

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 8



Entregables que garantizan la calidad del
producto en el proceso de producción de
software educativo.

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

Autor:

Osiris Perez Moya

Tutora:

Ing. Licet Gutiérrez Mompié

Ciudad de La Habana, Cuba

Mayo, 2007

“Año del 49 aniversario del Triunfo de la Revolución”

*"Es ignorancia no saber distinguir entre lo que necesita demostración y
lo que no la necesita."*

Aristóteles.

Dedicatoria

*A mi mamá **Amanda**, por haber sido madre, amiga, ternura y pasión, por todo su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles por los cuales atravesé.*

*A mi papá, **Juan**, por el sacrificio de tantos años y por haber depositado en mí toda la confianza del mundo.*

*A mis hermanos **Eliécer, Yordanis, Yohan**, por ser mis hermanos y por quererme tanto.*

*A **Abilia y Eugenia** mis abuelas y al resto de la **familia** por apoyarme en las decisiones tomadas.*

Agradecimientos

Agradezco a:

A Yudita por los consejos, por ser más que una amiga y por estar presentes en todos los momentos vividos a lo largo de la carrera.

A Dayron, Yuniesky y Risell por ser amigos incondicionales y estar presentes en los buenos y malos momentos.

A Jesús, Peralta, Ransel, por la confianza, los consejos, y por existir.

A mi tutora Licet, por dedicar tantas horas de su tiempo al trabajo y darle vida a esta investigación.

A Matilde, por haber sido madre en los momentos más difíciles y darme los consejos necesarios para llegar hasta el final.

A todos mis vecinos por brindarme su ayuda desinteresada.

A todos mis compañeros y amigos por los ratos compartidos, por haberme ayudado y soportado a lo largo de mi carrera.

A todos los que me han ayudado, muchas gracias, les estoy muy agradecido.

Osiris.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo definir entregables que permitan controlar la calidad en el proceso de producción de software educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas debido a la inexistencia de los mismo dentro del en el proceso de producción de software educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Luego de realizar un estudio sobre los diferentes modelos y estándares de calidad a nivel de proceso y de producto, y de hacer un análisis de las características del software educativo, se llegó a la conclusión de que los mismos no se contemplan dentro de su definición. Los entregables que se definieron permitirán de forma clara y asequible el control de la calidad del producto en cada una de las etapas por el que pasa el proceso de producción de software educativo. En este trabajo se abordan las etapas que son específicas para el software educativo: modelación pedagógica, contratación, gestión de medias y diseño gráfico; además se mencionan que aspectos se deben considerar para garantizar que el producto final tenga calidad una vez que pase por las etapas definidas en el proceso de producción.

Índice

Introducción	2
Fundamentación teórica	4
Introducción	4
1.1 Calidad	4
1.1.1 Objetivos de Calidad	8
1.1.1.1 Nuestros objetivos de calidad	8
1.1.2 Garantía de la calidad de software	8
1.1.3 Factores que determinan la calidad del software	9
1.1.4 Control de calidad	9
1.1.5 Círculo de calidad	9
1.1.6 Calidad en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)	10
1.2. Sobre las normas internacionales de calidad	10
1.2.1 Modelo de Madurez de Capacidad para el Software. CMM.	10
1.2.1.1 Estructura del CMM.	11
1.2.1.2 Niveles de madurez del CMM.	11
1.2.1.2.1 Nivel 1 – El nivel inicial.	11
1.2.1.2.2 Nivel 2 – El nivel repetible.	12
1.2.1.2.2.1 Medición y Análisis	12
1.2.1.2.2.2 Aseguramiento de la calidad	12
1.2.1.2.2.3 Nivel 3 – El nivel definido	12
1.2.1.2.2.4 Nivel 4 – El nivel gestionado	13
1.2.1.2.2.5 Nivel 5 – El nivel optimizado	13
1.2.1.3 Desventajas del modelo	13
1.2.2 Modelo CMMI.	14
1.2.2.1 Áreas de proceso.	14
1.2.2.1.1 Gestión de la calidad de los procesos y del producto	15
1.2.2.1.2 Medición y Análisis	15
1.2.2.1.3 Desempeño de los procesos	16
1.2.3 Organización de estandarización internacional. ISO 9000.	16
1.2.3.1 ISO 9000:2005	17
1.2.3.2 ISO 9001:2000	17
1.2.3.3 ISO 9004:2000	17
1.2.3.4 ISO 19011	17
1.2.3.5 Beneficios de los sistemas de calidad basados en ISO 9000	18
1.2.3.6 Implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad según las normas ISO 18	

1.3	Estándar internacional ISO/IEC 15504. Spice -----	19
1.3.1	Niveles de capacidad en Spice -----	19
1.3.2	Uso del Modelo-----	20
1.3.2.1	Ventajas para la industria del software-----	20
1.3.2.2	Ventajas para los compradores del software -----	21
1.3.2.3	Beneficios Y desventajas de SPICE -----	21
1.4	Sobre los modelos y estándares internacionales de calidad-----	21
1.4.1	Modelos de calidad del software a nivel de proceso -----	24
1.4.1.1	Modelo de calidad PSP-----	24
1.4.1.2	Modelo de calidad TSP -----	24
1.4.1.3	Modelo de calidad PSM -----	25
1.4.1.4	Modelo de calidad Bootstrap-----	26
1.4.2	Modelos de calidad del software a nivel de producto -----	27
1.4.2.1	Modelo de calidad McCall-----	27
1.4.2.1.1	Características Operativas-----	27
1.4.2.1.2	Capacidad de Soportar Cambios-----	28
1.4.2.1.3	Adaptabilidad de nuevos entornos-----	28
1.4.2.2	Modelo de calidad Furps -----	30
1.4.2.3	Modelo de calidad Boehm -----	31
1.4.2.4	Modelo de calidad Dromey -----	32
1.4.2.5	Modelo de calidad Gilb -----	32
1.4.2.6	Modelo de calidad Gqm -----	33
1.4.2.7	Modelo de calidad Stac-----	34
1.4.2.8	Modelo de calidad C-qm -----	34
1.4.3	Estándares de calidad del software a nivel de procesos -----	35
1.4.3.1	Estándar de calidad ISO 90003:2004-----	35
1.4.3.2	Estándar de calidad ISO/IEC 12207:1995-----	35
1.4.3.3	Estándar de calidad ISO/IEC 12207:2002 AMD 1 -----	37
1.4.3.4	Estándar de calidad ISO/IEC 12207:2004 AMD 2 -----	37
1.4.3.5	Estándar de calidad IEEE/EIA 12207.0 – 1996 -----	37
1.4.4	Estándares de calidad del software a nivel de producto-----	37
1.4.4.1	Estándar de calidad ISO/IEC 9126-1:2001 – Quality Model -----	37
1.4.4.2	Estándar de calidad ISO/IEC 25000:2005 – Square-----	38
1.4.4.2.1	Administración de la Calidad-----	38
1.4.4.2.2	Modelo de Calidad -----	39
1.4.4.2.3	Medidas de Calidad-----	39
1.4.4.2.4	Requerimientos de Calidad -----	39
1.4.4.2.5	Evaluación de la Calidad -----	39

1.4.4.3	Estándar de calidad IEEE - STD 1061-1998: Standard for a Software Quality Metrics Methodology-----	40
1.4.4.3.1	Sus características operativas-----	40
1.4.4.3.2	Su adaptabilidad a nuevos entornos-----	40
1.5	Multimedia-----	40
1.5.1	Tipos de información multimedia-----	41
1.6	Software educativo-----	42
1.6.1	Características de un buen Software Educativo-----	42
1.6.2	Clasificación de los programas didácticos-----	43
1.6.3	Funciones del software educativo-----	44
1.6.3.1	Funciones que pueden realizar los programas-----	44
1.6.3.1.1	Función informativa-----	44
1.6.3.1.2	Función instructiva-----	44
1.6.3.1.3	Función motivadora-----	44
1.6.3.1.4	Función evaluadora-----	44
1.6.3.1.5	Función investigadora-----	44
1.6.3.1.6	Función metalingüística-----	45
1.6.3.1.7	Función innovadora-----	45
	Conclusión-----	45
	Propuesta de solución-----	46
	Introducción-----	46
2.1	Proceso de producción de software educativo-----	46
2.1.1	Contratación-----	50
2.1.1.1	Entregables de contratación-----	53
2.1.1.1.1	Expediente de proyecto-----	53
2.1.1.1.2	Alcance del producto-----	54
2.1.1.1.3	Entregables para la entrega final-----	55
2.1.2	Modelación Pedagógica-----	56
2.1.2.1	El guión de contenido-----	57
2.1.2.2	Algunas consideraciones según la enseñanza a la que va dirigido el producto	60
2.1.2.3	Entregables de la Modelación pedagógica-----	62
2.1.2.3.1	Lista de chequeo para el control de aspectos pedagógicos----	62
2.1.3	Gestión de medias-----	63
2.1.3.1.1	Imágenes-----	65
2.1.3.1.2	Locuciones, audio y sonidos-----	68
2.1.3.1.3	Videos-----	70
2.1.3.1.4	Textos-----	71

2.1.3.1.5	Nomenclatura para las medias -----	71
2.1.3.1.5.1	Nomenclatura para las locuciones, audio y sonido -----	72
2.1.3.1.5.2	Nomenclatura para los videos -----	72
2.1.3.1.5.3	Nomenclatura para las imágenes-----	73
2.1.3.1.6	Entregables de la gestión de medias -----	74
2.1.3.1.6.1	Control de las imágenes-----	74
2.1.3.1.6.2	Control de las locuciones, sonidos y audio -----	75
2.1.3.1.6.3	Control de los videos -----	76
2.1.4	Diseño gráfico-----	77
2.1.4.1	Pautas por Módulos -----	78
2.1.4.2	Pautas para cada Caja de Texto-----	78
2.1.4.3	Mascota-----	78
2.1.4.4	Pautas para el resto del diseño-----	79
2.1.4.4.1	Botones -----	79
2.1.4.4.2	Cajas de Diálogos-----	79
2.1.5	Beneficios de la propuesta -----	80
Conclusiones-----		82
Recomendaciones-----		83
Referencias bibliográficas -----		84

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 MEJORES PRÁCTICAS DEFINIDAS POR RUP-----	7
ILUSTRACIÓN 2 NIVELES DE MADUREZ DE CMM-----	11
ILUSTRACIÓN 3 ESTRUCTURA DE LOS MODELOS DE CALIDAD -----	22
ILUSTRACIÓN 4 FACTORES DE CALIDAD DEL MODELO DE MCCALL -----	27
ILUSTRACIÓN 5 MODELO DE BOEHM-----	31
ILUSTRACIÓN 6 EJEMPLO DE MÉTRICAS DERIVADAS DE LOS OBJETIVOS Y PREGUNTAS EN GQM-----	33
ILUSTRACIÓN 7 CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL MODELOS DE C-QM -----	35
ILUSTRACIÓN 8 DE PRODUCCIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA UCI-----	47
ILUSTRACIÓN 10 EJEMPLO DE UN MAPA DE CONTENIDO -----	59

Índice de tablas

TABLA 1 ÁREAS DE PROCESOS DE CMMI -----	14
TABLA 2 AUDIENCIA DEL MODELO SPICE -----	20
TABLA 3 DIMENSIÓN DE CALIDAD DE DATOS -----	23
TABLA 4 ASPECTOS QUE DEBEN ESTAR PRESENTES EN LA ESTRUCTURA DE UN GUIÓN MULTIMEDIA-----	58
TABLA 5 ASPECTOS PEDAGÓGICOS A TENER EN CUENTA EN LA CONFECCIÓN DEL MODELO PEDAGÓGICO-----	62
TABLA 6 FORMATOS DE IMÁGENES. -----	66
TABLA 7 REQUERIMIENTOS DE LAS IMÁGENES QUE SE UTILIZARÁN -----	68
TABLA 8 EXTENSIONES DE LOS SONIDOS Y LAS LOCUCIONES QUE SE UTILIZARÁN -----	68
TABLA 9 EXTENSIONES DE LOS VIDEOS QUE SE UTILIZARÁN-----	70
TABLA 10 EXTENSIONES DE LOS TEXTOS QUE SE UTILIZARÁN -----	71
TABLA 11 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA GESTIÓN DE IMÁGENES -----	74
TABLA 12 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA GESTIÓN DE LOCUCIONES Y SONIDOS-----	75
TABLA 13 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA GESTIÓN DE VIDEOS-----	76

Introducción

El desarrollo del Software Educativo (SE) se ha convertido en una necesidad para el sistema educativo tanto nacional como internacional. La utilización de la tecnología, en especial de la multimedia, en la educación responde a la nueva concepción de la enseñanza como un proceso no lineal, y a la integración de texto, imágenes y sonidos (medias), bajo el control de un ordenador. Es por esto que cada vez más se hace necesario por la importancia que reviste la inclusión del mismo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje para que se garantice la calidad del mismo.

La calidad dentro del software educativo se garantiza, como en cualquier software, en el proceso de desarrollo del mismo. El departamento de calidad de la Universidad de las Ciencias Informáticas ha definido lineamientos mínimos y ha propuesto entregables para los proyectos de producción de software que no se ajustan a las necesidades del software educativo por las características de este. Esto trae como consecuencia que el producto final no cuente con la calidad requerida y dificulte la inserción de nuestra universidad en el mercado internacional.

Actualmente la calidad se mide al final de la producción y generalmente se debe regresar al inicio para erradicar los problemas y defectos encontrados, provocando pérdida de tiempo, de recursos y problemas a la hora de certificar los productos que se desarrollan.

La no existencia de entregables que controlen la calidad del producto en las etapas de modelación pedagógica, gestión de medias y diseño gráfico durante el proceso de producción de SE provoca una disminución de la calidad del software producido en la Universidad de las Ciencias Informáticas. El objetivo de este trabajo es definir entregables que permitan controlar la calidad del producto en las etapas de modelación pedagógica, gestión de medias y diseño gráfico durante el proceso de producción de software educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas. El objeto de estudio lo conforma el proceso de producción de software educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Y su campo de acción es la calidad del software educativo en la

Universidad de las Ciencias Informáticas. Una idea a defender es que si se proponen entregables que controlen la calidad del producto en las etapas de modelación pedagógica, gestión de medias y diseño gráfico durante el proceso de producción de software educativo, se espera aumente la calidad del software que se produce en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Algunas de las tareas de investigación que se desarrollaron son:

- Investigar sobre los modelos y estándares de desarrollo de software.
- Entrevistar a especialistas y expertos en la producción de SE y en calidad.
- Proponer entregables.

En el marco conceptual se definió como:

- Entregables: Documentos que definirán factores y atributos que determinan calidad del producto de software.
- Calidad del software educativo: El grado en que el software cumple con los requisitos preestablecido.
- Software Educativo: Término que se usa para designar genéricamente los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Fundamentación teórica

Introducción

Hoy en día, al hablar sobre calidad, ya sea en una empresa o en determinado producto con perspectivas de salir al mercado, pensamos en un grupo de normas o modelos internacionales que administran o plantean las características que debe tener esa empresa o producto.

Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional. [1]

La finalidad principal de las normas es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad. Tiene valor indicativo y de guía. Actualmente su uso se va extendiendo y hay un gran interés en seguirlas porque desde el punto de vista económico reduce costes, tiempo y trabajo. Incluyen criterios de eficacia y de capacidad de respuesta a los cambios. [2]

1.1 Calidad

La palabra calidad tiene múltiples significados: [3]

1. De un producto o servicio: es la percepción que el cliente tiene del mismo. Es una fijación mental del consumidor que asume con conformidad un producto o servicio determinado, que solo permanece hasta el punto de necesitar nuevas especificaciones. Es cuando un producto o servicio satisface las necesidades del cliente o del usuario.

2. Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas o que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades implícitas previamente establecidas.

Calidad: Según la real academia su significado es: Manera de ser de una persona o cosa. Carácter, genio, índole. Condición o requisito que se pone en contrato. Circunstancias personales de un individuo en relación con algún empleo, cargo o dignidad. Prendas morales. [4]

Calidad del producto: Es en muchos aspectos, una característica intangible. La calidad la establece esencialmente el cliente, y se procura que el diseño y la fabricación del producto para la venta, satisfaga estos requerimientos. [5]

Estos requerimientos de calidad del cliente los interpreta el ingeniero del producto quién establece las especificaciones y marca las tolerancias. La ingeniería del proceso es la responsable de la especificación de las operaciones así como del diseño y consecución del equipo, lo cual hará que el producto cumpla con las especificaciones. El departamento de fabricación utiliza este equipo para producir y la función de control de calidad asegura que el producto se fabrique conforme a las especificaciones. [5]

Calidad del software: El grado en que el software satisface una serie de requerimientos de operación preestablecidos, los estándares de desarrollo especificados con anterioridad y las características inherentes a todo producto de software desarrollado de manera profesional. [6]

Evaluación: La evaluación es el componente más olvidado, entre otras cosas, por la dificultad que implica su definición, pues muchas veces se le confunde con el término de medición. Por evaluación entendemos el establecer un juicio o valor sobre algo. No es sinónimo ni debe confundirse con la medición, pues este término se refiere al proceso de colección de datos, la mayoría de las veces cuantitativos, los cuales luego serán utilizados como base para establecer los juicios. Por lo tanto, el concepto evaluación abarca más que el de medición, pues al medir no necesariamente se está evaluando. Pero para realizar una adecuada evaluación se necesita que el proceso de medición sea válido y confiable. [6]

Algunas de las ventajas de la evaluación:

1. Que conlleva la manipulación del objeto en cuestión, y por ende, el acercamiento a su forma de operar.
2. Permite conocer la variedad de materiales digitales que el mercado ofrece, implica, necesariamente, la comparación.
3. Es válido mencionar que el crear un software educativo implica el manejo forzoso de técnicas informáticas, las cuales sólo poseen los especialistas. Sin embargo, el docente es pieza clave para la elaboración de los contenidos, pues domina la materia y las características del nivel educativo donde se inscribe.

