



Análisis Del Procedimiento:

El resultado de esta métrica indica que si es mayor que 100%: hay retrasos en el plazo de entrega y de ser contrario el resultado (menor o igual que 100) entonces se están consiguiendo mejor los resultados que lo planificado. Este cálculo debe realizarse mensual o trimestralmente.

Las métricas de Estabilidad y Fiabilidad fueron formuladas con la condición de que su rango estuviera ente $[-\infty; 1]$ y se encontraría el software más estable o fiable al acercarse a uno, debido a que para que algún producto cumpla con estas, no se puede poner en el rango de $[0; \infty]$, que mientras más tienda a cero mejor, o sea, que cuando esté en el valor uno, las dos métricas darán idea de que existen estas características para el software, siendo todo lo contrario para la Tasa de Defectos, ya que si estuviera en el valor uno, daría a entender que el software presenta defectos en la implementación, concurriendo esto como motivo de inconformidad para los clientes. En el Cumplimiento de la Planificación de Entrega se da en los rangos de 0% a más de 100%, donde mientras el resultado sea menor o igual que 100%, entonces se estaría cumpliendo con lo planificado y más de cien habría retraso en el tiempo pactado con el cliente al inicio, ya que siempre que se habla del tiempo en que se esta cumpliendo con un plazo x este se hace en por cientos.

A modo de resumen se muestra una plantilla con las métricas que se proponen, esta se constituye por cuatro columnas, en la primera se expresa la clasificación de las métricas que se proponen. La segunda llamada: *Métricas*, se utilizó para colocar los nombres de las métricas que se proponen además de los atributos o datos que la componen. En la tercera columna: *Fórmula*, se plasman las ecuaciones matemáticas por las cuales se calculan las métricas, compuestas a su vez por los atributos. En la última columna: *Descripción*, como bien dice la palabra se describen los objetivos que persigue cada métrica, además se explica cómo se deben entender los resultados a través de sus intervalos, así como el significado de cada atributo.



	Métricas	Fórmula	Descripción
Satisfacción del Cliente	[Número de cambios]		El número de cambios son los cambios solicitados durante el primer trimestre (90 días) después de la implementación.
	[Cantidad Casos de Uso]		Cantidad Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.
	[Tasa de Estabilidad]	[1- (Número de cambios/ Cantidad de Casos de Uso)]	Proporciona un indicador de cómo de bien una aplicación cumplió las expectativas del cliente o usuario. El rango esta entre $-\infty$ y 1. Mientras más cerca este el valor de 1 más estable será.
	[Número Defectos]		El número de defectos es el total de incidencias en las que la aplicación no cumplió las especificaciones o expectativas del cliente.
	[Cantidad Casos de Uso]		Cantidad de Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.
	[Tasa de Defectos]	[Número Defectos/ Cantidad de Casos de Uso]	Se debe calcular mensualmente durante los seis meses después que esté implementada la aplicación. El intervalo está entre 0 e ∞ . Mientras más cercano esté de cero menor es la tasa de defectos.
	[Número fallos]		El número de fallos incluye todos los posibles fallos que puedan surgir repetidamente incluso por el mismo defecto.
	[Cantidad Casos de Uso]		Cantidad de Casos de Uso es el tamaño de la aplicación, es decir los casos de uso del sistema obtenidos de los requisitos funcionales.



[Fiabilidad]	[1- (Número fallos/ Cantidad de Casos de Uso)]	<p>Considera el número de fallos de la aplicación desde que se puso en marcha o se le entregó al cliente.</p> <p>Este cálculo debe realizarse mensual o trimestralmente.</p> <p>El rango está entre $-\infty$ y 1. Mientras más cerca esté el valor de 1 más Fiable será.</p>
[Tiempo Real]		El Tiempo Real es el que se dedicó realmente a la entrega del producto. Se expresa en minutos.
[Tiempo Estimado]		El Tiempo Estimado o planificado fue el que se pactó con el cliente desde su inicio. Se expresa en minutos.
[Cumplimiento de la planificación de entrega]	[(Tiempo Real * 100)/ Tiempo Estimado]	<p>Considera los compromisos de entrega del producto final o por etapas cuantificando la desviación en los plazos de entrega en tiempo.</p> <p>El resultado de esta métrica indica:</p> <ul style="list-style-type: none"> >100%: hay retrasos en el plazo de entrega $\leq 100\%$: se están consiguiendo mejor los resultados que lo planificado. <p>Este cálculo debe realizarse mensual o trimestralmente.</p>

Tabla 2.1. Plantilla de Métricas de Satisfacción del cliente.

2.8 Herramienta para la manipulación de la propuesta. Excel

Para el control y manejo de las métricas propuestas se tuvo en cuenta el estudio de diferentes herramientas que permiten el análisis de los valores estadísticos arrojados por estas. Una de las más utilizadas en el mundo es el Excel, debido a que esta se encuentra en el paquete office de Microsoft instalado en la mayoría de las computadoras del mundo, por ser fácil de usar y permitir un gran número de operaciones con datos cuantitativos.



Al ser estos los primeros pasos en cuanto a la medición de la satisfacción de los clientes en la Universidad de las Ciencias Informáticas, se creó inicialmente un libro de cálculo que manipulara los datos arrojados por las métricas propuestas.

El libro Excel llamado Herramienta para la Propuesta, cuenta con tres hojas de cálculos, que de momento recopilan los datos, calculan las distintas fórmulas para obtener indicadores y genera gráficos donde se aprecia de manera práctica y sencilla la evolución del proceso, posibilitando un mejor entendimiento del mismo.

Se constituye por una primera hoja llamada Inicio que en ella se recogerán los datos de los atributos (número de cambios, número de fallos, número de defectos, cantidad de casos de uso, tiempo real y tiempo estimado) que componen las métricas analizándose por meses. Esto último puede variar teniendo en consideración que los proyectos una vez terminados pasan a la fase de prueba en los laboratorios de Calidad Central y esta puede o no realizarse mensualmente, por lo que se pudiera hacer trimestralmente o por iteraciones (primera, segunda, tercera, hasta n iteraciones), dependiendo de cómo se planificó la realización de la prueba al determinado software. Ver Figura 2.2.

Entrada de Datos						
MESES	ATRIBUTOS					
	NC	ND	NF	CCU	TR	TE
Enero	15	16	12	15	750	800
Febrero	10	10	15	15	700	650
Marzo	17	16	20	15	850	410
Abril	17	14	26	15	560	580
Mayo	15	7	14	15	230	650
Junio	12	12	15	15	870	450
Julio	8	20	16	15	450	480
Agosto	9	17	17	15	740	580
Septiembre	14	19	14	15	450	520
Octubre	7	9	10	15	500	650
Noviembre	6	12	7	15	700	700
Diciembre	6	15	11	15	800	600

Leyenda
NC: Número de Cambios
NF: Número de Fallos
CCU: Cant. Casos de Usos
TR: Tiempo Real
TE: Tiempo Estimado

Figura 2.2. Hoja Inicio de la Herramienta para la Propuesta.



Luego de introducidos los datos con la conveniencia que se precise (por meses, trimestral, por iteraciones o como el se haya propuesto realizar la prueba) se procede a otra hoja en la que se realizará el cálculo de las métricas, donde se computarán automáticamente los valores modificados en la página Inicio, ya que por defecto las casillas tienen valor cero. Esta tiene como nombre Información, por ser la que muestra los valores de los indicadores una vez hechos los cálculos y que se puedan analizar, para conocer si aumenta o disminuye la satisfacción de los clientes o usuarios del producto final. Ver Figura 2.3.

Indicadores por meses				
MESES	METRICAS			
	Tasa de Estabilidad	Tasa de Defectos	Fiabilidad	Cumplimiento PE
Enero	0	1,066666667	0,2	93,75
Febrero	0,333333333	0,666666667	0	107,6923077
Marzo	-0,133333333	1,066666667	-0,333333333	207,3170732
Abril	-0,133333333	0,933333333	-0,733333333	96,55172414
Mayo	0	0,466666667	0,066666667	35,38461538
Junio	0,2	0,8	0	193,3333333
Julio	0,466666667	1,333333333	-0,066666667	93,75
Agosto	0,4	1,133333333	-0,133333333	127,5862069
Septiembre	0,066666667	1,266666667	0,066666667	86,53846154
Octubre	0,533333333	0,6	0,333333333	76,92307692
Noviembre	0,6	0,8	0,533333333	100
Diciembre	0,6	1	0,266666667	133,3333333

Figura 2.3. Hoja Información de la Herramienta para la Propuesta.