Auditoria: Auditar es el proceso de acumular y evaluar evidencia, realizado por una persona independiente y competente acerca de la información cuantitativa de una entidad económica específica, con el propósito de determinar e informar sobre el grado de correspondencia existente entre la información cuantificable y los criterios establecidos. [7]

El auditor informático ha de velar por la correcta utilización de los amplios recursos que la empresa pone en juego para disponer de un eficiente y eficaz Sistema de Información. De otra manera: cuando se realiza una auditoria del área de Desarrollo de Proyectos Informáticos de una empresa, es porque en esa área existen ineficiencias, debilidades de organización, o de inversiones, o de seguridad, o alguna mezcla de ellas. [8]

Rational Unified Process (RUP) es una metodología que se utiliza para realizar la documentación de productos software, tiene como objetivo asegurar la producción de software de calidad dentro de plazos y presupuestos predecibles. Es dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo (mini-proyectos) e incremental (versiones). Se centra en la producción y mantenimiento de modelos del sistema más que en producir documentos. RUP pretende implementar las mejores prácticas actuales en ingeniería de software. [9]

Esta metodología propone una serie de plantillas que ayudan en la organización de un proyecto, planificación, mejor entendimiento del objetivo a informatizar y definición de involucrados.

La siguiente imagen muestra las buenas ó mejores prácticas que define RUP, en la que se incluye la verificación continuamente de la calidad: [10]

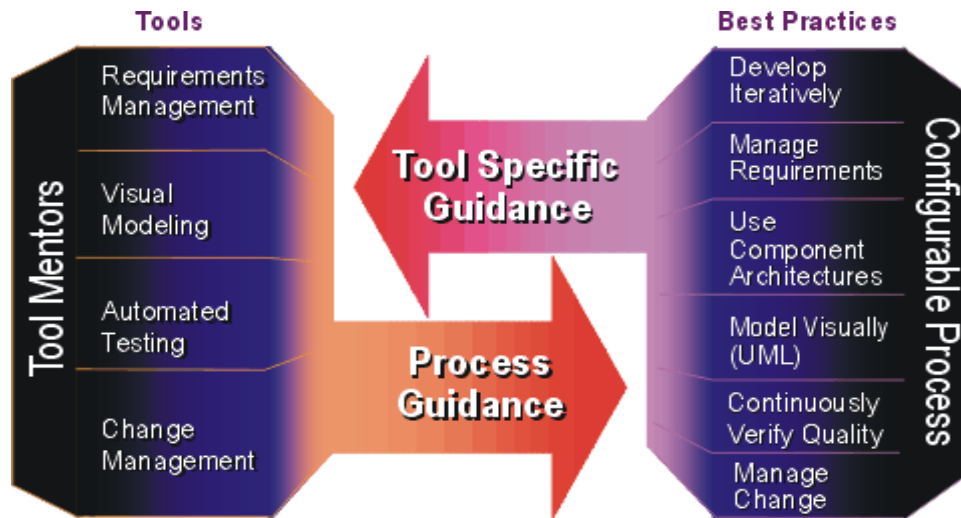


Ilustración 1 Mejores prácticas definidas por RUP

Respecto a esto RUP plantea que es importante que se evalúe la calidad de todos los artefactos en el ciclo de vida del proyecto. Deben evaluarse los artefactos y las actividades que los producen. En particular, cuando el software ejecutable se produce, debe sujetarse a la demostración y prueba de guiones importantes en cada iteración que proporciona un entendiendo más tangible de intercambios del plan y la eliminación más temprana de defectos arquitectónicos. Sobre la calidad del proceso dice que se refiere al grado a que un proceso aceptable, incluso las medidas y criterio para la calidad, se ha llevado a cabo y adhirió a para producir los artefactos. Para ayudar en la evaluación del proceso y calidad del producto, el Proceso Unificado Racional (RUP) ha definido: [10]

- Actividades: una descripción de la actividad que debe ser realizada y los pasos para realizarla.
- Pautas: son las técnicas y consejos prácticos útiles por realizar la actividad.
- Pautas del artefacto y Puntos de control: cómo desarrollar y usar el artefacto, y comprobar si es el adecuado.
- Plantillas: modelos o prototipos del artefacto que mantiene estructura y guía el volumen.

La revisión técnica formal (RTF), a veces llamada inspección, es el filtro más efectivo desde el punto de vista del aseguramiento de la calidad y es un medio efectivo para mejorar la calidad del software. Esta actividad también se encuentra definida dentro de RUP. [10]

1.1.1 Objetivos de Calidad

Todo objetivo debe tener tres características para poder decir que el objetivo está bien planteado: [3]

- 1.- Claro, el objetivo debe ser muy claramente definido, para que sepa exactamente que es lo que quiero medir.
- 2.- Medible, el objetivo debe contener información numérica y en términos de tiempo para que pueda ser medible y determinar si al cierre del periodo se alcanzó lo que se indicó.
- 3.- Alcanzable, el objetivo debe ser alcanzable refiriéndose a que, para poder escribir que las no conformidades serán de un 5% es debido a que tal vez anteriormente ya he logrado que sean del 7%.

1.1.1.1 Nuestros objetivos de calidad

- ✓ Entrega puntual del software que se ajusta a los requerimientos del cliente.
- ✓ Definición de estándares de sistemas, procedimientos y procesos.
- ✓ Mediciones, análisis y medidas preventivas y correctoras en el proceso de desarrollo.
- ✓ Incremento de la productividad y eficiencia mediante una continua mejora de los procesos.

1.1.2 Garantía de la calidad de software

La garantía de Calidad del Software (SQA) es una “actividad de protección” que se aplica a lo largo de todo el proceso de Ingeniería Software, engloba: [1]

- ✓ Métodos y herramientas de análisis, diseño, implementación y prueba.
- ✓ Revisiones técnicas formales que se aplican durante cada flujo de trabajo de la Ingeniería del Software.

- ✓ Una estrategia de prueba multiescalada.
- ✓ El control de la documentación del software y de los cambios realizados.
- ✓ Un procedimiento que asegure un ajuste a los estándares de desarrollo del software.
- ✓ Mecanismos de medidas y de información.

1.1.3 Factores que determinan la calidad del software

Factores que pueden ser medidos directamente. Por ejemplo: Errores/KLDC/unidad de tiempo. [1]

Factores que sólo pueden ser medidos indirectamente. Por ejemplo: Facilidad de uso o de mantenimiento. [1]

En cualquiera de los dos casos se puede medir. Debemos comparar el Software con alguna referencia y llegar a una indicación de Calidad. [1]

1.1.4 Control de calidad

La función del control de calidad existe como una organización de servicio para interpretar las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación. Su función consiste en la colección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada. Para comprender bien cada función es necesario conocer el concepto de calidad. [11]

1.1.5 Círculo de calidad

Un círculo de calidad es un grupo voluntario compuesto de trabajadores que se reúnen para mejorar el ritmo y la calidad de lo que hacen, y presentar dichas mejoras a la dirección. Algunas de las áreas que abarcan son la mejora de la seguridad, el diseño de productos y la mejora en los procesos de producción. Una de las ventajas de los círculos de calidad es la permanencia, ya que los grupos permanecen entre proyecto y proyecto. [11]

Esta técnica japonesa de gestión fue introducida en los años sesenta. Kaoru Ishikawa fue uno de los primeros en utilizarla. [11]

1.1.6 Calidad en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

Nuestra universidad en el tema de calidad no se ha quedado atrás, se han definido los lineamientos mínimos de calidad que deben cumplir cada proyecto que se gaste en ella, así como una serie de documentos y plantillas que tributan a la organización interna de cada proyecto, en los anexos se pueden ver los lineamientos establecidos y algunos de los documentos definidos: Lista de riesgos UCI, Cuaderno de Trabajo, Distribución del Tiempo de Maquina, Visión del proyecto UCI entre otros.

Además se han creado grupos de calidad, cada uno por facultad (en la UCI hay 10 facultades), que tienen la misión de evaluar la calidad de cada uno de los proyectos que se lleven a cabo en las facultades; en estos proyectos se realizan diversas pruebas en dependencia de la estrategia definida. También se controla que la aplicación desarrollada se ajuste a la documentación de la misma, se revisa la ortografía y que realice una serie de pasos lógicos que debe cumplir el sistema, como ir a la página X o mostrar la pantalla Y.

En el momento en que se comenzó la investigación para realizar este trabajo se estaban definiendo las políticas de calidad de la Universidad.

1.2. Sobre las normas internacionales de calidad

Las normas internacionales hoy en día son de gran importancia ya que favorecen el posicionamiento de las empresas en el mercado, además de que pueden aplicarse a todo tipo de empresas sin distinción de actividad, ni de tamaño. A continuación se enuncian algunas de las que existen y se explica como estas funcionan desde el punto de vista de gestión de la calidad.

1.2.1 Modelo de Madurez de Capacidad para el Software. CMM.

El Modelo de Madurez de Capacidad para el Software (CMM, siglas en inglés) es un modelo que describe los elementos clave de un proceso software eficaz, describe una trayectoria de mejora evolutiva hasta llegar a un proceso maduro y disciplinado. Incluye prácticas de planificación, ingeniería y gestión del desarrollo y mantenimiento de software. El CMM también puede utilizarse por una organización para planificar mejoras en su proceso software. [3] Está formado por cinco niveles, cada uno se orienta a un aspecto específico y explica las áreas clave del proceso que se deben considerar.

1.2.1.1 Estructura del CMM.

CMM está compuesto por cinco niveles de madurez que a excepción del Nivel 1, cada nivel de madurez está compuesto por diversas áreas claves del proceso; estas áreas claves del proceso están organizadas en secciones denominadas características comunes que las prácticas especifican que cumplen los objetivos del área clave de proceso.

1.2.1.2 Niveles de madurez del CMM.

A medida que las organizaciones establecen y mejoran los procesos software mediante los cuales desarrollan y mantienen sus productos software, van avanzando a través de los niveles de madurez. La siguiente figura muestra los cinco niveles de madurez del CMM.

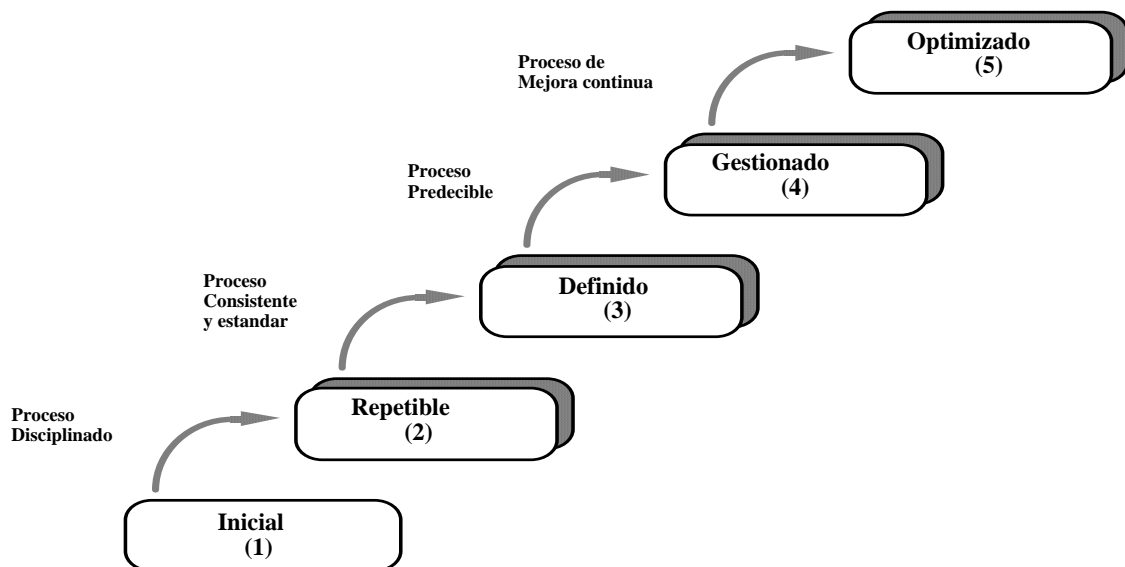


Ilustración 2 Niveles de madurez de CMM

1.2.1.2.1 Nivel 1 – El nivel inicial.

En el Nivel Inicial, la organización no suele proporcionar un entorno estable para el desarrollo y el mantenimiento del software. El éxito depende exclusivamente de disponer de un director excepcional y de un equipo software sensato y eficaz. La capacidad de proceso software en las organizaciones de Nivel 1 es impredecible, ya que el proceso software es constantemente cambiado o modificado a medida que avanza el trabajo. Los calendarios, los presupuestos, la funcionalidad y la calidad del producto son impredecibles. El rendimiento depende de las capacidades de los individuos y varía según sus habilidades naturales, conocimientos y motivaciones. [12]

1.2.1.2.2 Nivel 2 – El nivel repetible.

En el Nivel Repetible, se establecen las políticas para la gestión del proyecto y los procedimientos para implementarlas. Uno de los objetivos de este nivel es institucionalizar unos procesos de gestión que permitan a las organizaciones repetir las prácticas desarrolladas con éxito en proyectos precedentes; se identifican los problemas que surgen para cumplir los compromisos adquiridos, se establece una línea base de los requisitos software y de los productos desarrollados para satisfacerlos, controlándose su integridad, se definen los estándares del proyecto software. [12]

Este nivel tiene seis áreas pero haremos énfasis en dos nada más (4 y 5). Estas son: Gestión de Requisitos, Planificación de proyectos, Monitorización y Control de proyectos, Medición y Análisis, Aseguramiento de la calidad, Gestión de la configuración. [13]

1.2.1.2.2.1 Medición y Análisis

Su objetivo es desarrollar y sostener una capacidad de medición que sea usada para ayudar a las necesidades de información de la gerencia. Los datos tomados para la medición deben estar alineados con los objetivos de la empresa para proporcionar información útil a la misma. Se ha de implantar un mecanismo de recogida de datos, almacenamiento y análisis de los mismos de forma que las decisiones que se tomen puedan estar basadas en estos datos. [13]

1.2.1.2.2.2 Aseguramiento de la calidad

El objetivo del aseguramiento de la calidad es proporcionar personas y gestión con el objetivo de que los procesos y los elementos de trabajo cumplan los procesos. [13]

1.2.1.2.2.3 Nivel 3 – El nivel definido

En el Nivel Definido, se documenta el proceso estándar de desarrollo. Los proyectos adaptan el proceso software estándar de la organización para desarrollar su propio proceso software definido. Un proceso bien definido se caracteriza por incluir criterios de disponibilidad, entradas, estándares y procedimientos para realizar el trabajo, mecanismos de verificación, salidas y

criterios de terminación. Dentro de las líneas de producto establecidas, el coste, el calendario y la funcionalidad se encuentran bajo control y se realiza un seguimiento de la calidad del software. [12]

1.2.1.2.2.4 Nivel 4 – El nivel gestionado

En el Nivel Gestionado, la organización establece objetivos cuantitativos de calidad para los productos y procesos software. Se miden la productividad y la calidad de las actividades importantes del proceso software parte de un programa de medidas propio de la organización; se utiliza una base de datos del proceso software que abarque a toda la organización para recoger y analizar los datos disponibles a partir de los procesos software definidos de los proyectos. Este nivel permite predecir las tendencias en el proceso y en la calidad del producto. Se usan métricas para gestionar la organización. [12]

1.2.1.2.2.5 Nivel 5 – El nivel optimizado

En el Nivel Optimizado, toda la organización se centra en la mejora continua del proceso; se evalúan los procesos software para impedir que se produzcan los tipos de defectos conocidos, y las lecciones aprendidas se difunden a otros proyectos. La capacidad del proceso software de las organizaciones del Nivel 5 se puede caracterizar como de mejora continua. Este nivel incluye mejoras incrementales e innovadoras de los procesos que mediante métricas son identificadas, evaluadas y puestas en práctica. [12]

1.2.1.3 Desventajas del modelo

Este modelo presenta algunas desventajas: [14]

- ✓ Es un modelo extranjero, no internacional.
- ✓ No es fácil de entender (inglés, 220 páginas).
- ✓ No es fácil de aplicar (pensado para organizaciones grandes).
- ✓ La mejora no está enfocada directamente a los objetivos de negocio.
- ✓ La evaluación es costosa y no tiene periodo de vigencia.
- ✓ Se está abandonando a favor de CMMI.

1.2.2 Modelo CMMI.

Capability Maturity Model Integration. Modelo para la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. CMMI se desarrolló para facilitar y simplificar la adopción de varios modelos de forma simultánea integrando a sus predecesores: CMM-SW (CMM for Software), SE-CMM (Systems Engineering Capability Maturity Model), IPD-CMM (Integrated Product Development). [15]

CMMI es el resultado de la publicación del modelo CMM con dos representaciones: continua y escalonada, ambas son equivalentes. La visión continua de una organización mostrará la representación de nivel de capacidad de cada una de las áreas del proceso del modelo. La visión escalonada definirá a la organización dándole en su conjunto un nivel de madurez del 1 al 5. [15]

1.2.2.1 Áreas de proceso.

CMMI tiene 22 áreas de procesos que ayudan a evaluar el desarrollo de software de ingeniería de sistemas (CMMI-SE/SW) y 25 en la que cubre también integración de producto (CMMI-SE/SW/IPPD). La siguiente tabla muestra las áreas de proceso de CMMI. [15]

Tabla 1 Áreas de procesos de CMMI

Áreas de proceso de CMMI (Capability Maturity Model Integration)		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez
Análisis y resolución de problemas.	Soporte	5
Gestión de la configuración.	Soporte	2
Análisis y resolución de decisiones.	Soporte	3
Gestión integral de proyecto.	Gestión de proyectos	3
Gestión integral de proveedores.	Gestión de proyectos	3
Gestión de equipos.	Gestión de proyectos	3
Medición y análisis.	Soporte	2
Entorno organizativo para integración.	Soporte	3
Innovación y desarrollo.	Gestión de procesos	5
Definición de procesos.	Gestión de procesos	3
Procesos orientados a la organización.	Gestión de procesos	3
Rendimiento de los procesos de la	Gestión de procesos	4

organización.		
Formación.	Gestión de procesos	3
Integración de producto.	Ingeniería	3
Monitorización y control de proyecto.	Gestión de proyectos	2
Planificación de proyecto.	Gestión de proyectos	2
Gestión calidad procesos y productos.	Soporte	2
Gestión cuantitativa de proyectos.	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de requisitos.	Ingeniería	3
Gestión de requisitos.	Ingeniería	2
Gestión de riesgos.	Gestión de proyectos	3
Gestión y acuerdo con proveedores.	Gestión de proyectos	2
Solución técnica.	Ingeniería	3
Validación.	Ingeniería	3
Verificación.	Ingeniería	3

Analizando las áreas de proceso de CMMI que nos interesan:

1.2.2.1.1 Gestión de la calidad de los procesos y del producto

El propósito es proveer staff y gestión con una visión objetiva puesta en los procesos y productos asociados. [16]

Esto implica: [17]

Evaluación objetiva de procesos, productos, y servicios utilizando descripciones de los procesos, estándares y procedimientos.

Identificar y documentar defectos.

Proveer retroalimentación con el equipo de desarrollo del proyecto y los administradores resultando en actividades para asegurar la calidad.

Asegurar que los defectos sean direccionados.

1.2.2.1.2 Medición y Análisis

El propósito es desarrollar y soportar métricas que se usa para dar soporte a las necesidades de información de gestión. [18]

Implica: [18]

- ✓ Especificar objetivos de medición y análisis.

- ✓ Especificar las métricas, datos a recolectar, mecanismos para almacenar datos, técnicas de análisis, reporte y mecanismos de feedback.
- ✓ Desarrollar la recolección, almacenamiento, análisis y reporte de los datos.
- ✓ Proveer resultados objetivos que puedan utilizarse para tomar decisiones o aplicar acciones correctivas.

La integración de esta área en el proceso del proyecto provee:

- ✓ Planeamiento y estimaciones objetivas.
- ✓ Comparar el rendimiento actual con la establecida en planes y objetivos.
- ✓ Proveer una base de métricas para utilizar en futuros proyectos.

1.2.2.1.3 Desempeño de los procesos

El propósito es establecer y mantener una comprensión cuantitativa del desempeño de los procesos estándares que se usan para proveer calidad, proveer datos de desempeño de los procesos, líneas base y modelos al manejo cuantitativo de los proyectos de la organización. El desempeño del proceso es una medida de los resultados reales logrados siguiendo un proceso. El desempeño de proceso es caracterizado por métricas de proceso (El esfuerzo, el tiempo del ciclo, y la efectividad de extracción de defectos) y las métricas del producto (La fiabilidad y la densidad del defecto). [19]

1.2.3 Organización de estandarización internacional. ISO 9000.

La ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. La serie ISO 9000 es un conjunto de normas relacionadas entre sí, son normas genéricas, no específicas que permiten ser usadas en cualquier actividad ya sea industrial o de servicios. La importancia de la aplicación de las normas ISO 9000 para el desarrollo e implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad radica en que son normas prácticas. [2]

Las normas ISO relacionadas con la producción de software, específicamente la ISO 9000:2000 tienen las siguientes desventajas: [2]

- No es específica para la industria de software.

- No es fácil de entender.
- No está definida como un conjunto de procesos.
- No es fácil de aplicar.

La familia de normas ISO 9000 fue desarrollada para ayudar a las organizaciones a implementar y ejecutar un sistema de gestión de la calidad efectivo, está formada por cuatro normas principales: [17]

1.2.3.1 ISO 9000:2005 "Fundamentos y Vocabulario". Esta norma describe los fundamentos y especifica la terminología de un Sistema de Gestión de la Calidad.

1.2.3.2 ISO 9001:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos". Esta norma especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad y permite a las organizaciones demostrar su habilidad para proveer productos que satisfagan los requisitos del cliente y los requisitos legales y conseguir aumentar la satisfacción del cliente.

1.2.3.3 ISO 9004:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Directrices para la mejora del desempeño". Esta norma complementa la ISO 9001:2000, y proporciona directrices para mejorar la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad.

1.2.3.4 ISO 19011 "Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental". Esta norma proporciona una guía para auditar el Sistema de Gestión de la Calidad y el Sistema de Gestión Ambiental.

La norma ISO 9000 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un Sistema de Gestión de Calidad para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos. [2]

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un Sistema de Gestión de la Calidad, enfatiza la importancia de: [3]

- ✓ La comprensión y el cumplimiento de los requisitos;
- ✓ La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor;
- ✓ La obtención de resultados del desempeño y eficacia de procesos;

- ✓ La mejora continua de los procesos con base a mediciones objetivas.

1.2.3.5 Beneficios de los sistemas de calidad basados en ISO 9000

Los beneficios tangibles de tales sistemas de la calidad incluyen: [2]

- ✓ Mejor diseño del producto.
- ✓ Mejor calidad del producto.
- ✓ Reducción de desechos, rectificaciones y quejas de los clientes.
- ✓ Creación de una conciencia respecto a la calidad y mayor satisfacción de los empleados en el trabajo, mejorando la cultura de la calidad de la empresa.
- ✓ Mejora de la confianza entre los clientes.
- ✓ Mejora de la imagen y credibilidad de la empresa en los mercados internacionales, lo cual es esencial para el éxito en la actividad exportadora.

1.2.3.6 Implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad según las normas ISO

La serie 9000 se centra en las normas sobre documentación, en particular, en el Manual de la Gestión de la Calidad, con la finalidad de garantizar que existan Sistemas de Gestión de la Calidad apropiados. Para comenzar con la Implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad es necesario el Análisis de los Procesos de Trabajo; una herramienta útil para tal función es la estructura de los procesos o Mapa de los procesos. [2]

El Mapa de los Procesos de una organización permite considerar la forma en que cada proceso individual se vincula vertical y horizontalmente, sus relaciones y las interacciones dentro de la organización, pero sobre todo también con las partes interesadas fuera de la organización, formando así el proceso general de la empresa. Esta orientación hacia los procesos exige la subdivisión en procesos individuales teniendo en cuenta las estrategias y objetivos de la organización, la experiencia ha demostrado que es conveniente definir los datos de entrada, parámetros de control y datos de salida. [2]

Una vez definida la estructura de los procesos se procede a documentar el sistema, elaborando o mejorando los Procedimiento e Instrucciones. [2]

1.3 Estándar internacional ISO/IEC 15504. Spice

Es el estándar internacional para el gravamen del proceso del software. [18]

1.3.1 Niveles de capacidad en Spice

- ✓ Nivel 0, No Realizado: Es un fracaso general el tratar de utilizar las prácticas bases a los procesos. Ya que no es fácil identificar las salidas de los procesos o el trabajo de los productos. [18]
- ✓ Nivel 1, Realizado Informalmente: Las prácticas de los procesos son ejecutados generalmente. La ejecución de las prácticas dependerá del conocimiento y esfuerzo personal. Se identifica algunos procesos. [18]
- ✓ Nivel 2, Planificado y Seguido: La ejecución de las prácticas bases en los procesos son planificadas y seguidas. La primera distinción entre el nivel 1 y el 2 es que la ejecución de los procesos está planificada y administrada y progresan hacia un proceso bien definido. [18]
- ✓ Nivel 3, Bien Definido: Las prácticas bases son ejecutadas de acuerdo a una versión adaptada del estándar, procesos aprobados bien definidos y documentados. [18]
- ✓ Nivel 4, Cuantitativamente Controlado: Mediciones detalladas de rendimiento o ejecución son alcanzadas y evaluadas. Es conocido el rendimiento de los procesos y es posible su predicción. La calidad de las prácticas es cuantitativamente conocida. [18]
- ✓ Nivel 5, Mejoramiento Continuo: Son establecidos en forma cuantitativa procesos y metas eficientes, basados en los objetivos de la organización. En forma continua los procesos se van mejorando mediante la retroalimentación (feedback) obtenida por los resultados de procesos definidos y por ideas pilotos y tecnologías novedosas. [18]

1.3.2 Uso del Modelo

La siguiente tabla muestra la audiencia principal a la que esta dirigido este estándar internacional, por qué cada grupo necesita el modelo, cómo y cuándo debe ser usado. [18]

Tabla 2 Audiencia del modelo SPICE

Quién	Por qué	Cómo	Cuándo
Organización de Software	- Comprender qué hay que hacer para mejorar los procesos de software.	- Como guía de trabajo en la gestión de procesos y aplicación de las actividades del proyecto.	- Durante la aplicación de los procesos del software.
	- Comprender cuáles procesos y prácticas un asesor puede evaluar.	- Como guía de referencia para destacar los procesos y consideraciones prácticas.	- Durante el desarrollo/ revisión de los procesos de software y como parte de una actividad de mejoramiento continuo.
		- Como un documento de entrenamiento.	- Antes de las evaluaciones.
		- Como una práctica de lista de chequeo.	
Asesores de los procesos del software.	- Determinar cómo una organización gestiona y administra los procesos del software y sus resultados.	- Como una práctica de lista de chequeo.	- Antes y durante una evaluación de procesos de software.

1.3.2.1 Ventajas para la industria del software

A continuación enunciamos algunas de las ventajas que tiene SPICE para la industria del software: [18]

- ✓ Los surtidores del software someterán a apenas un esquema de proceso del gravamen (los esquemas numerosos se utilizan actualmente).
- ✓ Las organizaciones del desarrollo del software tendrán una herramienta para iniciar y para sostener una mejora de proceso continua.

- ✓ Los encargados de programa tendrán medios de asegurarse de que su desarrollo del software está alineado con, y ayuda, las necesidades del negocio de la organización.

1.3.2.2 Ventajas para los compradores del software

SPICE brinda además ventajas para los compradores del software: [18]

- ✓ Los compradores podrán determinar la capacidad de los surtidores del software y determinar el riesgo implicado en seleccionar a un surtidor sobre otro.

1.3.2.3 Beneficios Y desventajas de SPICE

Algunos de los beneficios que brinda SPICE: [18]

1. Reducción dramática de:
 - ✓ Interferencia a los proveedores.
 - ✓ Costo a los clientes.
2. Combinar la mejor experiencia disponible en mejora del proceso.
3. Avanzar el estado del arte utilizando los mejores atributos de todos los métodos existentes
4. Armonizar los esquemas existentes de valoración.

Algunas de las desventajas que tiene es que:

- ✓ No es práctico ni fácil de aplicar.
- ✓ Tiene solamente lineamientos para un mecanismo de evaluación.

1.4 Sobre los modelos y estándares internacionales de calidad

Es un gran reto para nuestra industria del software desarrollar estrategias que permitan un reconocimiento internacional con productos competitivos de exportación. Para estos se necesita realizar la elección o confección, e implantación de un modelo de calidad.

Los modelos calidad se utilizan para la predicción de confiabilidad y en la gerencia de calidad durante el proceso de desarrollo de software. Los factores que afectan a la calidad del software, por lo general, no cambian resultando útil el estudio de los modelos de calidad que han sido propuestos en este sentido

desde los años 70. Los modelos de calidad del software vienen a ayudar en la puesta en práctica del concepto general de calidad que vimos en epígrafes anteriores. [19] En este capítulo se estudiarán algunos modelos internacionales de calidad y explicaremos porqué estos no nos sirven para el software educativo.

La ventaja de los modelos de calidad es que la calidad se convierte en algo concreto, que se puede definir, medir y, sobre todo, que se puede planificar; también ayudan a comprender las relaciones que existen entre diferentes características de un producto software.

Una desventaja es que aún no ha sido demostrada la validez absoluta de ninguno de estos modelos. Las conexiones que establecen entre características, atributos y métricas se derivan de la experiencia, y de ahí que existan múltiples modelos. De esta manera, a través de un modelo de calidad se concretan los aspectos relacionados con ella de tal manera que se puede definir, medir y planificar. [19]

La siguiente imagen muestra la estructura de los modelos de calidad que por lo general es de tres niveles: [20]

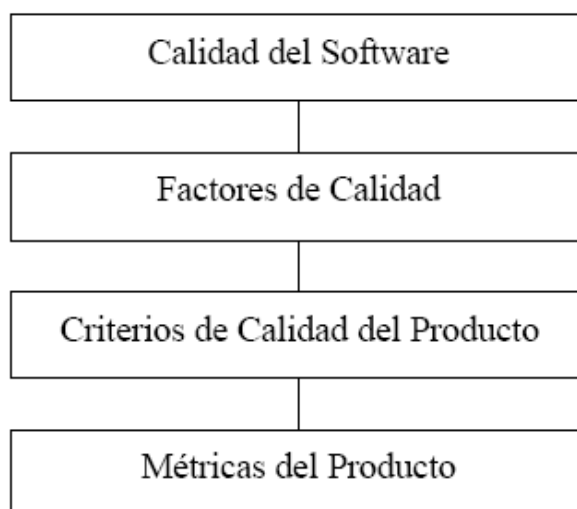


Ilustración 3 Estructura de los modelos de calidad

En el nivel más alto de la jerarquía se encuentran los Factores de Calidad, que representan la calidad desde el punto de vista del usuario y son las características que componen la calidad. También se denominan Atributos de Calidad Externos. [20]

Cada uno de los Factores se descompone en un conjunto de Criterios de Calidad. Estos criterios son atributos que, cuando están presentes, contribuyen al aspecto de la calidad que el factor asociado representa. Se trata de una visión de la calidad desde el punto de vista del producto de software. También se denominan Atributos de Calidad Internos. [20]

Para cada uno de los Criterios de Calidad se definen un conjunto de Métricas, las cuales son medidas cuantitativas de ciertas características del producto que, cuando están presentes, dan una indicación del grado en que dicho producto posee un determinado atributo de calidad. [20]

Los datos que se manipulen en el software deben tener calidad, la siguiente tabla muestra algunas de la dimensiones de calidad de datos: [20]

Tabla 3 Dimensión de calidad de datos

Dimensión	Definición
Facilidad de acceso	Los datos están disponibles o bien son fácil o rápidamente recuperables.
Cantidad apropiada de datos.	El volumen de datos es adecuado para la tarea que se está realizando.
Complejión.	Los datos son completos y suficientes para la tarea que se está desarrollando.
Facilidad de comprensión.	Los datos son fácilmente comprensibles.
Credibilidad.	Los datos pueden ser considerados como creíbles y verdaderos.
Disponibilidad temporal.	Los datos están lo suficientemente actualizados para la tarea que se está desarrollando.
Facilidad de manipulación.	Los datos son fácilmente aplicables y manipulables en diferentes tareas.
Facilidad de interpretación.	Los datos están representados en el idioma apropiado, con una simbología correcta y adecuada y con la definición apropiada.
Libres de errores.	Los datos son correctos y fiables.
Objetividad.	Los datos son imparciales, sin prejuicios y connotaciones.
Relevancia.	Los datos son útiles y aplicables en la tarea que se está desarrollando.
Representación concisa.	Los datos están representados de una forma compacta.
Representación consistente.	Todos los datos se representan en el mismo formato, que además es el más adecuado para la tarea que se está desarrollando.

Reputación.	Los datos están altamente relacionados en términos de sus fuentes o contenidos.
Seguridad.	El acceso a los datos está restringido apropiadamente para garantizar su seguridad.
Valor añadido.	Los datos son beneficiosos y ofrecen ventajas al usarlos.

En la actualidad existen modelos y estándares que permiten analizar la calidad del producto y de los procesos; a continuación se mencionan algunos de estos:

1.4.1 Modelos de calidad del software a nivel de proceso

1.4.1.1 Modelo de calidad PSP

El Personal Software Process (PSP) es un proceso de software definido para ser usado individual por medio de un Ingeniero de Software. Es una tecnología de SEI (Software Engineering Institute) que trae disciplina a las prácticas de los Ingenieros de Software, mejorando la calidad del producto, aumentando los costos y reduciendo el tiempo del ciclo de desarrollo del software. PSP está basado en los principios de mejoramiento del proceso. CMM está enfocado respecto del mejoramiento de la capacidad organizacional. [20]

El proceso de PSP consiste de un conjunto de métodos, formularios y scripts que muestran a los Ingenieros de Software cómo planificar, medir y administrar su trabajo. El PSP provee una estructura acerca del proceso de software y un punto de partida con el cual desarrollar sus propios procesos personales. [20]

1.4.1.2 Modelo de calidad TSP

El objetivo del TSP (Team Software Process) es construir y guiar a los equipos. Los objetivos de TSP son: [20]

- 1- Ayudar a los equipos de Ingeniería de Software a elaborar productos de calidad dentro de los costos y tiempos establecidos,
- 2- Tener equipos rápidos y confiables;
- 3- Optimizar el rendimiento del equipo durante todo el proyecto.