En ocasiones se hace engorroso poder analizar los datos, debido a que la tabla puede estar contenida por una gran cantidad de estos, por lo que aparece una tercera y última hoja llamada Representación Gráfica, que como su nombre lo indica esta se encarga de mostrar los estadígrafos de cómo se están comportando los resultados vistos en la página de Información, brindando de esta manera una interpretación más factible que la de analizar indicador por indicador para ver cómo se comportan. Esto es una ventaja ya que las gráficas de se genera automáticamente y sirve para muchos o pocos datos de observación. Ver Figura 2.4.

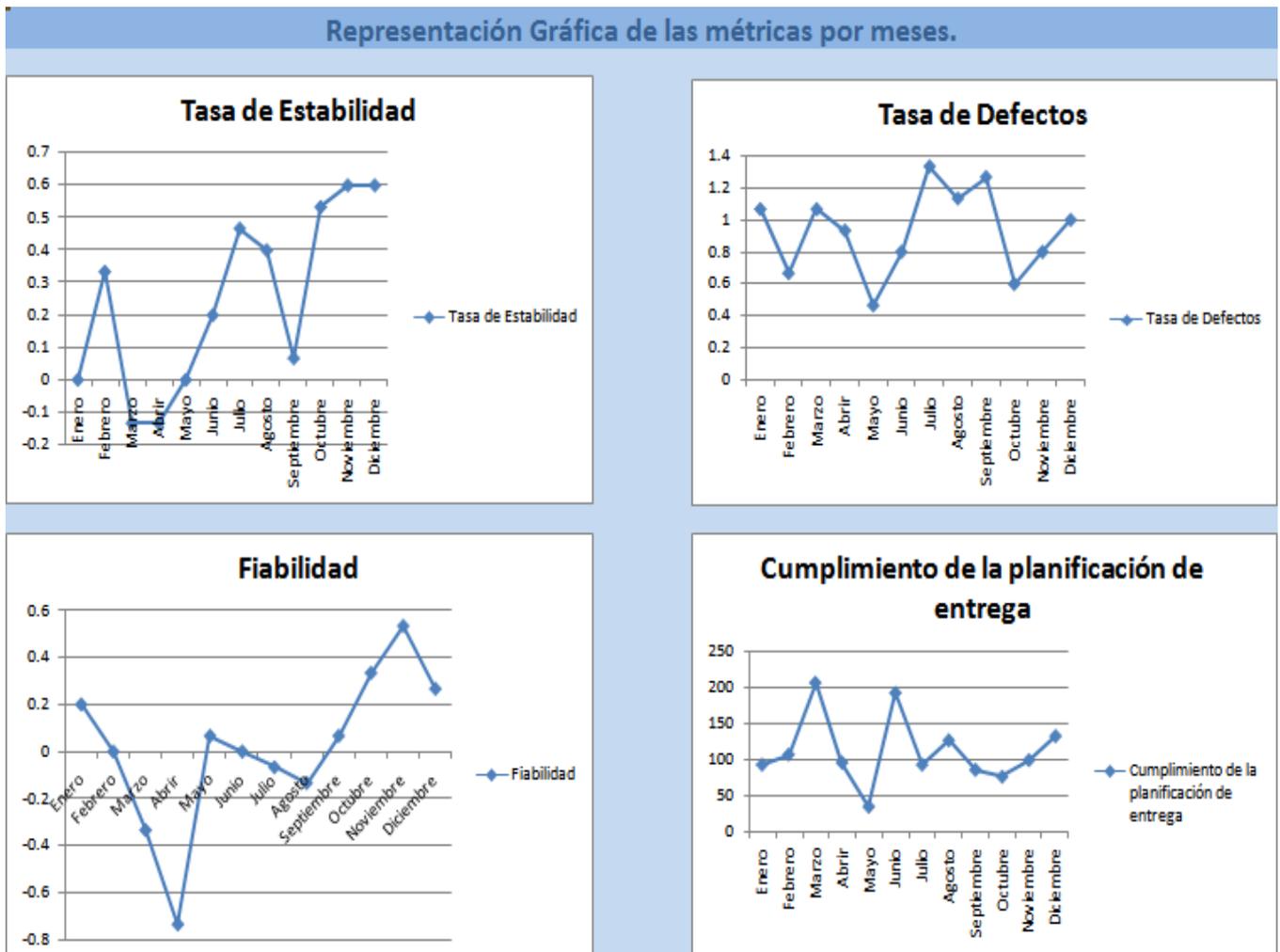


Figura 2.4. Hoja Representación Gráfica de la Herramienta para la Propuesta.

2.9 Conclusiones parciales

Se mostraron los resultados obtenidos por las encuestas aplicadas en los proyectos de la Universidad, referente al tema del uso de métricas, los problemas que de una forma u otra afectan la calidad final del producto, el conocimiento que existe en el centro sobre las métricas de calidad y sobre la importancia de medir el software; lo que arrojó en general que no se cuenta con el conocimiento y madurez necesarios para la aplicación de métricas en los proyectos, pero sin embargo se le da una considerable importancia a este tema. Partiendo de estos resultados y con el análisis profundo de otras métricas existentes en el mundo, se hace una propuesta de métricas para medir la satisfacción de los



clientes de los productos informáticos de la Universidad de las Ciencias Informáticas, y la propuesta de una herramienta (Excel) para el comienzo de la recogida de datos de estas. Además se expresa que el momento ideal para la aplicación de las métricas es la etapa de prueba en la que saldrá la mayoría de los errores y defectos que posee el software.

Con la aplicación de esta propuesta se logrará dar los primeros pasos del uso de las métricas de satisfacción del cliente en la UCI, lo que posibilitará que el personal indicado pueda tomar decisiones en favor de mejorar la calidad de los productos, obteniendo de esta manera innumerables beneficios para la misma.



Capítulo 3. Validación de la Propuesta

3.1 Introducción

Para la validación y aceptación en los proyectos productivos de la UCI, de las métricas propuestas que se presentan en el Capítulo 2, se utilizó el criterio de un Grupo de Expertos. Este panel se conformó con especialistas que poseen una amplia experiencia en el tema, tales como los integrantes del grupo de Calidad Central. En esta técnica se realiza la selección del grupo de profesionales que participará en el proceso de evaluación, teniendo en cuenta que ninguno conoce la identidad y las respuestas individuales de los otros que componen el grupo. La correcta elección de estos propicia obtener resultados con calidad y una opinión grupal con un alto grado de consenso.

En el presente capítulo se hará la descripción de los pasos utilizados en la selección del Panel de Expertos y los resultados obtenidos.

3.2 Método de Evaluación de Expertos

Los métodos de expertos se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el entorno en el que la organización desarrolla su labor. Estas personas exponen sus ideas y finalmente se redacta un informe en el que se indican cuáles son, en su opinión, las posibles alternativas que se tendrán en el futuro.

Este método se emplea cuando se da alguna de las siguientes condiciones: (27)

1. No existen datos históricos con los que trabajar. Un caso típico de esta situación es la previsión de implantación de nuevas tecnologías.
2. El impacto de los factores externos tiene más influencia en la evolución que el de los internos. Así, la aparición de una legislación favorable y reguladora y el apoyo por parte de algunas empresas a determinadas tecnologías pueden provocar un gran desarrollo de estas, que de otra manera hubiese sido más lento.



3. Las consideraciones éticas o morales dominan sobre las económicas y tecnológicas en un proceso de evolución. En este caso, una tecnología puede ver dificultado su desarrollo si este provoca un alto rechazo en la sociedad (un ejemplo se tiene en la tecnología genética, que ve dificultado su avance por los problemas morales que implica la posibilidad de manipulación del genotipo).

Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

Sin embargo, estos métodos también presentan inconvenientes, como son:

- La desinformación que presenta el grupo como mínimo tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.
- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de esta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- El grupo hace de su supervivencia un fin. Esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.
- En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.
- Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos



ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.

- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi.

3.3 Método Delphi

Delphi es considerado uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiables, constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, a través de la elaboración estadística de las opiniones de expertos en el tema tratado. Otros autores definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. El mismo permite rebasar el marco de las condicionantes actuales más señaladas de un fenómeno y alcanzar una imagen integral y más amplia de su posible evolución, reflejando las valoraciones individuales de los expertos, las cuales podrán estar fundamentadas, tanto en un análisis estrictamente lógico como en su experiencia intuitiva.

"... el Delphi es la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas".

3.3.1 Características y Fases. Método Delphi

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales:



- Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
 - ✓ Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
 - ✓ Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
 - ✓ El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

En la realización de un Delphi aparece una terminología específica:

- Circulación: Es cada uno de los sucesivos cuestionarios que se presenta al grupo de expertos.

- Cuestionario: El cuestionario es el documento que se envía a los expertos. No es sólo un documento que contiene una lista de preguntas, sino que es el documento con el que se consigue que los expertos interactúen, ya que en él se presentarán los resultados de anteriores circulaciones.

- Panel: Es el conjunto de expertos que toma parte en el Delphi.



- Moderador: Es la persona responsable de recoger las respuestas del panel y preparar los cuestionarios.

Antes de iniciar un Delphi se realizan una serie de tareas previas (**Fases**), como son:

- Delimitar el contexto y el horizonte temporal en el que se desea realizar la previsión sobre el tema en estudio.
- Seleccionar el panel de expertos y conseguir su compromiso de colaboración. Las personas que sean elegidas no sólo deben ser grandes conocedores del tema sobre el que se realiza el estudio, sino que deben presentar una pluralidad en sus planteamientos. Esta pluralidad debe evitar la aparición de sesgos en la información disponible en el panel.
- Explicar a los expertos en qué consiste el método. Con esto se pretende conseguir la obtención de previsiones fiables, pues los expertos van a conocer en todo momento cuál es el objetivo de cada uno de los procesos que requiere la metodología.

3.4 Proceso de selección de los expertos

Se entiende por experto, tanto al individuo en sí, como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia.

Un experto debe tener para que influya de manera positiva en la solución exitosa del problema tratado entre sus cualidades, la disposición a participar en la encuesta como una característica importante, por cuanto posibilita conocer si se incluye o no en la realización de la misma; la capacidad de análisis y de pensamiento; la propiedad de colectivismo y; su espíritu autocrítico se observa en la valoración de su grado de competencia, así como en la toma de decisión en el análisis del problema.

En el procedimiento para la selección de los expertos se consideraron las siguientes etapas:



3.4.1 Determinación de la cantidad expertos

Para la determinación de la cantidad de expertos, se tomaron en cuenta las áreas de conocimiento que están asociadas a la solución del problema propuesto y que tributan en la conformación del proceso propuesto de manera directa o indirecta, ya que aportan elementos y conceptos claves para su elaboración. Las áreas que fueron definidas y que tienen relación con el proceso a evaluar son:

- PSP (Personal Software Process).
- TSP (Team Software Process).
- Calidad y Gestión del Software.
- Normas y estándares internacionales de calidad.
- Proceso de Aseguramiento de la Calidad del Software.

3.4.2 Confección del listado de expertos

Tomándose como guía el análisis de la posibilidad real de participación de cada experto, se confecciona un listado con los que poseen mayor conocimiento de las áreas mencionadas en el punto anterior, y teniéndose en consideración que todos estos candidatos sean miembros de la UCI que residan en el campus de la universidad, además deberían tener a lo sumo un año de experiencia en el proceso productivo del centro. Esta relación se establece directa o indirectamente, si se considera la vinculación activa que han tenido estas personas en los proyectos productivos y la docencia en la UCI; además de su participación en eventos científicos internacionales y nacionales, así como su cooperación en las actividades investigativas dentro de la Universidad.

Todos los posibles candidatos contaban con conocimiento general acerca del tema abordado en las áreas de conocimiento que abarca la propuesta.

En total se seleccionaron 7 expertos, de los cuales 4 han recibido cursos de métricas, el cien por ciento de ellos ha participado en Eventos Científicos y todos están vinculados directamente a la docencia y/o producción, la mayoría relacionados con la Ingeniería de Software. *Ver anexo 2.*



3.4.3 Obtención del consentimiento del experto para su participación

Teniendo conocimiento de los profesionales que cuentan con experiencia en el tema de las métricas de calidad de software en la universidad, fue elaborado previamente un listado con estos, a los cuales se invitó personalmente para participar en la evaluación. Se les explicó en que consistía el trabajo en general, la propuesta a evaluar y el objetivo de la realización de la encuesta, así como el plazo de entrega. Una vez recibida la respuesta positiva, se estableció el listado final de los expertos, informando a cada especialista su inclusión en el proceso a evaluar y las instrucciones necesarias para contestar las preguntas. De esta forma culmina el proceso de selección, logrando la participación de los 7 expertos escogidos.

3.5 Elaboración del cuestionario

Una vez confirmada la disposición por parte de los expertos a participar en las encuestas, se comenzó con la realización del cuestionario, el cual, fue preparado con toda la intención de que les resultara fácil emitir las respuestas a las preguntas presentadas. Teniéndose en cuenta la probabilidad de la aplicación de la propuesta en los proyectos, para los cuales el proceso intenta ayudar; además los factores que existen dentro de la organización en la actualidad y que podrían imposibilitar la ejecución en toda la magnitud de la propuesta.

Esta encuesta se compuso con preguntas abiertas, concentrándose en la evaluación de la propuesta y cerrando el marco de las respuestas en función de los principales temas del problema presentado, todo llevado a manera de enfoque investigativo del problema.

Junto al cuestionario fue anexada una nota en la que se presentaba los elementos de la propuesta (métricas). En el *Anexo 3* aparece el cuestionario final realizado a los expertos.

3.6 Análisis de los resultados de la Encuesta a Expertos

Posteriormente de aplicar las encuestas a los expertos se pudo concluir que la totalidad de estos le infieren gran importancia al Proceso de Medición de los software en la UCI, evidenciándose de esta



manera que las métricas propuestas para medir la satisfacción de los clientes juegan un papel principal en la obtención de información relevante de un proyecto durante su desarrollo.

La razón de la afirmación anterior se debe a que las métricas dan una medida de la calidad de los productos desarrollados, se puede medir si cumplió con las expectativas del cliente o usuario final, así como la calidad de los resultados. A través de ellas también se pueden cuantificar y analizar, en qué medidas se evoluciona mientras transcurre el tiempo de los proyectos, en la satisfacción del cliente. Además, se pueden tomar decisiones en cuanto a lo que se pueda mejorar, siempre tratando de satisfacer las expectativas de quien obtendrá el producto software. En resumen, estas métricas vienen dadas por la necesidad de que los productos de la UCI salgan en tiempo y con el menor número de fallos y/o defectos posibles.

La correcta aplicación de la propuesta de solución conlleva ineludiblemente al impulso en el desarrollo de los equipos de trabajo de los polos productivos, pues comprende una mayor participación y responsabilidad para los desarrolladores y directivos, ya que la calidad de los procesos es algo que interesa de algún modo a todos los que de una forma u otra participan en la producción del software.

Otra de las ventajas por las cuales conviene poner en práctica la propuesta de métricas es que se pueden usar en cualquier rama de desarrollo de software.

En las respuestas hubo discrepancias entre los expertos a la hora de decidir si los aspectos propuestos se consideraban necesarios para medir la satisfacción de los clientes en la universidad. Sin embargo, se pudo apreciar, que la mayoría coincidían con la propuesta que estaba siendo objeto de evaluación por parte de los mismos y algunos consideraban entre otros aspectos, que se midiera la madurez de la aplicación, las no conformidades detectadas y el cumplimiento de los requisitos.