TSP es una manera de guiar a los Ingenieros y a sus Gerentes en la utilización de métodos de trabajo en equipos efectivos. En TSP, el principal énfasis de la calidad está en el manejo de defectos. [20]

Para administrar la calidad, los equipos deben: [20]

- 1- Establecer medidas de calidad,
 - 2- Determinar objetivos de calidad,
 - 3- Establecer planes para alcanzar los objetivos, [7]
 - 4- Medir el progreso de los planes
 - 5- Efectuar una acción de recuperación cuando no se alcanzan los objetivos. Los elementos del manejo de la calidad en TSP son: [20]
- 1- Realizar un plan de calidad,
 - 2- Identificar los problemas de calidad
 - 3- Encontrar y prevenir los problemas de calidad.

1.4.1.3 Modelo de calidad PSM

Practical Software Measurement (PSM).

Los procesos de medición efectivos ayudan a los grupos de software a entender sus capacidades y a desarrollar productos/servicios. Las mediciones permiten detectar las tendencias, anticipar los problemas e identificar las tendencias que pueden traer una consecuencia en los procesos. Además, provee un mejor control de costos, una reducción de riesgos, una mejora de la calidad y asegura que se cumplan los objetivos del negocio. [20]

El objetivo de PSM es suministrar a los Gerentes de Proyecto de información cuantitativa necesaria para la toma de decisiones que impactan en el costo y en los objetivos de rendimiento técnico y de programación. PSM describe la medición como un proceso sistemático pero flexible que puede ser aplicado a la Ingeniería de Sistemas y de Software. El proceso puede ser adaptado a las necesidades de información específica y a las características de cada proyecto. El proceso de medición de PSM está basado en un conjunto de las mejores prácticas llamadas "Principios de la medición"; y puede ser usado para administrar el software y los proyectos a través del los ciclos de vida. [20]

Los principales objetivos asociados a la medición del proceso son: [20]

- 1- Recopilar datos que miden el rendimiento de cada proceso,
- 2- Analizar el rendimiento de cada proceso

- 3- Conservar y usar los datos, analizarlos, emitir informes e identificar oportunidades de mejora.

Los principios de una Medición de Proceso exitosa son:

- 1- Las medidas del proceso se relacionan con los objetivos del negocio,
- 2- Las medidas del proceso son derivadas del proceso de software,
- 3- La medición efectiva requiere de definiciones operacionales claras.

[7]

Diferentes personas tienen distintos puntos de vista de la medición. Los resultados de la medición deben ser examinados en el contexto de los procesos. La medición del proceso abarca todo el ciclo de vida. La medición se realiza para conservar los datos para futuros análisis, además es la base para la comunicación de los objetivos, agregar y comparar datos del proyecto y entre proyectos requiere cuidado y planificación; y los procesos de medición estructurados mejoran la confiabilidad de los datos.

1.4.1.4 Modelo de calidad Bootstrap

Bootstrap surge como parte de un programa estratégico europeo para investigación en tecnología de información. Este proyecto al igual que otros, tiene como principio el reducir costos y mejorar la calidad previendo problemas. Su objetivo es desarrollar un método para la evaluación de procesos de desarrollo de software (SW). La metodología Bootstrap engloba tanto la evaluación para establecer el diagnóstico de un proceso para desarrollo de software, el cual incluye la organización, los métodos y la capacidad de ingeniería, las herramientas y la tecnología, como la creación de un plan de acción que defina los pasos, los detalles de la implantación y los marcos temporales para que la organización aumente su capacidad de entrega de productos y servicios de calidad. [20]

El modelo Bootstrap define el paradigma Organización-Metodología-Tecnología que se usa en Bootstrap para los niveles de evaluación y agrupación de resultados. Dicho modelo ha sido estructurado en correspondencia con la arquitectura de procesos definida en la ISO 15504 V2.0. [20]

El modelo Bootstrap se basa en evaluar las unidades de producción de software (UPS) de la organización, a través de sus proyectos para hacer un cambio a toda la organización. El proceso de evaluación es parte de la mejora. Los resultados de la evaluación dan la entrada principal para el plan de acción de mejora y una retroalimentación para las actividades de mejora implementadas. [20]

Durante una evaluación Bootstrap los procesos organizacionales son evaluados para definir cada proceso. [20]

1.4.2 Modelos de calidad del software a nivel de producto

1.4.2.1 Modelo de calidad McCall

El modelo de McCall se basa en 11 factores de calidad, que se organizan de la siguiente forma teniendo en cuenta la visión del usuario mencionada anteriormente: [20]

Visión del usuario	Factores de Calidad según McCall
Operación del producto	Facilidad de Uso – Integridad – Corrección – Confiabilidad - Eficiencia
Revisión del producto	Facilidad de mantenimiento - Facilidad de prueba - Flexibilidad
Transición del producto	Reusabilidad- Interoperabilidad - Portabilidad

Ilustración 4 Factores de calidad del modelo de McCall

1.4.2.1.1 Características Operativas

- ✓ Corrección - Es el grado en que un programa satisface sus especificaciones y consigue los objetivos pedidos por el cliente. La pregunta asociada es: ¿Hace lo que quiero? [20]
- ✓ Confiabilidad - Es el grado en que se puede esperar que un programa lleve a cabo sus funciones esperadas con la precisión requerida. La pregunta asociada es: ¿Lo hace de forma fiable todo el tiempo? [20]

- ✓ Eficiencia – Es la cantidad de recursos de computadoras y de código requeridos por un programa para llevar a cabo sus funciones. La pregunta asociada es: ¿Se ejecutará en mi hardware lo mejor que pueda? [20]
- ✓ Integridad – Consiste en la capacidad de un sistema para resistir ataques contra su seguridad. La pregunta asociada es: ¿Es seguro? [20]
- ✓ Facilidad de Uso – Es un intento de cuantificar “lo amigable que puede ser con el usuario”. La pregunta asociada es: ¿Es fácil de usar? [20]

1.4.2.1.2 Capacidad de Soportar Cambios

- ✓ Facilidad de Mantenimiento - Es el esfuerzo requerido para localizar y arreglar un error en un programa. La pregunta asociada es: ¿Puedo corregirlo? [20]
- ✓ Flexibilidad - Es el esfuerzo requerido para modificar un programa que ya está en funcionamiento. La pregunta asociada es: ¿Puedo cambiarlo? [20]
- ✓ Facilidad de Prueba - Es el esfuerzo requerido para probar un programa de forma que se asegure que realiza su función requerida. La pregunta asociada es: ¿Puedo probarlo? [20]

1.4.2.1.3 Adaptabilidad de nuevos entornos

- ✓ Portabilidad - Es el esfuerzo requerido para transferir el programa desde un hardware y/o un entorno de sistema de software a otro. La pregunta asociada es: ¿Podré usarlo en otra máquina? [20]
- ✓ Reusabilidad - Es el grado en que un programa (o partes de este) se puede reusar en otras aplicaciones, en relación al empaquetamiento y alcance de las funciones que realiza el programa. La pregunta asociada es: ¿Podré reusar alguna parte del software? [20]
- ✓ Interoperabilidad - Es el esfuerzo requerido para acoplar un sistema con otro. La pregunta asociada es: ¿Podré hacerlo interactuar con otro sistema? [20]

- ✓ En el esquema de puntuación se usan las siguientes métricas de calidad del software: [20]
- ✓ Facilidad de Auditoria - Es la facilidad con que se puede comprobar la conformidad con los estándares.
- ✓ Exactitud - Consiste en la precisión de los cálculos y el control.
- ✓ Estandarización de Comunicaciones - Es el grado de empleo de estándares de interfaces, protocolos y anchos de banda.
- ✓ Completitud - Es el grado con que se ha logrado la implementación total de una función.
- ✓ Concisión - Consiste en lo compacto que es el programa en términos de líneas de código.
- ✓ Consistencia - Es el uso de un diseño uniforme y de técnicas de documentación a lo largo del proyecto de desarrollo de software.
- ✓ Estandarización en los datos - Consiste en el uso de estructuras de datos y de tipo estándar a lo largo de todo el programa.
- ✓ Tolerancia de Errores - Es el daño que se produce cuando el programa encuentra un error.
- ✓ Eficiencia en la Ejecución - Es el rendimiento en tiempo de ejecución de un programa.
- ✓ Capacidad de expansión - Es el grado en que se puede ampliar el diseño arquitectónico de datos o procedural.
- ✓ Generalidad - Consiste en la amplitud de aplicación potencial de los componentes del programa.
- ✓ Independencia del Hardware - Es el grado en que el software es independiente del hardware en que opera.
- ✓ Instrumentación - Es el grado en que el programa muestra su propio funcionamiento e identifica errores que aparecen.
- ✓ Modularidad - Consiste en la independencia funcional de los componentes del programa.

- ✓ Facilidad de Operación - Es la facilidad de operación de un programa.
- ✓ Seguridad - Consiste en la disponibilidad de mecanismos que controlen o protejan los programas o datos.
- ✓ Auto-Documentación - Es el grado en que el código fuente proporciona documentación significativa.
- ✓ Simplicidad - Es el grado de facilidad con que se puede entender un programa.
- ✓ Independencia del sistema de software - Es el grado de independencia del programa respecto a las características del lenguaje de programación no estándar, características del sistema operativo y otras restricciones del entorno.
- ✓ Trazabilidad - Consiste en la capacidad de seguir una representación del diseño o componente real del programa hasta los requisitos.
- ✓ Formación - Es el grado en que ayuda el software a manejar el sistema a los nuevos usuarios.

1.4.2.2 Modelo de calidad Furps

El modelo Furps propuesto por Robert Grady y Hewlett Packard Co (HP) cuenta con 5 características de calidad del software: [20]

- 1- Funcionalidad,
- 2- Facilidad de uso,
- 3- Confiabilidad,
- 4- Rendimiento y
- 5- Facilidad de soporte.

Plantea 2 categorías de requerimientos: [20]

- 1- Requerimientos funcionales (F),
- 2- Requerimientos no funcionales (URPS).

El plan de calidad está compuesto por una serie de especificaciones y planes; un conjunto de documentos que cubren estas especificaciones funcionales; una

serie de actividades que comprenden, por ejemplo, el cumplimiento de los criterios de entrada y salida; y luego una serie de dependencias entre esas actividades y fases. La prueba de usabilidad se lleva a cabo en un laboratorio donde una vez diseñado el producto y el interfaz de usuario, un conjunto de personas externas con un perfil adecuado prueban el producto sin conocerlo para poder medir la curva de aprendizaje. Asimismo, existe un plan de soporte definido que incluye una base de datos con todos los errores registrados para poder subsanar las incidencias y lanzar los "parches" oportunos. [20]

1.4.2.3 Modelo de calidad Boehm

El modelo de Boehm (1978) agrega algunas características a las existentes en el modelo de McCall y representa una estructura jerárquica de características, cada una de las cuales contribuye a la calidad total. Consiste en un modelo de descomposición de características de calidad del software en 3 niveles (usos principales, componentes intermedios y componentes primitivos) previos a la aplicación de métricas. Este modelo plantea factores de calidad formados por criterios de calidad y métricas respectivas. [20]



Ilustración 5 Modelo de BOEHM

El modelo de Boehm tiene como finalidad que a través de la calidad del software, el software:

- 1- Realice lo que desea el usuario,
- 2- Utilice recursos informáticos de manera correcta y eficiente,
- 3- Sea fácil de utilizar y aprender; y sea bien diseñado, codificado, probado y mantenido.

Este modelo es similar al de McCall ya que presenta una jerarquía de características, está basado en un amplio rango de características e incorpora 19 criterios que incluyen características de rendimiento del hardware. [20]

Las métricas directas e indirectas son usadas para determinar el nivel de acuerdo a un criterio en particular que afecta a los principales factores de calidad. Factores tales como portabilidad, confiabilidad, facilidad de mantenimiento y facilidad de modificación son propiedades estáticas. Cada factor es descompuesto en varios criterios. [20]

1.4.2.4 Modelo de calidad Dromey

El modelo de Dromey tiene el propósito de trabajar con una estructura que permite construir y utilizar un modelo de calidad práctico para evaluar las etapas de Determinación de los requerimientos, Diseño e Implementación. Este modelo plantea la calidad del producto por medio de la definición de subcaracterísticas que pueden ser medidas y evaluadas como características. También, permite aumentar el entendimiento respecto de la relación entre los atributos (características) y los subatributos (subcaracterísticas) de calidad. [20]

Dromey propone 3 modelos para cada etapa del proceso de desarrollo: [20]

- 1- Modelo de requerimientos,
- 2- Modelo de diseño y
- 3- Modelo de calidad de la implementación.

Las características de calidad planteadas en este modelo son: Eficiencia, Confiabilidad, Facilidad de mantenimiento, Portabilidad, Facilidad de uso y Funcionalidad. [20]

1.4.2.5 Modelo de calidad Gilb

El modelo de Gilb plantea la creación de una especificación de requisitos de calidad para cada proyecto que deben escribir conjuntamente el usuario y el analista. Es un modelo que permite determinar una lista de características que definen la calidad de la aplicación. Las características se pueden medir mediante varias subcaracterísticas o métricas detalladas. Para cada una de ellas, se deben especificar los siguientes conceptos: [20]

- 1- Nombre y definición de la característica,
- 2- Escala o unidades de medición,
- 3- Recopilación de datos o prueba,

- 4- Valor previsto,
- 5- Valor óptimo,
- 6- Valor en el sistema actual y
- 7- Comentarios.

1.4.2.6 Modelo de calidad Gqm

El modelo Gqm (objetivo-pregunta-métrica/goal-question-metric) de Basili y Rombach (1998) es una propuesta de objetivos/metast orientado a la definición de modelos de calidad. Se propone el paradigma Gqm para evaluar la calidad de cada proyecto. Este modelo utiliza una propuesta para definir un modelo de calidad hasta obtener las métricas respectivas con el análisis e interpretación de los datos de las mediciones respectivas. Plantea el enfoque de medición para evaluar la calidad del software basado en la identificación de objetivos a lograr. [20]

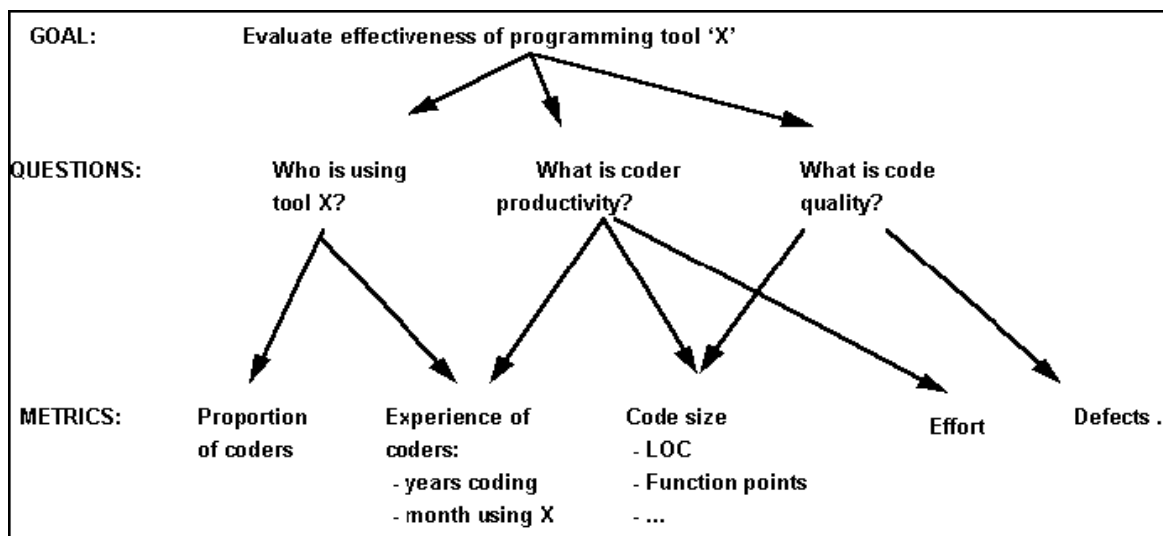


Ilustración 6 Ejemplo de métricas derivadas de los Objetivos y Preguntas en GQM

Nivel Conceptual (Goal): un objetivo/meta es definido para un propósito específico en base a las necesidades de la organización, teniendo en cuenta una variedad de razones, desde distintos puntos de vista relacionados a un ambiente en particular. Un objetivo/meta representa el nivel máximo de característica de calidad. [20]

Nivel Operacional (Question): es un conjunto de preguntas que son utilizadas para caracterizar la forma de realización de una meta específica. Cada

característica de nivel máximo es redefinida en las subcaracterísticas usando un conjunto de preguntas. [20]

Nivel Cuantitativo (Metric): es un conjunto de datos que está asociado a toda pregunta de manera cuantitativa. Para cuantificar una subcaracterística se utiliza un conjunto de métricas. La interpretación de las métricas es utilizada para responder a las preguntas y concluir si la meta u objetivo se ha cumplido. [20]

1.4.2.7 Modelo de calidad Stac

Stac (Software Assurance Technology Center) desarrolló un modelo dinámico que permite la producción de varios proyectos en desarrollo. Este modelo utiliza un amplio rango de medidas o métricas y; tiene objetivos, atributos y métricas asociadas a los procesos de desarrollo y al software propiamente dicho. Este modelo define un conjunto de metas u objetivos relacionados al producto de software y atributos del proceso que permiten realizar indicaciones de la probabilidad de éxito de los objetivos. Un conjunto de métricas es seleccionado o desarrollado, el cual medirá los atributos seleccionados. [20]

1.4.2.8 Modelo de calidad C-qm

C-qm provee un modelo de calidad comprensivo que puede ser aplicado efectivamente para evaluar diversos aspectos de la calidad del software. Este modelo consiste de factores de calidad, criterios y métricas. La estructura de C-qm tiene 3 capas: Factor, Criterio y Métrica. [20]

Factor	Criterio	Métrica
Funcionalidad	Commonality Adaptabilidad Integridad	Metric for commonality Metric for suitability Metric for completeness
Reusabilidad	Modularidad Construido según específico. Comprensión	Metric for commonality Metric for modularity Metric for customizability Metric for comprehensiveness
Facilidad de mantenimiento	Modularidad Abstractness Facilidad de cambio	Metric for modularity Metric for interface abstractness Metric for changeability
Conformidad	Conformidad standard Conformidad respecto del modelo de referencia	Metric for standard conformance Metric for reference model conformance

Ilustración 7 Capas de la estructura del modelos de C-QM

En este modelo de calidad de software, se definen 4 factores de calidad con sus respectivos criterios y métricas. [20]

1.4.3 Estándares de calidad del software a nivel de procesos:

1.4.3.1 Estándar de calidad ISO 9003:2004

La aplicación de ISO 9003:2004 es apropiada para un software que: [20]

- 1- Forma parte de un contrato comercial con otra organización,
- 2- Es un producto disponible para un sector del mercado,
- 3- Es usado para soportar los procesos de una organización y
- 4- Está relacionado a servicios de software.

1.4.3.2 Estándar de calidad ISO/IEC 12207:1995

ISO/IEC 12207 puede ser usado para: [20]

- 1- Adquirir, suministrar, desarrollar, operar y mantener software,
- 2- Soportar las funciones de aseguramiento de calidad, administración de la configuración, revisiones conjuntas, auditorías, verificación, validación, resolución de problemas y documentación;

- 3- Administrar y mejorar tanto al personal como a los procesos de la organización,
- 4- Establecer la administración del software y los ambientes de Ingeniería basados en los procesos de ciclo de vida que se adapten para servir a las necesidades del negocio,
- 5- Ayudar a un mejor entendimiento entre clientes y proveedores; y entre las partes involucradas en el ciclo de vida de un producto de software y
- 6- Facilitar la comercialización global del software.

Esta norma tiene un proceso de aseguramiento de la calidad: Permite asegurar que el software cumple con los requisitos especificados de calidad.

Las actividades de este proceso son: [20]

- 1- Implementación del proceso,
- 2- Aseguramiento del producto,
- 3- Aseguramiento del proceso y
- 4- Aseguramiento de los sistemas de calidad.

Además cuenta con los siguientes procesos: [20]

Proceso de Verificación: Permite determinar si los requisitos están completos y correctos. Define las actividades a realizar por el adquiriente, proveedor o tercera parte independiente para verificar la conformidad de los productos y proyectos con sus especificaciones. Las actividades de este proceso son:

- 1- Implementación del proceso
- 2- Verificación.

Proceso de Validación: Permite determinar si el software cumple con los requisitos previstos para su uso. Define las actividades a realizar por el adquiriente, el proveedor o una tercera parte independiente, para validar si el uso de los productos o servicios del proyecto satisface a los adquirientes. Las actividades de este proceso son:

- 1- Implementación del proceso

2- Validación.

Proceso de Revisión: Permite evaluar el estado del software en cada etapa del ciclo de vida. Las actividades de este proceso son:

- 1- Implementación del proceso,
- 2- Revisión de la administración del proyecto
- 3- Revisiones técnicas.

1.4.3.3 Estándar de calidad ISO/IEC 12207:2002 AMD 1

Este Amendment 1 provee una revisión de la ISO/IEC 12207:1995 estableciendo un conjunto de información de software que puede ser utilizada en la definición de procesos, evaluación y mejoramiento de procesos. Es decir, agrega y modifica procesos a los ya existentes. [20]

1.4.3.4 Estándar de calidad ISO/IEC 12207:2004 AMD 2

Este Amendment 2 contiene modificaciones de “Propósito” y “Resultados” de varios procesos identificados dentro del alcance de Amendment 1. También contiene correcciones de “Propósito” y “Resultados” de varios procesos por razones técnicas y/o deficiencias. [20]

1.4.3.5 Estándar de calidad IEEE/EIA 12207.0 – 1996

ISO/IEC 12207 tiene un marco de trabajo común para el desarrollo y gestión de software. IEEE/EIA 12207.0 consiste en la clarificación, adición y cambios aceptados por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) y la Electronic Industries Association (EIA). IEEE/EIA 12207.0 contiene conceptos y guías que permiten un mayor entendimiento y aplicación del estándar. [20]

1.4.4 Estándares de calidad del software a nivel de producto

1.4.4.1 Estándar de calidad ISO/IEC 9126-1:2001 – Quality Model

Esta parte de la ISO 9126 describe el modelo de calidad del producto de software. La primera parte del modelo especifica 6 características de calidad interna y externa, las cuales están divididas en subcaracterísticas, son manifestadas externamente cuando el software es utilizado como parte de un sistema, y son un resultado de atributos internos del software. [20]

La calidad externa evalúa que el software satisfaga las necesidades del usuario teniendo en cuenta las condiciones especificadas. Esta calidad es medible en el comportamiento del producto. La calidad interna evalúa el total de atributos que un software debe satisfacer teniendo en cuenta condiciones especificadas. Esta calidad es medible a partir de las características intrínsecas. [20]

Esta Norma permite especificar y evaluar la calidad del software desde distintas perspectivas, las cuales están asociadas a la adquisición, requerimientos, desarrollo, uso, evaluación, soporte, mantenimiento, aseguramiento de la calidad, y auditoría del software. Puede ser usada por desarrolladores, evaluadores independientes y grupos de aseguramiento de la calidad responsable de especificar y evaluar la calidad del software. [20]

1.4.4.2 Estándar de calidad ISO/IEC 25000:2005 – Square

Square (Software Quality Requirements and Evaluation) es una nueva serie de normas que se basa en ISO 9126 y en ISO 14598 (Evaluación del software). Uno de los principales objetivos de la serie SQuaRE es la coordinación y armonización del contenido de ISO 9126 y de ISO 15939:2002 (Measurement Information Model). ISO 15939 tiene un modelo de información que ayuda a determinar que se debe especificar durante la planificación, rendimiento y evaluación de la medición. [20]

Square incluye un estándar de requerimientos de calidad. Está compuesto por 14 documentos agrupados en 5 tópicos: [20] [7]

- 1- Administración de la Calidad,
- 2- Modelo de Calidad,
- 3- Medidas de Calidad
- 4- Requerimientos de Calidad
- 5- Evaluación de la Calidad.

1.4.4.2.1 Administración de la Calidad: abarca

- a) Guía para Square – Overview de la estructura y terminología

b) Planificación y Administración – Provee una guía para planificar y administrar las evaluaciones del software.

1.4.4.2.2 Modelo de Calidad: describe el modelo de calidad interno / externo y la calidad en uso. Presenta características y subcaracterísticas.

1.4.4.2.3 Medidas de Calidad: Medición de primitivas, Medidas para la calidad interna, Medidas para la calidad externa y Medidas para la calidad en uso.

1.4.4.2.4 Requerimientos de Calidad: permite habilitar la calidad del software a ser especificado en términos de requerimientos de calidad durante todo el ciclo de vida de un proyecto de software o adquisición, mantenimiento y operación. [21]

1.4.4.2.5 Evaluación de la Calidad: Evaluación de la Calidad, Proceso para desarrolladores, Proceso para compradores, Proceso para evaluadores y Documentación del módulo de evaluación.

Los beneficios de utilizar Square son: [20]

1. El modelo representa la calidad esperada del producto de software.
2. Planteo del desdoblamiento de las necesidades o expectativas en calidad en uso, calidad externa y calidad interna.
3. Permite una mayor eficacia en la definición del software.
4. Plantea la evaluación de productos intermedios.
5. Propone una calidad final a través de las evaluaciones intermedias.
6. Permite efectuar un rastreo entre las expectativas, requisitos y medidas de evaluación.
7. Mejora la calidad del producto.

1.4.4.3 Estándar de calidad IEEE - STD 1061-1998: Standard for a Software Quality Metrics Methodology

Los factores de Calidad del Software de los modelos de hoy en día se centran en los siguientes aspectos: [20]

1.4.4.3.1 Sus características operativas

- ✓ Facilidad de Mantenimiento (¿Puedo corregirlo?)
- ✓ Flexibilidad (¿Puedo cambiarlo?)
- ✓ Facilidad de prueba (¿Puedo probarlo?)
- ✓ Su capacidad de soportar los cambios.
- ✓ Portabilidad (¿Podré usarlo en otra Máquina?)
- ✓ Reusabilidad (¿Podré reusar alguna parte del Software?)

1.4.4.3.2 Su adaptabilidad a nuevos entornos

- ✓ Interoperabilidad (¿Podré hacerlo con otros Sistemas?)
- ✓ Corrección (¿Hace lo que quiero?)
- ✓ Fiabilidad (¿Lo hace de forma fiable todo el tiempo?)
- ✓ Eficiencia (¿Se ejecutará en mi hardware lo mejor que pueda?)
- ✓ Integridad (¿Es seguro?)
- ✓ Facilidad de uso (¿Está diseñado para ser usado?)

Como hemos podido darnos cuenta ninguno de los modelos y estándares mencionados anteriormente son aplicables al software educativo debido a que no establecen como evaluar la calidad de los guiones, técnicos o pedagógicos, además no tienen en cuenta los criterios técnicos, pedagógicos y funcionales que deben tenerse en cuenta para la fabricación de software educativo.

1.5 Multimedia

El concepto de multimedia es tan antiguo como la comunicación humana ya que al expresarnos en una charla normal hablamos (sonido), escribimos (texto), observamos a nuestro interlocutor (video) y accionamos con gestos y movimientos de las manos (animación). Con el auge de las aplicaciones

multimedia para computador este vocablo entró a formar parte del lenguaje habitual. [22]

La multimedia es el uso de diversos medios (texto, audio, gráficos, animación, vídeo, e interactividad) de transporte de la información. La multimedia también se refiere al uso de la informática de crear, almacenar y contenido de la experiencia multimedia. Mientras que la información se presenta en varios formatos, la multimedia realza la experiencia del usuario y la hace más fácil y más rápida para tomar la información. La presentación de la información en varios formatos no es nada nuevo, pero los multimedia implican generalmente la presentación de la información en varios formatos digitales. La multimedia es muy usada en la industria del entretenimiento, para desarrollar especialmente efectos especiales en películas y la animación para los personajes de caricaturas. Los usos de la multimedia permiten que los usuarios participen activamente en vez de estar sentados llamados recipientes pasivos de la información, la multimedia es interactiva. [23]

Las aplicaciones multimedia pueden ser de Presentaciones multimedia, CD-ROM, Páginas Web, etc. Estas se pueden clasificar teniendo en cuenta las siguientes categorías:

- Obras de referencia (la biblioteca en el hogar).
- Obras educativas (complemento a los métodos de enseñanza tradicionales).
- Obras lúdicas (aventuras animadas, películas interactivas).
- Obras destinadas a Servicios generales (software para el mundo laboral, museos, centros comerciales).

1.5.1 Tipos de información multimedia

- ✓ **Texto:** sin formatear, formateado, lineal e hipertexto. [23]
- ✓ **Gráficos:** utilizados para representar esquemas, planos, dibujos lineales, etc. [23]

- ✓ **Imágenes:** son documentos formados por píxeles. Pueden generarse por copia del entorno (escaneado, fotografía digital) y tienden a ser ficheros muy voluminosos. [23]
- ✓ **Animación:** presentación de un número de gráficos por segundo que genera en el observador la sensación de movimiento. [23]
- ✓ **Vídeo:** Presentación de un número de imágenes por segundo, que crean en el observador la sensación de movimiento. Pueden ser sintetizadas o captadas. [23]
- ✓ **Sonido:** puede ser habla, música u otros sonidos. [23]
- ✓ **Definir el mensaje clave.** Saber qué se quiere decir. Para eso es necesario conocer al cliente y pensar en su mensaje comunicacional. Es el propio cliente el primer agente de esta fase común. [23]

1.6 Software educativo

El software educativo no es más que una multimedia en la que se tiene en cuenta el modelo pedagógico a utilizar. Para analizar más detalladamente que plantean los especialistas en el tema, proponemos ver los siguientes conceptos de software educativo:

Software educativo: Programas para computadora elaborados con fines didácticos. [24]

Programas para ordenador creados con la finalidad de facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. [25, 26]

1.6.1 Características de un buen Software Educativo

Los programas educativos pueden tratar las diferentes materias (matemáticas, idiomas, geografía, dibujo, etc.), de formas muy diversas (a partir de cuestionarios, facilitando una información estructurada a los alumnos, mediante la simulación de fenómenos, etc.) y ofrecer un entorno de trabajo más sensible a las circunstancias de los alumnos y más rico en posibilidades de interacción; pero todos comparten cinco características esenciales: [24]

- Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, como se desprende de la definición.

- Utilizan el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
- Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.
- Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.
- Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un vídeo, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

1.6.2 Clasificación de los programas didácticos

Programas tutoriales directivos, que hacen preguntas a los estudiantes y controlan en todo momento su actividad. El ordenador adopta el papel de juez poseedor de la verdad y examina al alumno. Se producen errores cuando la respuesta del alumno está en desacuerdo con la que el ordenador tiene como correcta. [24]

Programas no directivos, en los que el ordenador adopta el papel de un laboratorio o instrumento a disposición de la iniciativa de un alumno que pregunta y tiene una libertad de acción sólo limitada por las normas del programa. El ordenador no juzga las acciones del alumno, se limita a procesar los datos que éste introduce y a mostrar las consecuencias de sus acciones sobre un entorno. Objetivamente no se producen errores, sólo desacuerdos entre los efectos esperados por el alumno y los efectos reales de sus acciones sobre el entorno. No está implícita la noción de fracaso. El error es sencillamente una hipótesis de trabajo que no se ha verificado y que se debe sustituir por otra. En general, siguen un modelo pedagógico de inspiración cognitivista, potencian el aprendizaje a través de la exploración, favorecen la reflexión y el pensamiento crítico y propician la utilización del método científico. [24]

Otra clasificación interesante de los programas atiende a la posibilidad de modificar los contenidos del programa y distingue entre programas cerrados (que no pueden modificarse) y programas abiertos, que proporcionan un esqueleto, una estructura, sobre la cual los alumnos y los profesores pueden añadir el contenido que les interese. De esta manera se facilita su adecuación a los diversos contextos educativos y permite un mejor tratamiento de la diversidad de los estudiantes. [24]

1.6.3 Funciones del software educativo

1.6.3.1 Funciones que pueden realizar los programas

1.6.3.1.1 Función informativa. La mayoría de los programas proporcionan una información estructuradora de la realidad a los estudiantes. Los programas tutoriales y los simuladores son los programas que realizan más marcadamente una función informativa. [24]

1.6.3.1.2 Función instructiva. Todos los programas educativos orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes ya que promueven determinadas actuaciones de los mismos encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos. Además condicionan el tipo de aprendizaje que se. [24]

1.6.3.1.3 Función motivadora. Los estudiantes se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo, porque se suelen incluir elementos para captar la atención de los alumnos, mantener su interés y, cuando sea necesario, focalizarlo hacia los aspectos más importantes de las actividades. [24]

1.6.3.1.4 Función evaluadora. La interactividad propia de estos materiales, que les permite responder inmediatamente a las respuestas y acciones de los estudiantes, les hace especialmente adecuados para evaluar el trabajo que se va realizando con ellos. [24]

1.6.3.1.5 Función investigadora. Los programas no directivos, simuladores y programas constructores, ofrecen a los estudiantes interesantes entornos donde investigar: buscar determinadas informaciones, cambiar los valores de las variables de un sistema, etc. [24]

1.6.3.1.6 Función metalingüística. Mediante el uso de los sistemas operativos (MS/DOS, WINDOWS) y los lenguajes de programación (BASIC, LOGO) los estudiantes pueden aprender los lenguajes propios de la informática. [24]

1.6.3.1.7 Función innovadora. Aunque no siempre sus planteamientos pedagógicos resulten innovadores, los programas educativos se pueden considerar materiales didácticos con esta función ya que utilizan una tecnología recientemente incorporada a los centros educativos y, en general, suelen permitir muy diversas formas de uso. Esta versatilidad abre amplias posibilidades de experimentación didáctica e innovación educativa en el aula. [24]

Conclusión

En este capítulo de la investigación, se ha realizado un análisis de los principales modelos de calidad a nivel de proceso y de productos tales como CMM, CMMI, ISO, McCall, etc. Además se ha hecho ahínco en las principales características y funcionalidades del software educativo el cual está concebido para el apoyo del proceso de enseñanza- aprendizaje.

Luego de haber realizado un estudio de todo lo descrito anteriormente podemos decir que los modelos y estándares internacionales a nivel de proceso y de producto nos dicen las áreas donde hay que trabajar para lograr calidad pero no explican el cómo; mientras que los modelos y estándares de evaluación de la calidad del software nos dicen los principales factores que debemos medir para evaluarla en cualquier producto y ninguno de estos mide las características distintivas del software educativo. Es por ello que en el próximo capítulo se describe un conjunto de entregables que definen criterios que permitirán evaluar la calidad del producto en el proceso de producción de software educativo de la Universidad.