En la tabla 3.1 se muestran los aspectos considerados por los encuestados. En ella se pueden apreciar las coincidencias que tuvieron los expertos en sus criterios, marcados con el número 1, en caso de que no fuera citada, por el valor 0.



Aspectos considerados por los expertos.	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.4	Exp.5	Exp.6	Exp.7	Total
Tiempo Real	1	0	1	0	1	1	1	5
Tiempo Estimado	1	1	1	1	1	1	1	7
Número de Cambios	1	1	1	1	1	0	1	6
Número de Defectos	1	1	1	1	1	0	1	6
Número de Fallos	1	1	1	1	0	1	1	6
Cantidad de Casos de Uso	0	0	1	1	1	1	0	4

Tabla 3.1. Aspectos considerados por los expertos para medir la satisfacción de los clientes.

En la Figura 3.2 se muestra la totalización de las coincidencias que tuvieron los expertos en los aspectos propuestos.

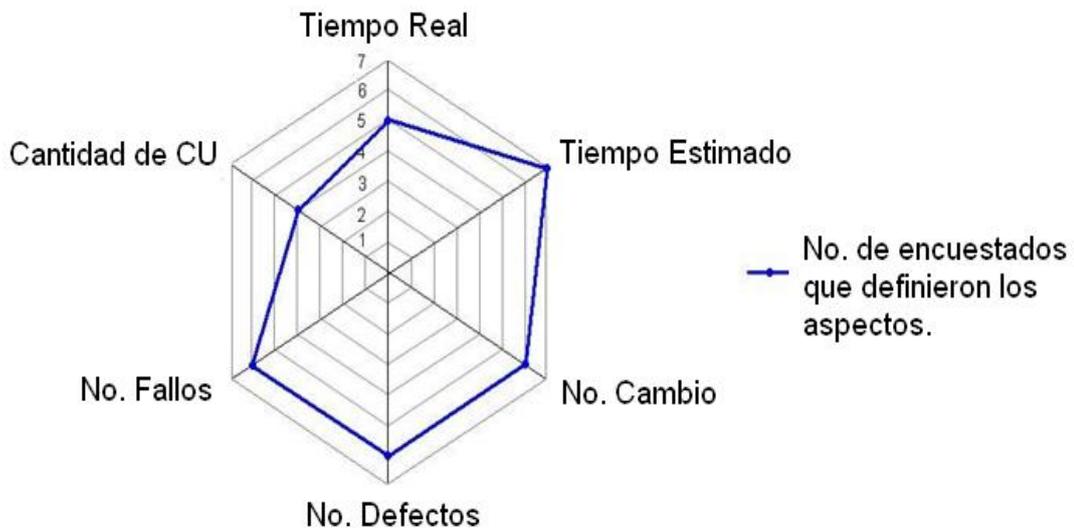


Figura 3.2. Número de encuestados que definieron los aspectos.

El cien por ciento de los encuestados consideró que la aplicación en la UCI de un conjunto de métricas para conocer la satisfacción de los clientes cumplirá con el objetivo que se busca con su puesta en práctica, opinando que de esta forma se permitirá conocer si el software cumplió con las expectativas



del cliente o no, además de que se puedan tomar decisiones correctivas y tener un registro histórico en cuanto al avance en las expectativas de los mismos.

En sus comentarios los expertos sugieren que se propongan herramientas que recojan de forma automatizada los valores que arrojan las métricas y de esta manera llevar a cabo el control y manipulación de las mismas. En el capítulo 2 se propuso como herramienta para el manejo de métricas el Excel, tabulador matemático que facilitará el trabajo con los cálculos y la estadística y que proporcionará gráficos que posibilitarán un mejor entendimiento de los datos obtenidos.

Como recomendaciones los profesionales indicaron que el proceso de recolección de métricas se haga de forma pausada, sin presiones, ya que aún en la UCI el proceso de medición no está bien definido, ni las métricas a utilizar. Además que cuando se comience la aplicación de estas a los distintos proyectos que conforman la universidad, se le acoplen las de esta propuesta a la plantilla que elabora el Grupo Central de Calidad para que sean empleadas en conjunto. Otra de las recomendaciones brindadas por los expertos fue la necesidad de realizar una prueba piloto de la propuesta en un proyecto para reafirmar su validez. También se recomienda realizar un fuerte trabajo en base a fomentar conciencia de la importancia del uso de métricas en los software a miembros y líderes de proyectos, en otras palabras, efectuar capacitación sobre estos temas.

3.7 Conclusiones parciales

La evaluación del conjunto de métricas propuestas para la posterior aplicación a los proyectos productivos de la UCI, se realizó por 7 expertos seleccionados según la efectividad de la actividad profesional que realizan y mediante el empleo de técnicas del Método Delphi. Esta evaluación permite concluir que con la aplicación de la propuesta se mejorará la calidad del proceso productivo de la UCI ya que su objetivo principal es medir la satisfacción de los clientes de los polos productivos de la Universidad.

De manera general los expertos estuvieron de acuerdo con la propuesta de solución, expresando la opinión de por qué es importante la contribución de métricas para la utilización en los proyectos. Recomendando para el trabajo acciones a favor de una capacitación sobre el tema, características medibles de los software y decisiones importantes a tener en cuenta a la hora de continuar con el desarrollo y ampliación del mismo.



Conclusiones

Ya culminada esta investigación, simultáneamente con la realización y validación de la propuesta de métricas para la satisfacción de los clientes de los productos de la UCI, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El objetivo que inicialmente se estableció fue cumplido adecuadamente.
- Se realizó una investigación de las métricas que existen en el mundo, en Cuba y la UCI, estudiándose además los métodos estadísticos necesarios para el procesamiento de encuestas realizadas en este caso a desarrolladores y directivos de los distintos polos productivos existentes en la universidad, y se describieron las herramientas para la evaluación de Indicadores.
- Se fundamentó y formuló la propuesta de métricas necesarias para medir y controlar la complacencia de los usuarios finales de los productos software de la universidad.
- Se consiguió una evaluación positiva por parte del panel de expertos constituido por 7 profesionales con experiencia en el tema de calidad, para darle aprobación a la propuesta.
- Se propuso una de las herramientas estudiadas, para el comienzo de la recogida de métricas.

Medir la satisfacción de los clientes juega un papel importante en el proceso de pruebas de aceptación del software, ya que permite informar de forma cuantitativa cuan complacido está el usuario final, además de que es una disciplina que favorece la toma de decisiones con relación a aumentar la calidad de los productos, por tal razón, está presente en normas y estándares utilizados a nivel mundial.



Recomendaciones

Este trabajo de diploma propuso un conjunto de métricas para determinar la satisfacción del cliente de los productos software que se elaboran en la UCI. Con el fin de que esta propuesta se implemente y contribuya con la toma de decisiones que eleven la calidad de los programas, se recomienda:

- Publicar los resultados de este trabajo de diploma para poner a disposición del personal interesado en temas de métricas de calidad.
- Fomentar conciencia de la importancia del uso de métricas en los distintos proyectos de la UCI.
- Aplicar la propuesta para probar su validez en algún proyecto productivo.
- Proponer, tras comprobar un resultado exitoso, la anexión de la propuesta a la plantilla de métricas que implementa el Grupo de Métricas de Calidad Central, para posterior utilización en los software que se realizan en la UCI.
- Continuar el estudio del tema con el objetivo de aumentar el número de este tipo de métricas.

En esta investigación también se propuso la utilización de la herramienta Excel para el control y análisis de la información y resultados referente a las métricas, en relación a esto se recomienda además:

- Realizar un estudio más profundo acerca de las herramientas que manipulan y realizan cálculos matemático – estadísticos con el objetivo de seleccionar la más adecuada incluyendo el Excel para automatizar la recogida de datos utilizados en el proceso de obtención de indicadores.