Propuesta de solución

Introducción

En este capítulo se describe la propuesta de entregables para evaluar la calidad del software educativo durante el proceso de desarrollo en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Los mismos son el resultado de numerosas entrevistas con especialistas de la Dirección de Producción #2, Dirección de Audiovisual, Dirección de Diseño y la Dirección de Calidad de la Universidad. En ellos está plasmada la opinión especializada instituciones líderes o pioneras en la producción de software educativo en el país tal como la Casita de Software que pertenece al Ministerio de Educación. Además para el desarrollo de los mismos se consultaron profesores de nuestra Universidad que trabajan y que tienen experiencia en el desarrollo de software educativo.

2.1 Proceso de producción de software educativo

El proceso de producción de software educativo en la UCI inicia cuando un cliente hace la solicitud de un proyecto, luego se procede a realizar la contratación del proyecto, en esta etapa se llega a un acuerdo entre las partes sobre que es lo que realmente desea el cliente, además se acuerdan los precios. La etapa que sigue en este proceso es modelación pedagógica, en esta etapa se define el contenido de la multimedia y el conjunto de actividades que conducen al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos para la construcción del conocimiento. La etapa de gestión de medias es la etapa que permite seleccionar los recursos mediáticos que se utilizarán en la confección del producto multimedia. Las etapas de análisis y diseño son idénticas a las

que propone RUP para aproximarnos a la solución del problema. El diseño gráfico es la etapa que nos permite crear la parte visual y que nos da la estética del producto final. Seguido a esto se procede con la implementación del producto, en este proceso se denomina construcción, y con la realización de pruebas para eliminar los errores y defectos que pueda tener el producto antes de entregarlo (entrega). Mientras el proceso fluye, existen otras etapas como son las auditorías de calidad, gestión de configuración y la gestión de aspectos legales, que tienen participación en todas o casi todas las demás.

La siguiente figura muestra el flujo de producción de software educativo definido en la UCI.

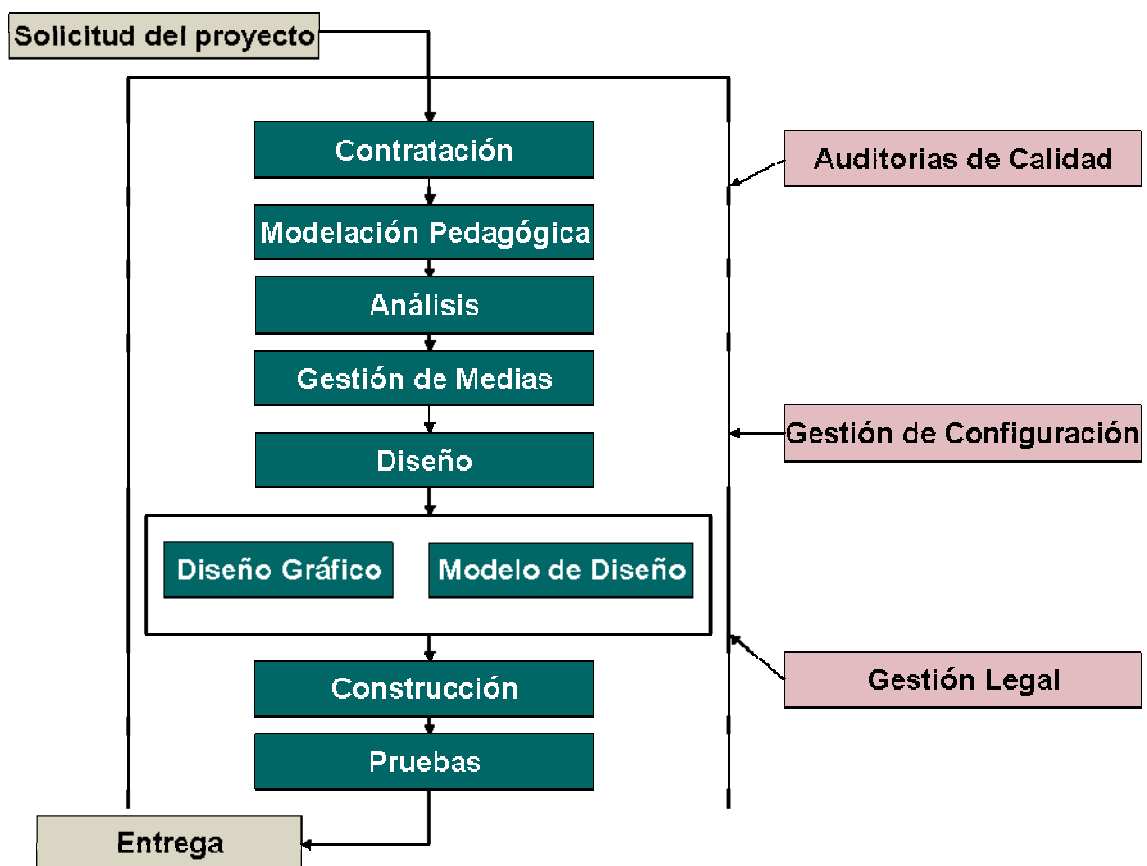


Ilustración 8 de Producción de software educativo en la UCI

En la presente investigación se analizaron las etapas de contratación, modelación pedagógica, diseño gráfico y gestión de medias, las otras etapas: gestión de requisitos, análisis, diseño, construcción, pruebas y la gestión de configuración se harán como RUP lo propone ya que es una metodología estándar de desarrollo para la producción de software; RUP se caracteriza por ser iterativo e incremental, estar centrado en la arquitectura y guiado por los casos de uso. Incluye artefactos, que son los productos tangibles del proceso, y

roles que es el papel que desempeña una persona en un determinado momento. Además el ciclo de vida que se desarrolla por cada iteración en RUP, es llevada bajo dos disciplinas:

Disciplina de Desarrollo

- Ingeniería de Negocios: Entendiendo las necesidades del negocio.
- Requerimientos: Traslado de las necesidades del negocio a un sistema automatizado.
- Análisis y Diseño: Traslado de los requerimientos dentro de la arquitectura de software.
- Implementación: Creando software que se ajuste a la arquitectura y que tenga el comportamiento deseado.
- Pruebas: Asegurándose que el comportamiento requerido es el correcto y que todo lo solicitado está presente.

Disciplina de Soporte

- Configuración y administración del cambio: Guardando todas las versiones del proyecto.
- Administrando el proyecto: Administrando horarios y recursos.
- Ambiente: Administrando el ambiente de desarrollo.
- Distribución: Hacer todo lo necesario para la salida del proyecto

Para el desarrollo de software educativo recomendamos que se utilice OMMMA-L vinculado al RUP ya que el Lenguaje de Modelado Orientado a objetos de Aplicaciones Multimedia (OMMMA-L) se lanza como una propuesta de extensión de UML para la integración de especificaciones de sistemas multimedia basados en el paradigma orientado a objetos, y MVC (Modelo Vista Controlador) para la interfaz de usuario. OMMMA-L muestra análisis similares a otras metodologías potentes y no se especializa en una clasificación de producto, sino que generaliza a través del uso de la semántica original de UML. Es robusto y altamente descriptivo, refleja el proceso en todas sus etapas y hereda de RUP el ciclo de vida basado en iteraciones y el flujo de trabajo iterativo e incremental, centrado en casos de uso y en la arquitectura. Por tanto

se hace la propuesta de realizar las etapas del proceso de producción de software educativo antes mencionadas utilizando un proceso basado en RUP, y OMMMA–L para la especificación del producto.

A continuación analizaremos las etapas de contratación, modelación pedagógica, diseño gráfico y gestión legal para luego hacer las propuestas de los entregables que permitirán controlar la calidad del producto en el proceso de producción de software educativo en la UCI.

2.1.1 Contratación

La contratación es el proceso donde se formaliza legalmente la relación entre las entidades involucradas en el desarrollo de un proyecto. El principal resultado de esta etapa es el contrato de trabajo donde quedan formalmente aprobados los derechos y deberes de las partes así como el mecanismo de ejecución de los proyectos.

En esta etapa el cliente entrega su solicitud de proyecto y el guión de contenido (si lo tiene elaborado); además es el momento donde se traza la estrategia de trabajo durante el desarrollo del proyecto para el equipo del proyecto, incluyendo el trabajo con el cliente. La definición de los derechos de propiedad intelectual se especifica en el contrato y depende de cada proyecto en particular. [27]

En numerosas ocasiones se aplica la estrategia de la concepción y establecimiento de contrato para fijar un determinado nivel de compromiso entre las partes y luego se definen las especificaciones de la ejecución de la actividad a realizar. Aún teniendo esta estrategia se requiere una vez aprobado el convenio realizar la especificación del proyecto a ejecutar, en materia de: documentos base, entregables, mecanismos de aprobación, estimación de tiempo y costos; y para esto es necesario del conocimiento y experticia de los responsables de la negociación en esta área del desarrollo de software¹.

En esta etapa se han definido: [27]

Participan:

Cliente: quien solicita el desarrollo del producto, representante de la dirección de producción, Vicedecano de producción de la facultad.

Resultados:

- Solicitud del proyecto.
- Guión de contenido.
- Definición de estrategia de trabajo.
- Definición de líder de proyecto.

¹ Conversación personal con la Ing. Yadenis Piñero Pérez, Directora de Producción de Software de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

- Definición de equipo de trabajo.
- Control de los contactos de los integrantes del equipo.
- Establecimiento de las políticas de Gestión de configuración y salvadas.
- Se registra cada evento en el documento bitácora. (Fechas de entregas, acuerdos e incumplimientos)
- Cronograma general e inicial del proyecto.
- Documento Visión.

Necesidades:

- Planilla de solicitud de proyecto.
- Planilla de Equipo de trabajo.
- Contactos generales.
- Contactos particulares.
- Documento Visión.
- Documento Bitácora.

Por la importancia que amerita esta etapa en todo proyecto informático, se proponen los siguientes entregables y pautas con el objetivo de que el producto final tenga la calidad requerida, en esta etapa de contratación:

- Entregables que forman parte de la entrega final del producto. Esto es necesario definirlo pues en la producción del software educativo hay entregables que si el cliente no los tiene definido y decide que la entidad ejecutora los debe elaborar, se necesitan destinar recursos adicionales, personal especializado y tiempo para su elaboración, lo que implica que el alcance del producto se extiende, repercutiendo en la fecha de entrega del producto final y en su definición del costo; además se debe dejar bien claro si esos entregables el cliente lo podrá vender o no en dependencia de los derechos que obtenga del producto.
- Alcance del producto; esto permitirá dejar bien claro cuándo se acaba el proyecto e influye en la estimación del tiempo necesitado para el desarrollo del producto.

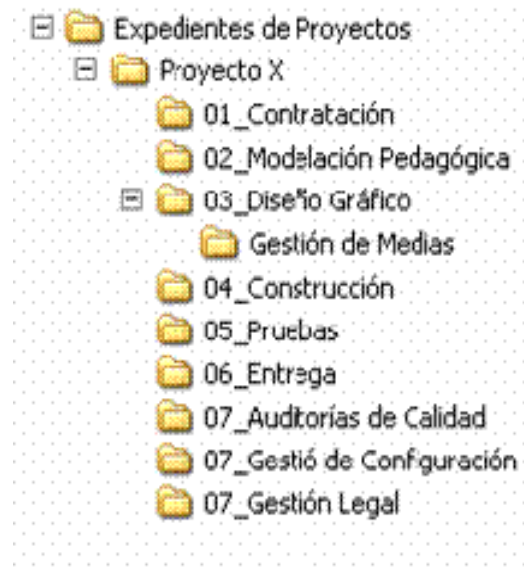
- Entrega del producto, es decir, si se entregará el ISO, el master o los ambos, en dependencia de los derechos que se tengan sobre el producto, además, debe quedar claro el lugar, la fecha y la hora, quien lo recibe, quien lo entrega, si se entregará solamente la versión la versión final del producto o todas las versiones elaboradas; las vías de entrega deben quedar definidas en esta etapa, si se hará vía correo electrónico, o en un CD u otro soporte óptico, o si se pondrá en un servidor, en caso de ser esta última la vía de entrega, especificar las vías de acceso al servidor. Esto permitirá cumplir con el cronograma de actividades definido y que no exista problema cuando se aproxime la fecha tope para la entrega del producto.
- Expediente del proyecto, se debe crear un ftp para esto; que permitirá tener toda la información referente al proyecto en un solo lugar, de modo que cuando se necesite algún recurso, todos los desarrolladores puedan acceder a ellos. Para el acceso a la carpeta de determinado proyecto se necesita introducir un usuario y una contraseña que será impuesta por el líder del proyecto.
- En esta etapa se debe tener en cuenta aspectos relacionados con la gestión de aspectos legales; para la producción del producto se necesita gestionar las licencias de uso de las herramientas y medias predefinidas, debe quedar bien claro quien paga por cada una de las herramientas que se usan.

Es importante que en el ciclo de vida del proyecto se definan las fechas en que se harán las revisiones técnicas, pues esta actividad es la que nos permitirá evaluar que el producto cumple con los requisitos establecidos.

A continuación mostramos los entregables propuestos en esta etapa:

2.1.1.1 Entregables de contratación

2.1.1.1.1 Expediente de proyecto



2.1.1.1.2 Alcance del producto

Nombre del producto:

Líder (es) del proyecto.

Se deben poner los líderes del proyecto por ambas partes.

Entidades involucradas.

En esta sección se debe poner las entidades involucradas y cual es el beneficio que esperan del producto.

Sobre el alcance del proyecto.

En esta sección se debe poner el alcance del proyecto, la fecha límite que se ha establecido para la entrega del producto, cuales son los entregables definidos en la entrega...

Al final del documento ambas partes deben firmar la concordancia con lo expuesto en él.

2.1.1.1.3 Entregables para la entrega final

Nombre del producto:

Sobre la definición de los entregables

En esta sección se debe poner cuales son lo entregables que integran el producto final, así como una breve explicación de cada uno de ellos. Se debe incluir además el formato de entrega de los entregables.

Entregable 1:

Entregable 2:

Al final del documento ambas partes deben firmar la concordancia con lo expuesto en él.

2.1.2 Modelación Pedagógica

La modelación pedagógica es una etapa muy importante del proceso de desarrollo de un software con fines educativos y está constituido por un conjunto de actividades que realizan los diseñadores de la aplicación con el apoyo de los especialistas en contenido y de los pedagogos y psicólogos, buscando producir un material que permita el aprendizaje significativo por parte del estudiante. [28]

El propósito del análisis pedagógico es determinar el conjunto de actividades que conducen al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos y la estructura de los conceptos necesarios para la construcción del conocimiento. [29]

Cuando se quiere confeccionar un modelo pedagógico hay que tener en cuenta los siguientes factores: [30]

Necesidad: Este factor es importante ya que indica el grado en que el software da solución a un problema educacional de importancia. Tiene asociado los siguientes indicadores:

- ✓ Correspondencia tecnológica: Este indicador nos dice de qué manera el software y su contenido contribuye con la asociación de ideas y la creatividad, permite la práctica de nuevas técnicas, la reducción del tiempo y del esfuerzo necesario para aprender.
- ✓ Problema a resolver: Este indicador nos permite saber de que manera el software ayuda a resolver un problema educativo.
- ✓ Amplio espectro: Nos dice si el contenido del software puede ser utilizado en diferentes grados, o edades, o tipos de enseñanza.

Fiabilidad conceptual: Este factor trata el grado de seguridad y rigor científico que asignamos a la información que proporciona el software, en correspondencia con el público al que va dirigido. Tiene asociado los siguientes indicadores:

- ✓ Fiabilidad metodológica: Es la relación que existe entre objetivos, contenidos y métodos.

- ✓ Estructuración: Tiene que ver con la información existente en el software, la forma en que se presenta y la o las vías de acceso a ella.
- ✓ Adaptabilidad y atención a las diferencias individuales: Este indicador nos hace referencia al uso o la presencia de mecanismos para la atención a las diferencias dentro del software.
- ✓ Actitudinal: Este indicador nos dice que se debe fomentar un conjunto de sentimientos, cualidades y valores (honestidad, honradez, responsabilidad, etc.) que deben caracterizar a un alumno revolucionario cubano. Fomenta actitudes positivas que conduzcan a decisiones responsables ante el estudio, el trabajo y la vida familiar y social.
- ✓ Motivación: Este indicador nos dice que hacer para lograr un aprendizaje que combine lo cognitivo con lo afectivo y que el contenido sea significativo y con un alto valor funcional para el estudiante. Para motivar al estudiante, las actividades de los programas deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido, sin provocar aburrimiento.
- ✓ Nivel de interactividad: Este indicador se expresa a través de la diversidad de mecanismos que ofrece el software para establecer una comunicación bidireccional, rica y reflexiva.

Ergonomía. Esta variable tiene asociados los siguientes indicadores:

- ✓ Adaptación a diversos contextos: Este indicador está relacionado con el lugar donde se desarrolla la actividad docente.
- ✓ Ayuda operacional contextualizada: El software ofrece diferentes niveles y tipos de ayuda en dependencia de la situación en que se encuentre el usuario.