Bibliografía Consultada

1. **La Torre Hernández, Ludisley and Cepero Núñez, Mariela.** *Propuesta de métricas para perfeccionar la Gestión de la Calidad en los Procesos de Desarrollo de software.* C. Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ing. en Ciencias Informáticas.
2. **Peña Lemus, Yudisleidys and Hernández Díaz, Yunierys.** *Sistema de Métricas para evaluar el Software Educativo.* Universidad de las Ciencias Informáticas. C. Habana : s.n., 2007. Trabajo de diploma para optar por el título de Ing. en Ciencias Informáticas.
3. **J, Francisco and Lubián, López.** Prácticas de dirección orientadas a la creación de valor en España: Una aproximación. [Online] 1999. <http://www.ie.edu/flubian/documentos/creacio.pdf>.
4. **Delgado Dapena, Martha Dunia.** Una propuesta de introducción de las revisiones en el proceso de desarrollo de software. [Online] 2005. http://www.dict.uh.cu/rev_io_2005_no2.asp.
5. **Casas Cardoso, María del Carmen, Pérez Díaz, Marlén and Paz Viera, Juan Enrique.** Reducción de ruido en imágenes planares de Medicina Nuclear con empleo de la Transformada Wavelet. [Online] 4 2008. http://www.alasbimnjournal.cl/alasbimn/index.php?option=com_content&task=view&id=369&Itemid=149.
6. **Luzcando, Lizette.** El programa Excel. [Online] 2008. Rep de Panamá. http://www.monografias.com/trabajos10/el_prog/el_prog.shtml?relacionados%20#CONCLU.
7. **Durán, M. R.** *Mediciones prácticas de software y sistemas (PSM): una propuesta para la producción de software en la uci.* Universidad de las Ciencias Informáticas. C. Habana : s.n., 2007. [En línea] http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/files/Trabajo_Informatica_2007_OK.doc.
8. **Manuel.** *Process Dashboard Team Support. Users Manual.* 2006. Process Dashboard Version 1.7 RC1. Team Support Version 2.4.
9. **EL MÉTODO DELPHI.** Universidad de Deusto. Facultad de CC.EE. y Empresariales. San Sebastian.



Bibliografía Citada

1. **Buades, Gabriel.** Calidad en Ingeniería de Software. [En línea] 14 de Enero de 2002. <http://dmi.uib.es/~bbuades/calidad/sld010.htm>.
2. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. [En línea] 2001. http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=Calidad.
3. Infocalidad. *Calidad, Definición y Conceptos*. [En línea] 2005. http://www.infocalidad.net/gest_calidad_def/definicion.asp.
4. **Fernández Carrasco, Oscar M., García León, Delba y Beltrán Benavides, Alfa.** Biblioteca Virtual en Salud. *Un Enfoque Actual Sobre la Calidad del Software*. [En línea] 1995. http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm.
5. **Grosso, Luis Alberto.** Universidad Tecnológica Nacional. *Taller de Calidad de Producto Software*. [En línea] Marzo de 2006. <http://web.frm.utn.edu.ar/liredat/docs/Calidad%20de%20Producto%20Grosso.pdf>.
6. **Dávila, Abraham, Meléndez, Karin y Flores, Luis.** IEEE. *Determinación de los Requerimientos de Calidad del Producto Software Basados en Normas Internacionales*. [En línea] Abril de 2006. http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/vol4issue2April2006/4TLA2_06Davila.pdf.
7. **Pressman, R. S.** *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. Quinta Edición. s.l. : McGraw-Hill, 2002. [En línea] <http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg02689.pdf>.
8. **Pérez Giraldo, Otoniel.** Willydev. *Métricas, Estimación y Planificación en Proyectos de Software*. [En línea] http://www.willydev.net/Descargas/WillyDEV_PlaneaSoftware.Pdf.
9. **González Doria, H.** *Las Métricas de Software y su Uso en la Región*. Universidad de las Américas Puebla. 2001. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales. [En línea] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/gonzalez_d_h/indice.html.
10. TECNOMAESTROS. *Uso de Métricas en la Ingeniería de Software*. [En línea] http://tecnomaestros.awardspace.com/metricas_software.php.
11. **Pressman, R. S.** *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. Cuarta Edición. s.l. : McGraw-Hill, 1998.
12. *Presentación del Grupo de Métricas*. Dirección de Calidad de Software. Universidad de las Ciencias Informáticas. C. Habana : s.n., 2008. Power Point.
13. **Mérida Mingarro, Ángela y Hernández Vila, Margarita.** Validación de un sistema de indicadores para medir el desempeño en la empresa de materiales de la construcción de Holguín. [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos15/valoracion/valoracion.shtml>.
14. **L.B, Rossi.** *Métricas de software*. Volume.



15. **Humphrey.** *Introducción al Proceso Software Personal.* Editorial Félix varela. C.Habana : s.n., 2001.
16. —. *Introducción al Proceso de Software del Equipo.* 2000.
17. **Scalone.** *Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad de software.* Buenos Aires : s.n., 2006. Universidad Tecnológica Nacional.
18. Practical Software & Systems Measurement. [En línea]
http://209.85.171.104/translate_c?hl=es&sl=en&u=http://www.psmc.com/AboutPSM.asp&prev=/search%3Fq%3DPractical%2BSoftware%2BMeasurement%26hl%3Des%26lr%3Dlang_es%26client%3Dfirefox-a%26channel%3Ds%26rls%3Dorg.mozilla:en-GB:official%26sa%3DG.
19. **Valencia Maza, Rafael.** ¿Es rentable medir la satisfacción del cliente? [En línea] Tendencias Industriales, S.A. de C.V. <http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Articulomedirlasatisfacciondelcliente.pdf>.
20. **Kotler, Philip.** *Dirección de mercadotecnia.* 1996.
21. **Cueva Lovelle, J.M.** Métricas de Usabilidad en la web. [En línea] 2004.
<http://www.di.uniovi.es/~cueva/asignaturas/doctorado/2004/MetricasUsabilidad.pdf>.
22. **Trust, Brian.** Servicio de consultas. *Metodología Innovadora. Satisfacción del cliente. Una práctica común: la medición de la Satisfacción del Cliente.* [En línea] 2003. <http://www.braintrust-cs.com/index.asp>.
23. **Quijano, Victor.** Web Nova. *¿Como Medir la satisfacción del cliente y Aumentarla?* [En línea] 20 de Enero de 2004. <http://www.webnova.com.ar/articulo.php?recurso=171>.
24. Teleformación. *Probabilidades y Estadísticas. Tema II, Conf. 3: Estadística Descriptiva. Distribuciones empíricas. Gráficos. Medidas estadísticas.* [En línea] 2008.
25. Conceptos Básicos en Estadística . [En línea] http://www.e-biometria.com/conceptos_basicos/conceptos_basicos.htm.
26. **Fernández Pons, Yanet.** *Pruebas de Aceptación del Cliente.* [En línea] 2007.
<http://www.monografias.com/trabajos36/pruebas-de-aceptacion/pruebas-de-aceptacion2.shtml#fundam>.
27. Instituto de Ingeniería de España. *El Método Delphi.* [En línea]
<http://www.gtic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>.



Anexos

Anexo 1: Encuesta sobre la satisfacción del cliente desarrollada a los Proyectos productivos.

- **Cuestionario realizado a los desarrolladores de los diferentes polos productivos de la UCI.**

1) Facultad a la que pertenece _____.

Respuesta	Average%	Total
Facultad 1	14	61
Facultad 2	47	47
Facultad 3	54	54
Facultad 4	56	56
Facultad 5	54	54
Facultad 6	14	14
Facultad 7	54	54
Facultad 8	8	38
Facultad 9	9	40
Facultad 10	8	34
Total	100%	452

2) ¿Se establece una fecha fija para la revisión y control de las entregas del proyecto?

_____ A veces.

_____ No.

_____ No sé.

_____ Si.

Respuesta	Average%	Total
A veces	6,6	30
No	2,2	10
No sé	8,8	40
Si	82	372
Total	100%	452



3) ¿Se le entrega con defectos el producto al cliente?

_____ Si.

_____ No.

Respuesta	Average	Total
Si	15.50	70
No	84.50	382
Total	100%	452

4) En caso de respuesta afirmativa en la pregunta anterior, evalúe el nivel de los defectos en el producto.

_____ Alto.

_____ Bajo.

_____ Medio.

Respuesta	Average%	Total
Alto	1,1	5
Bajo	17	77
Medio	5,1	23
Total	100%	452

5) ¿Se realizan pruebas internas en el proyecto?

_____ Si.

_____ No se.

_____ No.

Respuesta	Average	Total
No	11.30	51
No sé	26.10	118
Si	62.60	283
Total	100%	452



6) Seleccionar cuándo se realizan.

_____ Al finalizar cada orden de trabajo.

_____ Al liberar una versión.

_____ Al terminar un módulo.

_____ Otro momento.

Respuesta	Average%	Total
Al finalizar cada orden de trabajo	0,188	85
Al liberar una versión	0,111	50
Al terminar un módulo	0,223	101
Otro momento	0,069	31
Total	100%	452

7) Existen datos históricos de los procesos de liberación llevados a cabo en su proyecto.

_____ No.

_____ No sé.

_____ Si.

Respuesta	Average%	Total
No	11,9	54
No sé	56,4	255
Sí	31,6	143
Total	100%	452

8) ¿Conoce y utiliza las métricas de Calidad y Satisfacción del Cliente?

_____ Lo conoce solo por referencia.

_____ Lo conoce, pero no lo utiliza.

_____ Lo utiliza, pero no sabe o no puede utilizar sus resultados.

_____ Utiliza correctamente.



_____ No se aplica.

Respuesta	Average%	Total
Lo conoce solo por referencia	34.3%	155
Lo conoce, pero no lo utiliza	18.8	85
Lo utiliza, pero no sabe o no puede utilizar sus resultados	7.1	32
Utiliza correctamente	24.8	112
No se aplica	15	68
Total	100%	452

9) ¿Aplica métricas en su Proyecto?

_____Alguna(s) en ocasiones.

_____No conozco el término del que se me habla.

_____No.

_____Si.

Respuesta	Average%	Total
Alguna(s) en ocasiones.	29.40	133
No conozco el término del que se me habla.	26.10	118
No	18.40	83
Si	26.10	118
Total	100%	452

➤ **Cuestionario realizado a los directivos de los diferentes polos productivos de la UCI.**

1) Facultad a la que pertenece _____.

Respuesta	Average%	Total
Facultad 1	11	19
Facultad 2	11	18
Facultad 3	11	18
Facultad 4	11	19



Facultad 5	7	12
Facultad 6	11	18
Facultad 7	10	17
Facultad 8	7	12
Facultad 9	10	16
Facultad 10	11	18
Total	100%	167

2) ¿Se firma en un acta de aceptación la entrega de la documentación al cliente?

_____ A veces.

_____ No.

_____ No sé.

_____ Si.

Respuesta	Average%	Total
A veces	18	30
No	4	7
No sé	36	60
Si	42	70
Total	100%	167

3) ¿Se ejecutan las pruebas de aceptación con el cliente?

_____ A veces.

_____ No.

_____ No sé.

_____ Si.

Respuesta	Average%	Total
A veces	13	21
No	5	8
No sé	33	56
Si	49	82
Total	100%	167



4) ¿Se firma la aceptación del producto con el cliente?

_____ A veces.

_____ No.

_____ No sé.

_____ Si.

Respuesta	Average%	Total
A veces	10	16
No	3	5
No sé	37	62
Si	50	84
Total	100%	167

5) Considera el proceso de prueba y liberación de los resultados de los proyectos de la Universidad.

_____ Importante.

_____ Muy Importante.

_____ Necesario.

Respuesta	Average%	Total
Importante	13	22
Muy Importante	74	124
Necesario	13	21
Total	100%	167

6) Si fuese a establecer un proceso de mejora en los proyectos de su facultad, ¿Cuáles serían los 3 objetivos medibles que usted priorizaría?

_____ Cumplir con las funcionalidades específicas completamente.

_____ Lograr un mecanismo de control del proyecto que permita estar al tanto de su estado en cualquier momento.

_____ Mantener o mejorar las relaciones con su Cliente.



- _____ Mejorar la comprensión de los elementos de negocio que brindan los involucrados y usuarios finales.
- _____ Mejorar la satisfacción del cliente de entregas anteriores.
- _____ Mejorar los niveles de calidad obtenidos anteriormente (Reducir las cantidades de No conformidades).
- _____ Otros objetivos vinculados con los Involucrados y/o el Cliente.
- _____ Reducir los tiempos de entrega al Cliente.
- _____ Reducir Peticiones de Cambio por parte de las revisiones externas de Calidad o el Cliente.

Respuesta	Average%	Total
Cumplir con las funcionalidades específicas completamente.	4.7	9
Lograr un mecanismo de control del proyecto que permita estar al tanto de su estado en cualquier momento.	36.7	70
Mantener o mejorar las relaciones con su Cliente.	5.2	10
Mejorar la comprensión de los elementos de negocio que brindan los involucrados y usuarios finales	9.95	19
Mejorar la satisfacción del cliente de entregas anteriores	7.3	14
Mejorar los niveles de calidad obtenidos anteriormente (Reducir las cantidades de No conformidades)	15.2	29
Otros objetivos vinculados con los Involucrados y/o el Cliente	1.05	2
Reducir los tiempos de entrega al Cliente	15.7	30
Reducir Peticiones de Cambio por parte de las revisiones externas de Calidad o el Cliente	4.2	8
Total	100%	191



7) ¿Qué importancia usted le atribuye a medir elementos de su proceso de desarrollo, proyecto y producto obtenido, para mejorar la calidad de los mismos?

_____ Carece de importancia.

_____ Es importante, pero sustituible por otras prácticas o puede obviarse.

_____ Muy importante, es imprescindible medir para poder garantizar un correcto camino de mejora.

Respuesta	Average %	Total
Carece de importancia	1	2
Es importante, pero sustituible por otras prácticas o puede obviarse	17	29
Muy importante, es imprescindible medir para poder garantizar un correcto camino de mejora.	82	136
Total	100%	167

8) ¿Qué opinión tiene del uso de las métricas?

_____ Las considero muy útiles, me han aportado muy buenos resultados.

_____ No existen las condiciones necesarias para utilizarlas.

_____ No puedo opinar al respecto.

_____ No son necesarias.

_____ Realmente no me han aportado ningún resultado.

_____ Solo genera más trabajo para el Equipo de Proyecto.

Respuesta	Average %	Total
Las considero muy útiles, me han aportado muy buenos resultados.	34	57
No existen las condiciones necesarias para utilizarlas.	17	28



No puedo opinar al respecto.	44	74
No son necesarias.	1	1
Realmente no me han aportado ningún resultado.	3	5
Solo genera más trabajo para el Equipo de Proyecto.	1	2
Total	100%	167

9) ¿Se utilizan métricas en los proyectos de su facultad?

_____ En algunos.

_____ En todos.

_____ No.

_____ No sé.

Respuesta	Average %	Total
En algunos	59	99
En todos	13	21
No	13	22
No sé	15	25
Total	100%	167

Anexo 2: Caracterización de los expertos

Experto	Graduado de	Años vinculados a la UCI	Curso Métricas	Eventos Científicos	Experiencia Calidad
Experto 1	Ingeniero informático	3	No	Si	2 años y medio
Experto 2	Ingeniero informático	1	No	Si	2
Experto 3	Ingeniero en Ciencias Informáticas	1	Si	Si	1
Experto 4	Ingeniero informático	4	Si	Si	4
Experto 5	Ingeniero en Ciencias Informáticas	1	Si	Si	1



Experto 6	Ingeniero informático	3	Si	Si	3
Experto 7	Ingeniero informático	2	No	Si	2

Anexo 3: Encuesta sobre la propuesta presentada al panel de expertos.

Usted ha sido seleccionado para evaluar la propuesta de Métricas de Satisfacción del Cliente en la UCI.

1. ¿Considera usted que es importante medir la satisfacción de los clientes a través de métricas?

SI__ NO__ ¿Por qué?

2. ¿Cuáles de estos aspectos considera usted que son necesarios para medir la satisfacción de los clientes?

_____ Tiempo Real (es el que se dedicó realmente a la entrega del producto).

_____ Tiempo Estimado (fue el que se pactó con el cliente desde su inicio).

_____ Número de Cambios (son los cambios solicitados durante el primer trimestre (90 días) después de la implementación).