2.1.2.1 El guión de contenido

Todo multimedia que esté diseñada con fines educativos debe tener un guión de contenido que no es más que una historia contada con imágenes e implica la narración ordenada de la historia que se desarrolla en el producto audiovisual. Se plantea de forma escrita y contiene las imágenes en potencia y la expresión de la totalidad de la idea, así como las situaciones

pormenorizadas, los personajes y los detalles ambientales. El lenguaje que se ha de emplear ha de ser visual y sonoro, no literario. Un guión multimedia requiere de una exhaustiva investigación sobre el material que ha de utilizar. [31]

El guión de una multimedia en soporte informático debe tener una estructura diferente, con columnas diferenciadas para imagen, sonido, texto y acciones. En cada pantalla hay que identificar el recurso digital, así como los resultados de determinadas acciones sobre zonas específicas de la pantalla. La tabla que se muestra a continuación muestra los aspectos que deben estar presentes en la estructura de un guión de contenido:

Tabla 4 Aspectos que deben estar presentes en la estructura de un guión multimedia

Pantalla nº 1	
Imagen	Nombre de los ficheros de imagen, acompañado de una breve descripción.
Sonido	Nombre de los ficheros de sonido, acompañado de una breve descripción.
Texto	Nombre de los ficheros de texto junto con la transcripción de su contenido.
Video	Nombre de los ficheros de videos, acompañado de una breve descripción.
Acción	Indicar qué resultados realizan las zonas interactivas y a partir de qué acción del usuario.

El contenido que se incluya en el guión debe tener las características que se enuncian a continuación: [29]

- Ser correctos y actuales. Adecuados a las características de los destinatarios.
- Estar bien estructurados y ser progresivos, de manera que los anteriores faciliten la comprensión de los que siguen.
- Estar redactados correctamente, sin faltas de ortografía y con un lenguaje comprensible que facilite la comprensión.
- Resultar motivadores, atractivos y originales en su presentación.
- Incluir elementos gráficos, recursos didácticos.

- Considerar el estudio personalizado y también dinámicas de trabajo colaborativo.
- Estar contextualizados en un marco de referencia familiar para los estudiantes y que respondan a los intereses y expectativas de los destinatarios.

Otro aspecto muy importante a la hora de hacer un guión de contenido es la creación de un mapa de contenidos. En la creación del mapa de contenido del curso se debe detallar la distribución de las temáticas que se van a montar. Debe quedar bien claro:

- Partes en que se dividirá el curso y orden de las mismas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo. (A)
- Cantidad de subsecciones y dentro de estas si es necesario otras que se encuentren en un nivel más bajo y tipo de cada una de ellas. (B)
- Distribución de los contenidos dentro de las subsecciones. (C)
- Aspectos generales que no están incluidos en una determinada sección.(D)

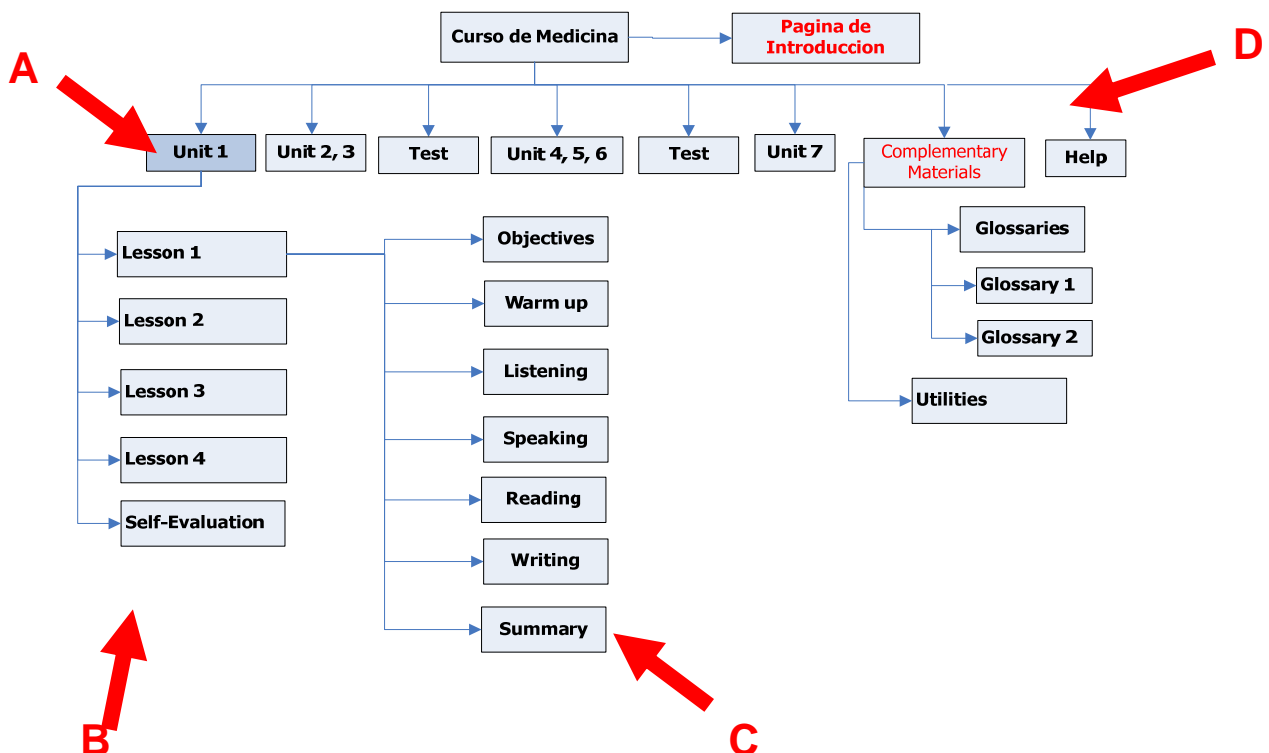


Ilustración 9 Ejemplo de un mapa de contenido

2.1.2.2 Algunas consideraciones según la enseñanza a la que va dirigido el producto

Cuando en el software educativo se ha especificado que está destinado para una enseñanza determinada hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

[32]

- Si es para la educación infantil hay que tener en cuenta que contribuya al desarrollo físico, intelectual, afectivo, social y moral de los niños. Los centros docentes de educación infantil cooperaran estrechamente con los padres o tutores a fin de tener en cuenta la responsabilidad fundamental de estos en dicha etapa educativa. La metodología educativa en este nivel se basa en las experiencias, las actividades y el juego, en un ambiente de afecto y de confianza.
- Si es para la educación primaria hay que tener en cuenta que la finalidad de este nivel educativo será proporcionar a todos los niños una educación común que haga posible la adquisición de los elementos básicos culturales, los aprendizajes relativos a la expresión oral, a la lectura, a la escritura y la matemática, así como una progresiva autonomía de acción en su medio. La metodología didáctica se orientará al desarrollo general del alumno, integrando sus distintas experiencias y aprendizajes. La enseñanza en este nivel tendrá un carácter personal y se adaptará a los distintos ritmos de aprendizaje de cada niño.
- Para la educación secundaria se tendrá que transmitir a todos los alumnos los elementos básicos de la cultura, formarlos para asumir sus deberes y ejercer sus derechos y prepararlos para la incorporación a la vida activa o para acceder a la formación profesional específica de grado medio. La metodología didáctica en este nivel se adaptará a las características de cada alumno, favorecerá su capacidad para aprender por si mismo y para trabajar en equipo y le iniciará en el conocimiento de la realidad de acuerdo con los principios básicos del método científico.
- El bachillerato proporcionará a los alumnos una madurez intelectual y humana, así como los conocimientos y habilidades que les permitan desempeñar sus funciones sociales con responsabilidad y competencia.

Asimismo, les capacitará para acceder a la formación profesional de grado superior y a los estudios universitarios. La metodología didáctica para este nivel favorecerá la capacidad del alumno para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos apropiados de investigación. De igual modo subrayará la relación de los aspectos teóricos de las materias con sus aplicaciones prácticas en la sociedad.

En esta etapa se hace una propuesta de un entregable que nos permitirá controlar los aspectos que no deben omitirse en la confección de un modelo pedagógico.

2.1.2.3 Entregables de la Modelación pedagógica

2.1.2.3.1 Lista de chequeo para el control de aspectos pedagógicos

Nombre del producto:

Tabla 5 Aspectos pedagógicos a tener en cuenta en la confección del modelo pedagógico

Aspectos a tener en cuenta	Usado S/N
Audiencia.	
Formas de evaluación.	
Tipo de evaluación a usar.	
Correspondencia tecnológica.	
Creación de un mapa de contenidos.	
Amplio espectro	
Fiabilidad metodológica.	
Estructuración.	
Adaptabilidad y atención a las diferencias individuales.	
Actitudinal.	
Motivación.	
Nivel de interactividad.	
Adaptación a diversos contextos	
Ayuda operacional contextualizada.	

2.1.3 Gestión de medias

La gestión de información audiovisual es un componente medular en la producción de multimedias educativas. En esta es de vital importancia la organización, planificación, control, dirección de todas las actividades y recursos relacionados con el uso de los recursos de información audiovisuales en la producción de este tipo de software.

De ahí la necesidad de que en el proceso de producción exista una etapa que se encargue de gestionar todo el contenido visual y que servirá de apoyo para el aprendizaje. Es necesario que los recursos para producir un software educativo sean revisados para evitar demoras en la implementación del producto, además esto posibilita que los recursos a utilizar cumplan con ciertas condiciones que implicarán mayor calidad visual en el producto final. Las medias gestionadas serán puestas en un servidor FTP que se propuso en la etapa de contratación.

En esta etapa se proponen entregables y algunas pautas que permitirán que esta etapa de gestión de medias se realice con la calidad requerida.

Para la gestión de información audiovisual hay que tener en cuenta los siguientes elementos: [33]

- Recursos Humanos.
- Fuentes de Información
- Procesos Internos (flujos de trabajo).
- Normalización y Formato de los datos

Recursos Humanos

- Guionistas.
- Profesionales de la información.
- Productores.
- Fotógrafos / Camarógrafos.
- Sonidistas.
- Editores.

- Diseñadores.

Fuentes de Información

- Archivo de documentación audiovisual de la UCI.
 - Información audiovisual en archivo.
 - Información audiovisual producida.
- Archivos de otras instituciones.
- Materiales aportados por los guionistas.
- Reportes entregados por diseñadores, programadores y líderes de proyecto.
- Expertos (sonidistas, musicólogos, fotógrafos).

Procesos generales en al gestión de medias

- Revisión de las planillas de solicitud y trabajo de mesa.
- Búsqueda y recuperación de medias.
- Digitalización.
- Producción de Medias (grabación y filmación).
- Edición.
- Evaluación y revisión.
- Entrega de medias.

Aspectos de calidad de las medias

Los siguientes aspectos son los que se tendrán en cuenta para evaluar la calidad de las medias gestionadas: [33]

- Imágenes

Tamaño.

Resolución.

Tipo.

Formato.

Iluminación.

- Videos

Nitidez.

Comprensión.

Formato adecuado.

- Audio

Formato adecuado.

Frecuencia de muestreo.

Amplitud de la señal.

Sistema de reproducción.

A continuación analizamos los requerimientos de producción para cada una de las medias que se gestionen en un proyecto de software educativo.

2.1.3.1.1 Imágenes

Para la gestión de las imágenes los requerimientos de producción que se van a tener en cuenta son:

1. Formato: Existen varios conceptos que los autores dan a este atributo: Es el tamaño y la forma de un negativo, diapositiva, papel o cámara. Otro concepto que se da es que se le llama formato generalmente a cada tipo de archivo, por ejemplo a los de gráficos como .jpg, .gif, etc. [34]

La siguiente tabla muestra algunos de los formatos de imágenes que se soportan en la fabricación de software educativo con un breve comentario. [35]

Tabla 6 Formatos de imágenes.

Formato	Profundidad de Color	Comentario
BMP (.bmp)	<ul style="list-style-type: none"> · 1 (Mapa de bits) · 4-8 bits (Escala grises) · 8 bits (Color Indexado) · 24 bits(RGB) 	<ul style="list-style-type: none"> · Formato estándar IBM PC, · Uso: fondo escritorio, o imágenes sencillas de hasta 256 colores
GIF <i>Graphics Interchange Format</i> (.gif)	<ul style="list-style-type: none"> · 8 bits (256 colores) 	<ul style="list-style-type: none"> · Gráficos color indexado · Posibilidad visualización entrelazada (aparición gradual) · Transparencia y animación · Uso: Internet
JPEG <i>Joint Photographic Expert Group</i> (.jpg; .jpeg)	24 bits	<ul style="list-style-type: none"> · Junto con .gif y .png el formato de Internet para gráficos y fotografías. · Formato de color verdadero en el que no se produce pérdida de color, aunque si se comprime, pues se eliminan datos. Uso: fotografías Internet
PHOTOSHOP (.psd)	32 bits	<ul style="list-style-type: none"> · Propio de <i>Adobe Photoshop</i> · Guarda capas y selecciones (canales) Uso: Creación y Tratamiento Imagen
PNG <i>Portable Networks Graphics</i> (.png)	24 bits	<ul style="list-style-type: none"> · Mayor capacidad de almacenamiento y capacidades que el GIF · Genera transparencias de fondo sin bordes dentados · Uso: Internet

2. Tipo: Este parámetro especifica como es la imagen, original o escaneada.
3. Tamaño y Resolución: La resolución es la densidad de puntos, o píxeles, que tiene una imagen. Nos indica la cantidad de píxeles que hay en una determinada medida de longitud. Cuánto más alta sea su resolución, más píxeles hay en una imagen: más grande es su mapa de bits.

Las resoluciones altas permiten un mayor detalle y transiciones de colores sutiles en la imagen. [36]

La resolución, además de con la densidad de píxeles de una imagen, esta íntimamente relacionada con su tamaño. [36]

Así, para mantener la calidad de reproducción, al variar su tamaño, tendremos que variar también la resolución. [36]

Al hablar de resolución debemos siempre considerar que podemos estar hablando de dos tipos de expresión de lo mismo, con dos tipologías diferentes:

- Resolución por tamaño.
- Resolución por densidad.

La resolución por tamaño se expresa mediante los píxeles de ancho por los píxeles de alto, que determinan el área rectangular que ocupa la imagen en el monitor. Por ejemplo:

- 640 x 480 píxeles es el tamaño habitual en que trabajan las pantallas de ordenador pequeñas (14 o 15 pulgadas).
- 800 x 600 píxeles es el tamaño aplicado en monitores de tamaño medio (15 o 17 pulgadas).
- 768 x 576 píxeles es el tamaño de los gráficos para video PAL en alta resolución.

La resolución por densidad se expresa en dpi/ppp (*dots per inch* = puntos por pulgada), es decir, indicando cuantos píxeles se contienen en un cuadrado de una pulgada de lado; como habitualmente la resolución es equivalente, se expresa con un solo dato para los parámetros horizontal y vertical.

- 1200 dpi = 1200 x 1200 píxeles en una pulgada cuadrada.
- 100 x 200 dpi, por ejemplo, si las resoluciones horizontal y vertical no coinciden.

4. Iluminación: Es la cantidad de luz que el objeto fotografiado recibe y refleja y que está en relación con la proximidad de éste a la fuente luminosa y con la intensidad de la misma. [37]

Tabla 7 Requerimientos de las imágenes que se utilizarán

Requerimientos de producción			
Formato	Tipo	Resolución X Tamaño	Resolución X Densidad
.jpg	escaneada	800 X 600	300 dpi
.jpg	original	1024 X 786	72 dpi

En la selección de las imágenes se exige que el formato de estas sea .jpg por ser uno de los más populares para guardar imágenes digitales. Este se caracteriza principalmente por ser abierto, los derechos de autor son libres y puede ser usado o implementado en un programa, sin necesidad de pagar por derechos de autor. Es un formato de compresión de pérdida, es decir que cuando guardamos una fotografía con esta extensión, la información que contiene la imagen reduce, pero este detalle no es susceptible al ojo humano, porque la imagen sigue siendo de alta calidad. Este formato permite graduar el nivel de compresión de cada una de las imágenes de modo que podamos decidir entre una imagen de baja calidad, que implica un menor tamaño en el archivo, y una imagen con alta calidad. Existen otros formatos en los que se aceptan las imágenes: .psd, .png, .bmp, .gif.

Las imágenes que se seleccionen se entregarán en formato .jpg a 300 dpi con un tamaño de 800 x 600 si la imagen es escaneada y a 72 dpi con un tamaño de 1024 x 786 si es original, los nombres de las mismas serán referenciados en la planilla de medias que se utiliza en la universidad. Estas imágenes antes de ser aprobadas por el cliente deben ser analizadas por un grupo de especialistas que la dirección audiovisual incorporará para que evalúe las medias y emitan un criterio como profesionales que son en esa materia.

2.1.3.1.2 Locuciones, audio y sonidos

Tabla 8 Extensiones de los sonidos y las locuciones que se utilizarán

Requerimientos de producción			
Formato	Amplitud de la señal del sonido	Sistema de reproducción	Frecuencia de muestreo
.mp3, .wav	16 bits	estéreo	44 Khz.

Las locuciones y los sonidos deben estar en formato .mp3 o en .wav, primero porque el .mp3 es un formato de compresión de sonido con pérdida, es muy popular dado que la comunidad Internet lo utiliza para intercambiar archivos de audio; conserva una muy buena calidad CD y las diferencias sutiles entre un audio de CD original y su copia codificada .mp3 son difícilmente apreciables. Lo más habitual es que los archivos .mp3 se configuren con 44 Khz. estéreo y entre 64 y 128 kb. [38]

Se aceptan también en formato .wav porque es el formato para almacenar los sonidos más utilizados por los usuarios de Windows, lo flexible de este formato lo hace muy usado para el tratamiento de sonido ya que puede ser comprimido y grabado en distintas calidades y tamaños. Los archivos .wav pueden tener un excelente sonido comparable a la del CD, 16 bits y 44 Khz. estéreo. La ventaja más grande es su compatibilidad para convertirse en varios formatos por medio del software adecuado, un ejemplo de ello es pasar de .wav a .mp3 [39]

Los parámetros utilizados en la gestión de sonidos y locuciones son:

Frecuencia de muestreo, amplitud de la señal del sonido y sistema de reproducción.

La frecuencia de muestreo es la frecuencia a la que se toman muestras de una señal analógica para convertirla en señal digital. Generalmente se mide en hercios (o ciclos por segundo), aunque se pueden utilizar otras medidas. Especifica la cantidad de veces que se toman muestras en 1 segundo, para no perder calidad e información en los procesos de conversión de la señal sonora. Se debe utilizar una frecuencia de muestreo que sea el Doble del valor de la frecuencia sonora más alta que se va a convertir. [40]

El sistema de reproducción estéreo no es más que un sistema de registro y reproducción que utiliza dos canales de información sonora: izquierdo y derecho. En este tipo de reproducción se restituyen con mayor importancia los planos sonoros. [40]

La amplitud de la señal de sonido seleccionada es de 16 bits ya que es el estándar que tienen los CD de audio.

2.1.3.1.3 Videos

Tabla 9 Extensiones de los videos que se utilizarán

Requerimientos de producción	
Formato	Resolución X Tamaño
.mpg, .avi	400 x 300

Los requerimientos de producción para los videos que se utilizarán en la fabricación de software educativo son el formato y la resolución por tamaño.

Se exige el formato .avi y mpg porque el .avi porque nunca sufre desincronización audio-video, además es el formato más extendido para el manejo de datos de audio/vídeo en una computadora. La calidad del formato .avi es bastante buena, pero tiene el problema que al ser archivos tan grandes sin comprimir cuando trabajamos con videos para editarlos el proceso de edición es muy lento; además este formato soporta varios codecs. El .mpg es un tipo de archivo "contenedor", dentro del cual podemos meter pistas de vídeo, audio e incluso subtítulos en ciertos casos. Tanto el vídeo como el audio pueden hallarse en un formato determinado y con unas características determinadas y según esas características diremos que nuestro .mpg está en un formato u otro. [41]

Para los videos se debe:

- Crear una pantalla donde va a correr el video y presentarla para su previa evaluación.
- El video debe tener siempre la medida de 400 x 300 píxeles como máximo.
- Se debe entregar un documento donde se explique en que pantalla debe salir cada video.
- Cuando se quiere una animación tridimensional se crea en 3D Studio, se salva cuadro a cuadro y luego se preparan en Photoshop, para montarse finalmente en Premier.

2.1.3.1.4 Textos

Tabla 10 Extensiones de los textos que se utilizarán

Requerimientos de producción	
Formato	Tipografía
.doc, .rtf	La tipografía las proponen los diseñadores y el cliente la aprueba o no.

Microsoft Word utiliza un formato nativo cerrado y muy utilizado, la extensión de archivo .doc, este formato se ha convertido en un estándar con el que pueden transferirse textos con formato o sin formato, o hasta imágenes, siendo preferido por muchos usuarios. [42]

El formato .rtf surgió como acuerdo para intercambio de datos entre Microsoft y Apple en los tiempos en que Apple dominaba el mercado de los ordenadores personales. Las primeras versiones del formato .doc de Word derivaban del .rtf. Incluso ahora hay programas de Microsoft como Wordpad que usan el .rtf como formato nativo. El .rtf también tiene extensión .doc al igual que los sucesivos formatos de Word que se han presentado. [42]

Detalles técnicos finales

- Todas las imágenes que conforman el producto (pantallas, iconos, menú y submenú) deberán pasar por el Batch process de Fireworks para indexarlas a 256 colores. Este proceso comprime las imágenes disminuyendo así el peso del proyecto final.

A las imágenes que tienen el fondo blanco es imprescindible ponerles un píxel gris claro en las esquinas superior izquierda e inferior derecha de manera que sea lo menos visible debido a que el Director por defecto convierte el color blanco en transparente transformando el tamaño real de la imagen.

2.1.3.1.5 Nomenclatura para las medias

Para las medias que se gestionen en esta etapa se proponen las siguientes nomenclaciones para la especificación de cada una de ella en los entregables que se han definido.

2.1.3.1.5.1 Nomenclatura para las locuciones, audio y sonido

Efectos de sonido:

Se entregarán con el formato que se muestra en el siguiente ejemplo. Ejemplo A: S + número (que debe ser consecutivo) + nombre del sonido + nombre de los elementos o botones en los que se ejecutará.

Música de fondo:

Se entregarán con el formato que se muestra a continuación. Ejemplo B: SMF + nombre de la música + módulo(s) en el(los) que se utilizará(n).

En el caso que exista una lista de música en todo el software se entregarán de la siguiente forma:

SMFcancion1 + módulo en la que aparece.

SMFcancion2 + módulo en la que aparece.

....

SMFcancionN + módulo en la que aparece.

Locuciones:

Las locuciones que se entreguen deben estar acompañadas de un documento que contenga el siguiente formato:

SL1 + módulo y escena en la que aparece.

SL2 + módulo y escena en la que aparece.

...

SLN + módulo y escena en la que aparece.

2.1.3.1.5.2 Nomenclatura para los videos

Para la nomenclatura de los videos en el documento donde se especifican estos, propongo que se haga poniendo en el id, identificador del video, la letra V seguido de un número, esto permitirá saber cuantas medias de esta tipo se han gestionado en un proyecto determinado, porque el número que se pone debe ser consecutivo para cada proyecto.

2.1.3.1.5.3 Nomenclatura para las imágenes

En este tipo de medias para lo mismo que en la nomenclatura de los videos, solo que para estas se pone una I seguida con un número consecutivo.

Lo que a continuación se muestra son los entregables que se han definido para esta etapa:

2.1.3.1.6 Entregables de la gestión de medias

2.1.3.1.6.1 Control de las imágenes

Nombre del producto:

Tabla 11 Aspectos a tener en cuenta en la gestión de imágenes

Id.	Nombre	Descripción	RT	RD	Formato	Tipo	Aceptada S/N
I1							
I2							
...							

Leyenda:

Id: Es un identificador de la imagen. Se pone primero la letra I seguida de un número que es consecutivo para las imágenes del proyecto X.

Nombre: Es el nombre de la imagen.

Descripción: En esta sección se debe poner una breve descripción de la imagen.

Aceptada: Se especifica si se aceptó o no.

RT: Se refiere a la resolución por tamaño explicada en epígrafes anteriores.

RD: Se refiere a la resolución por densidad explicada en epígrafes anteriores.

Formato: En esta sección se debe poner el formato de las imágenes que se usarán.

Tipo: se especifica si la imagen es original (O) o escaneada (E).

2.1.3.1.6.2 Control de las locuciones, sonidos y audio

Nombre del producto:

Tabla 12 Aspectos a tener en cuenta en la gestión de locuciones y sonidos

Id.	Nombre	Descripción	Formato	Aceptada S/N	Pantalla
SL1					
SMF1					

Leyenda:

Id: Es un identificador del sonido y del audio (SMF), en caso que sea una locución se pondrá en el id SL#. El número que se pone es consecutivo para el mismo proyecto.

Nombre: Es el nombre de la locución, audio o del sonido.

Descripción: En esta sección se debe poner una breve descripción del sonido, del audio o de la locución, explicando que sonido es el que se emite.

Formato: Se especifica el formato del archivo.

Aceptada: Se especifica si se aceptó o no.

Pantalla: Se pone en que pantalla o pantallas deben aparecer.

2.1.3.1.6.3 Control de los videos

Nombre del producto:

Tabla 13 Aspectos a tener en cuenta en la gestión de videos

Id.	Nombre	Descripción	Formato	Resolución X Tamaño	Aceptado Si/No
V1					
V2					

Leyenda:

Id: Es un identificador para los videos que se vayan a utilizar. Se pone primero la letra V seguida de un número que es consecutivo para el mismo proyecto.

Nombre: Es el nombre del video.

Descripción: En esta sección se debe poner una breve descripción del video.

Formato: Se especifica el formato del archivo.

Aceptado: Se especifica si se aceptó o no.

Resolución X Tamaño: Se pone la resolución por tamaño de los videos que se utilizarán.

2.1.4 Diseño gráfico

El diseño de la interfaz de usuario de un producto multimedia, que no es más que el diseño de la información y el diseño de medias, tiene un principio estético que ejercer pero siempre conlleva una funcionalidad que consiste en otorgar las formas con las cuales el mensaje se transmite y en la que debe ser percibido por el usuario, por lo que el diseño de la interfaz de usuario en pantalla debe ser amigable y transparente. [42, 43]

En aras de lograr una interacción mejor entre el hombre y la computadora, el color es el factor clave de éxito del diseño gráfico de una multimedia, pero estos son propuestos por los diseñadores y el cliente es quien decide si son los más adecuados o simplemente si son de su gusto, de modo que para llegar a un acuerdo, se realicen reuniones extras.

Para la definición del diseño son necesarios los guiones de contenido y técnicos, este último nos dice como la multimedia está estructurada en términos técnicos; explica como está formada cada pantalla, cuando es que aparece cada pantalla, que acción se debe realizar, que pasa cuando se realiza una acción determinada, que se muestra en cada pantalla y como se cumple con los objetivos y los módulos definidos en el modelo pedagógico².

En esta etapa, para el diseño de los personajes ocurre lo mismo que en la selección de los colores, los diseñadores hacen una propuesta de los personajes y mascotas, luego en una posterior reunión con el cliente se decide si es la que se desea o no y se le hacen las adaptaciones en dependencia de los gustos o necesidades de este último.

Antes de analizar las características que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el diseño gráfico para un producto software educativo, queremos recordar que los elementos del diseño gráfico al igual que las medias se deben poner en el expediente que se propuso en la etapa de contratación.

Los diseñadores deben entregar un documento con las pautas generales del software o la colección, en ese documento deben aparecer entre otras cosas³:

² Conversación personal con la Ing. Yadenis Piñeiro Pérez, Directora de Producción de Software de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

³ Estos aspectos han sido definidos por la Dirección Audiovisual y la Dirección de Software Educativo.

2.1.4.1 Pautas por Módulos

Se debe entregar cantidad de prototipos de pantalla y las pautas de cada uno de ellos, en el caso que usen varios diseños para un mismo prototipo de pantalla.

2.1.4.2 Pautas para cada Caja de Texto

- Tipos de fuente (Tipografía).
- Color de fuente.
- Tamaño de fuente.
- Color de fuente de las palabras calientes.
- Pautas para las palabras resaltadas (si van a negrita, con otro tipo de fuente, etc.).
- Tipos de fuente para los TOOLTIPS y las cajas de texto (con el color que lleva, etc.).

2.1.4.3 Mascota

La mascota se entregara de dos formas:

1. Con todas sus animaciones y los posibles estados (molesta, contenta, para mensajes negativos, para mensajes positivos, etc.) y sin la boca.
 - 1.1. Se entregará la animación de la boca de la mascota, o sea, los movimientos de las bocas de la mascota para cada uno de los posibles estados.
2. Con todas sus animaciones y/o posibles estados (molesta, contenta, para mensajes negativos, para mensajes positivos, etc.) y con la boca.

Todas las animaciones de los diferentes eventos en los cuales deberá aparecer la mascota se entregarán con los parlamentos y sonidos de fondo incluidos. La animación de la mascota se entregará sobre fondo transparente al tamaño real.

2.1.4.4 Pautas para el resto del diseño

2.1.4.4.1 Botones

Se entregarán en dos o tres archivos al tamaño de cada botón, el primero en estado Normal (animación del botón) y el segundo en estado Activo (el botón después del clic y que indica que estoy en un Módulo específico) y un tercer caso en el que el botón esté Inactivo y no se pueda acceder a un módulo o servicio. Se debe especificar si el botón aparece en todos los escenarios, si no es así especificar en cual pantalla aparece.

2.1.4.4.2 Cajas de Diálogos

- Cuadro de diálogos: Se entregarán los archivos al tamaño definido para cada caso.
- Botones de Cajas de Dialogo: Para el caso de los botones de las cajas de dialogo se deben entregar los botones generales a las cajas de dialogo y se le aplican los mismos nomencladores que al resto de los botones, o sea, se entregaran al tamaño de cada botón: el primero en estado Normal (animación del botón) y el segundo en estado Inactivo en caso que sea necesario.
- CheckBox y RadioButtons de Cajas de Dialogo: En el caso de estos elementos, se deben entregar los mismos con los estados normal, activo e inactivo y serán los mismos para todas las cajas de dialogo en que se utilicen. Se debe especificar en que pantallas aparecen.

En este caso pasa lo mismo que en la gestión de medias, los diseñadores realizan el diseño y lo proponen, luego se realiza una reunión con el cliente en la que se determina si es como quiere o no y de no ser así se realizan los cambios. En esta etapa los especialistas que participan son los mismos diseñadores.

En esta etapa no se definió entregables, sino más bien pautas que no se deben violar ya que influye en la calidad del producto final.

2.1.5 Beneficios de la propuesta

La definición y propuesta de entregables que garanticen la calidad del producto en las etapas de modelación pedagógica, gestión de medias y diseño gráfico en el proceso de producción de software educativo, forma parte de una investigación más profunda que consiste en la propuesta de un modelo de evaluación de software educativo y multimedia que incluya métricas, entregables y puntos de control teniendo en cuenta los:

- Diferentes niveles de educación.
- Diferentes entornos socio-culturales.
- Diferentes entornos políticos.

Para llegar a esta propuesta se investigaron los criterios para la evaluación de multimedia y software educativo que existen y se hizo una propuesta de entregables que se espera, permitan que el producto obtenido tenga una calidad alta, de modo que se ajuste a las condiciones del software que se produce en la UCI y que cumpla con las normas internacionales que se necesitan para certificarlo y que a la vez facilitará su evaluación.

Algunos de los beneficios esperados de esta investigación, una vez que sea implantada, evaluada y aprobada, es que:

- El producto obtenido tendrá mayor calidad.
- Dará la posibilidad de crear un archivo de recursos mediáticos que podrán ser usados en otros productos de software educativo y multimedia.
- Esta investigación y sus resultados servirán de base para la producción de software educativo y multimedia.
- La infraestructura de producción de la Universidad obtendrá los conocimientos necesarios para el desempeño del proceso productivo del software educativo y multimedia una vez puesta en práctica esta investigación.
- Permitirá completar la definición de un modelo de evaluación de calidad de software educativo y multimedia.

- Servirá para el intercambio de experiencias, reflexiones y resultados en torno a la actividad productiva del software educativo y multimedia.
- De alguna forma esta investigación puede servir para la definición de políticas y estrategias sobre la evaluación de la calidad en el software educativo y multimedia.

Conclusiones

Después de haber realizado un análisis de los diferentes modelos de evaluación de calidad a nivel de producto y proceso y de desarrollar un conjunto de entrevistas para sostener la propuesta; podemos decir que se logró el objetivo de la investigación. La definición de entregables que permitan controlar la calidad en el proceso de producción de software educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas se inserta dentro del proceso de producción logrando que se alcance niveles superiores; por consiguiente el producto que resulta es mejor.

Una vez implantada la misma, la solución, se espera aumentar la calidad del software que se produce en la Universidad.

Recomendaciones

A pesar que el objetivo trazado al inicio de este trabajo ha sido logrado se recomienda:

- Apoyar la propuesta con un sistema automatizado que permita un mejor control del proceso de producción.
- Evaluar la propuesta a partir de la implementación de la misma.
- Investigar sobre métricas relacionadas con la evaluación del proceso de producción y del producto de software educativo.

Referencias bibliográficas

1. Padilla, M.E.I., *Apuntes de Ingeniería del Software*
2. Sans, M.C., *Las normas ISO*. p. 3.
3. Anónimo, *Calidad del software*.
4. Sanz, L.F. and M.I.A. Rodríguez, *Necesidades de medición en la gestión y el aseguramiento de calidad del software*. 1999.
5. García, M.N.M., F.J.G. Peñalvo, and M.J.P. Martín, *Medición de la calidad del software en el ámbito de la especificación de requisitos*. p. 34.
6. Mompíe, L.G., *Ideas para la concepción de un modelo de evaluación de calidad de software educativo*. 2006.
7. Anónimo. *Auditoría y control interno*. 2006 06/12/06 [cited; Available from: <http://www.gestiopolis.com/dirgp/fin/auditoria.htm>].
8. Anónimo. *La Auditoría informática dentro de las etapas de Análisis de Sistemas Administrativos*. 2006 06/12/06 [cited; Available from: <http://www.monografias.com/trabajos5/audi/audi.shtml>].
9. Guerrero, L.A., *Taller de UML*.
10. Software, R., *Rational Rose Enterprise Edition*. 2003.
11. Mendoza, G.M., *Estándares de Calidad*. 2006.
12. CMU/SEI-93-TR-25, *Modelo de Madurez de Capacidad*.
13. Gracia, J. *CMM - CMMI Nivel 2*. 2005 03/11/2006 [cited; 1]. Available from: <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
14. Alarcón, A.S. *Modelos de calidad. La industria del software en México*. 2004 [cited; Available from: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/Enero/modelos.htm>].
15. Carballo, R. *Modelo de Factoría Software basado en CMMI*. 2006 Marzo [cited; Available from: <http://www.aec.es>].
16. Mauricio, A., et al. *CMM vs CMMI*. 2006 Mayo 17, 2006 [cited; 37]. Available from: <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/ingsoft/docs/presentaciones/CMMI-Informe.doc>.
17. Society_Computer, *ISO/IEC TR 9126-2 Software Engineering-Product Quality External Metrics*. 2003.
18. Anónimo. *¿Qué es Spice?* [cited; 14]. Available from: <http://www.usm.edu.ec/abedini/spice/spicess.htm>.
19. Antonio, A.d., *Gestión, control y garantía de la