_____ Número de Defectos (es el total de incidencias en las que la aplicación no cumplió las especificaciones o expectativas del cliente).

_____ Número de Fallos (incluye todos los posibles fallos que puedan surgir repetidamente incluso por el mismo defecto).

_____ Cantidad de Casos de Uso (Los CU es el total de CU de la aplicación que está siendo medida).



Otros _____

3. ¿Considera usted que la aplicación en la UCI de un conjunto de métricas para conocer la satisfacción de los clientes cumplirá con el objetivo que se busca con su puesta en práctica?

SI__ NO__ ¿Por qué?

4. Haga una breve valoración de los beneficios o dificultades que pudiera presentar la aplicación de estas métricas para medir la satisfacción de los clientes de los productos elaborados en la UCI.

5. ¿Qué aspecto considera usted que se pudieran agregar, modificar o eliminar de la propuesta?

6. ¿Qué recomendaciones usted propone para aplicar la propuesta a los proyectos productivos?

Le garantizamos total discreción y confidencialidad con todo lo que se escriba aquí al respecto.

Anexo 4: Plantilla de métricas recolectadas por el Grupo de Calidad Central.

Teniendo en cuenta que se exponen una gran cantidad de métricas de distintas categorías sólo se mencionarán algunas.

Propuesta de las métricas generales de seguimiento y control de proyectos que van a tenerse en cuenta y proponer a la UCI.



	Métricas	Fórmula	Descripción
Tiempo y Planificación	[Tiempo]		Tiempo real dedicado por la persona en cada una de las tareas ejecutadas como parte del proyecto. Se expresa en minutos.
	[Tiempo Estimado]		Tiempo estimado por la persona en cada una de las tareas que debe ejecutar como parte del proyecto. Se expresa en minutos.
	[Razón del Costo de Planificación(RCP)]	[Tiempo Estimado] / [Tiempo]	Métrica que indica calidad de la planificación. Indica el grado en que se están cumpliendo las metas planificadas. Idealmente el RCP debe ser 1. Preferiblemente ligeramente mayor que 1.0, para contar con una holgura de tiempo moderada para posibles riesgos. Si es menor que 1.0 es que se está gastando más tiempo que lo planificado en los proyectos. Si son substancialmente mayores que 1 los planes están siendo muy conservadores.
	[Error Estimando Tiempo]	([Tiempo] - [Tiempo Estimado]) / [Tiempo Estimado]	Permite apreciar el margen de error en la estimación de tiempo. Esta métrica constituye un indicador de nuestra calidad en la estimación de tiempo. Entre más cercano a 0 sea este valor, mejor será nuestra estimación de tiempo. Valores sustancialmente mayores que 0 indican que el tiempo real está siendo sustancialmente mayor que el tiempo estimado y nuestra estimación está siendo demasiado irreal. Valores sustancialmente menores que 0 indican que nuestra estimación está siendo muy conservadora.
Tamaño	[Tamaño Estimado]		Tamaño estimado. Se expresa en LOC (líneas de código).
	[Tamaño]		Tamaño real. Se expresa en LOC (líneas de



			código).
	[Error Estimando Tamaño]	[(Tamaño) - (Tamaño Estimado)] / (Tamaño Estimado)	<p>Permite apreciar el margen de error en la estimación de tamaño. Esta métrica constituye un indicador de nuestra calidad en la estimación de tamaño.</p> <p>Entre más cercano a 0 sea el valor mejor será nuestra estimación de tamaño.</p> <p>Valores sustancialmente mayores que 0 indican que el tamaño real esta siendo sustancialmente mayor que el tamaño estimado y nuestra estimación está siendo demasiado irreal.</p> <p>Valores sustancialmente menores que 0 indican que nuestra estimación está siendo muy conservadora.</p>
Productividad	[Productividad Estimada]	60 * (Tamaño Estimado) / (Tiempo Estimado)	<p>Expresa la productividad estimada, o sea, la cantidad estimada de líneas de código que se producen en una hora.</p> <p>Se expresa en LOC/h.</p> <p>La tendencia debe ser que la productividad vaya aumentando paulatinamente.</p> <p>Su fórmula incluye un 60 (cantidad de minutos en una hora) para convertir el tiempo estimado que se expresa en minutos en horas.</p>
	[Productividad]	60 * (Tamaño) / (Tiempo)	<p>Expresa la productividad real, o sea, la cantidad real de líneas de código que se producen en una hora.</p> <p>Se expresa en LOC/h.</p> <p>La tendencia debe ser que la productividad vaya aumentando paulatinamente.</p> <p>Su fórmula incluye un 60 (cantidad de minutos en una hora) para convertir el tiempo real que se expresa en minutos en horas.</p>
Calidad	[Defectos Removidos Estimados]		Estimación de los defectos a eliminar
	[Defectos Removidos]		Defectos eliminados reales.
	[Defectos Inyectados]		Estimación de defectos a inyectar.



Estimados]		
[Defectos Inyectados]		Defectos inyectados reales.
[Densidad Defectos Estimada]	[Defectos Removidos Estimados] / [Tamaño Estimado]	Revela la cantidad estimada de defectos que se eliminan por líneas de código. La tendencia en esta métrica es ir disminuyendo paulatinamente.
[Densidad Defectos]	[Defectos Removidos] / [Tamaño]	Revela la cantidad real de defectos que se eliminan por líneas de código. La tendencia en esta métrica es ir disminuyendo paulatinamente.
[Estimación de defectos inyectados por horas]	60*[Defectos Inyectados Estimados] / [Tamaño Estimado]	Representa la cantidad estimada de defectos a inyectar por hora en el desarrollo de un proyecto. Esta métrica también puede ser evaluada a nivel de fases. Donde se tendrían en cuenta la estimación de defectos a inyectar para esa fase y su tiempo estimado. El objetivo o valor ideal para esta métrica es 0, La tendencia debe ser a ir disminuyendo gradualmente.
[Defectos inyectados por horas]	60*[Defectos Inyectados] / [Tamaño]	Representa la cantidad de defectos inyectados por hora en el desarrollo de un proyecto. Esta métrica también puede ser evaluada a nivel de fases. Donde se tendrían en cuenta los defectos a inyectar para esa fase y su tiempo. El objetivo o valor ideal para esta métrica es 0. La tendencia debe ser a ir disminuyendo gradualmente.
Total de defectos inyectados por KLOC (1000 líneas de código)	Defectos/KLOC = 1000 * Total de defectos inyectados/LOC nuevas y cambiadas	El valor ideal para esta métrica es 0.
Defectos inyectados en la fase de diseño por KLOC	Defectos inyectados en la fase de diseño/KLOC = 1000 * Total de defectos inyectados en la fase de diseño/LOC nuevas y cambiadas.	El valor ideal para esta métrica es 0.
Defectos inyectados en la fase de código por KLOC	Defectos inyectados en la fase de código/KLOC = 1000 * Total de defectos inyectados en la fase de código/LOC nuevas y cambiadas	El valor ideal para esta métrica es 0.



<p>Defectos removidos en la fase de revisión de diseño por KLOC</p>	<p>Defectos removidos en la fase de revisión de diseño/KLOC = 1000 * Total de defectos removidos en la fase de revisión de diseño /LOC nuevas y cambiadas</p>	<p>Lo ideal es que el valor de esta métrica tienda a aumentar pero se recomienda que no se analice de forma aislada sino con respecto a los valores de defectos inyectados en la propia fase y en fases anteriores, ya que se desea, que en el desarrollo de esta fase se eliminen la mayor cantidad posible de los defectos inyectados en las fases que le anteceden y en la propia fase.</p>
<p>Defectos removidos en la fase de revisión de código por KLOC</p>	<p>Defectos removidos en la fase de revisión de código/KLOC = 1000 * Total de defectos removidos en la fase de revisión de código/LOC nuevas y cambiadas.</p>	<p>Lo ideal es que el valor de esta métrica tienda a aumentar pero se recomienda que no se analice de forma aislada sino con respecto a los valores de defectos inyectados en la propia fase y en fases anteriores, ya que se desea, que en el desarrollo de esta fase se eliminen la mayor cantidad posible de los defectos inyectados en las fases que le anteceden y en la propia fase.</p>
<p>Defectos removidos en la fase de compilación por KLOC.</p>	<p>Defectos removidos en la fase de compilación/KLOC = 1000 * Total de defectos removidos en la fase de compilación /LOC nuevas y cambiadas.</p>	<p>El valor ideal para esta métrica es 0, si los defectos inyectados en codificación no persisten hasta fases posteriores.</p>
<p>Defectos removidos en la fase de prueba por KLOC</p>	<p>Defectos removidos en la fase de prueba/KLOC = 1000 * Total de defectos removidos en la fase de prueba /LOC nuevas y cambiadas.</p>	<p>Para esta métrica el valor ideal es 0, si no persisten defectos al concluir esta fase. Lo deseado es que todos los errores hubieran sido detectados y eliminados antes de llegar a esta fase.</p>
<p>% de defectos inyectados para una fase</p>		<p>Este tipo de gráfico no posee una métrica directamente asociada. Pero si nos permite valorar en que fases del proceso se están inyectando la mayoría de los defectos y cuál requiere más de nuestra atención y revisión.</p>
<p>% de defectos removidos para una fase</p>		<p>Este tipo de gráfico no posee una métrica directamente asociada. Pero si nos permite valorar en que fases del proceso se están eliminando la mayoría de los defectos. Para una</p>



		mejor comprensión de este gráfico debe considerarse el análisis realizado sobre el gráfico anterior y el de "Defectos removidos en prueba".
Defectos removidos por hora	Defectos removidos/h = 60*Defectos removidos en <fase>/tiempo de <fase>	El valor ideal para esta métrica en cada una de las fases es 0 siempre que se cumpla que no existen defectos inyectados.
Influencia en Defectos removidos	DRL se calcula como: (Defectos/horas) en la <fase> / (defectos/horas) en prueba de unidad.	Esta métrica debe ser más alta para las fases de revisión que para el resto de las fases.
Defectos inyectados por fases a la fecha		Nos permite saber cuáles son las fases de mayores problemas en desarrollo de un proyecto.
Defectos removido por fases a la fecha		
[Rendimiento]	100 * [\sum("Defectos Removidos en las fases de rendimiento) / \sum(" Defectos inyectados en las fases de rendimiento)]	Representa el rendimiento o average en los defectos. El objetivo o meta es un rendimiento de 100%, o sea, que se traten de eliminar todos los defectos tan pronto como sea posible, o sea, en las fases de rendimiento. Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de rendimiento.
[Rendimiento Estimado]	100 * [\sum("Defectos Removidos Estimados en las fases de rendimiento) / \sum(" Defectos inyectados Estimados en las fases de rendimiento)]	Representa el rendimiento o average estimado en los defectos. El objetivo o meta es un rendimiento de 100%, o sea, que se traten de eliminar todos los defectos tan pronto como sea posible, o sea, en las fases de rendimiento. Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de rendimiento.
[% de Apreciación Estimado del costo de la calidad]	\sum("Tiempo Estimado en las fases de apreciación) / [Tiempo Estimado]	Calcula qué % del Tiempo Estimado total representa el Tiempo Estimado para las fases de apreciación. El tiempo estimado que se invierte en revisar o inspeccionar, es un costo en el que se incurre en favor de la calidad. La meta a lograr es



		<p>que este porcentaje vaya aumentando en la medida que se aumente en madurez. Al aumentar la Apreciación Estimada del costo de la calidad, debe ir disminuyendo la cantidad de defectos detectados en prueba, lo cual evidencia la relación entre el costo de la calidad de valoración y la mejora de la calidad de producto.</p> <p>Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de apreciación.</p>
[% de Apreciación del costo de la calidad]	$\sum(\text{"Tiempo en las fases de apreciación"}) / [\text{Tiempo}]$	<p>Calcula qué % del Tiempo total representa el Tiempo para las fases de apreciación.</p> <p>El tiempo estimado que se invierte en revisar o inspeccionar, es un costo en el que se incurre en favor de la calidad. La meta a lograr es que este porcentaje vaya aumentando en la medida que se aumente en madurez. Al aumentar la Apreciación del costo de la calidad, debe ir disminuyendo la cantidad de defectos detectados en prueba, lo cual evidencia la relación entre el costo de la calidad de valoración y la mejora de la calidad de producto.</p> <p>Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de apreciación.</p>
[% de Fallo Estimado del costo de la calidad]	$\sum(\text{"Tiempo Estimado en las fases fallo"}) / [\text{Tiempo Estimado}]$	<p>Calcula qué % del Tiempo Estimado total representa el Tiempo Estimado en las fases de fallo.</p> <p>La meta a alcanzar es que esta métrica vaya disminuyendo en la medida que se aumente en madurez, debido a que se debe invertir más tiempo en fases de apreciaciones que en fases de fallo.</p> <p>Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de fallo.</p>
[% de Fallo del costo de la calidad]	$\sum(\text{"Tiempo en las fases fallo"}) / [\text{Tiempo}]$	<p>Calcula qué % del Tiempo total representa el Tiempo en las fases</p>



			<p>de fallo.</p> <p>La meta a alcanzar es que esta métrica vaya disminuyendo en la medida que se aumente en madurez, debido a que se debe invertir más tiempo en fases de apreciaciones que en fases de fallo. Esta métrica sólo se refleja en los resúmenes si existe alguna fase de fallo.</p>
Estimación de la razón apreciación-fallo.	[% de Apreciación Estimada del costo de la calidad]/ [% de Fallo Estimado del costo de la calidad]		<p>Calcula la razón que existe entre el % Apreciación Estimado del costo de la calidad y el % Fallo Estimado del costo de la calidad.</p> <p>La meta a alcanzar es que la Estimación de la razón apreciación-fallo vaya aumentando en la medida que se aumente en madurez, debido a que debe ir aumentando el % Apreciación Estimada del costo de la calidad y disminuyendo el % Fallo Estimado del costo de la calidad.</p>
Razón apreciación-fallo.	[% de Apreciación del costo de la calidad] / [% de Fallo del costo de la calidad]		<p>Calcula la razón que existe entre el % Apreciación del costo de la calidad y el % Fallo del costo de la calidad.</p> <p>La meta a alcanzar es que la razón apreciación- fallo vaya aumentando en la medida que se aumente en madurez, debido a que debe ir aumentando el % de Apreciación del costo de la calidad y disminuyendo el % de Fallo del costo de la calidad.</p>
% Estimado del costo de la calidad	[% de Apreciación Estimada del costo de la calidad]		<p>Esta métrica no aparece directamente en los resúmenes ya que su significado es el mismo que Apreciación Estimada del costo de la calidad.</p>
% del costo de la calidad	[% de Apreciación del costo de la calidad]		<p>Esta métrica no aparece directamente en los resúmenes ya que su significado es el mismo que Apreciación del costo de la calidad.</p>



Glosario de Términos y Siglas

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización o International Organization for Standardization.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos o The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

SEI: Centro de Investigación y Desarrollo sostenido por el Departamento de Defensa y operado por la Universidad Carnegie Mellon.

CMM: Modelo de Capacidad y Madurez.

CMMI: Modelo de Capacidad y Madurez Integrado.

ISPJAE: Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.

EPL: Esfuerzo Promedio por Líneas de código fuente.

EIP: Eficiencia del Inspector en la fase de Preparación.

CEETI: Centro de Estudios de la Electrónica y Tecnologías de la Información.

UCLV: Universidad Central de las Villas.

PSP: Proceso Personal del Software o Personal Software Process.

TSP: Proceso del Software en Equipo o Team Software Process.

Process Dashboard: Consola de Procesos.

PSM: Práctica de Software y Sistemas de Medición o Practical Software Measurement.

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación.



Sesgo: Curso o rumbo que toma un negocio.

Estadística Descriptiva: Se ocupa de la descripción de datos experimentales, donde los datos son ordenados, resumidos y clasificados con objeto de tener una visión más precisa y conjunta de las observaciones.

Metodología Delphi: Es considerado uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiables, constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas.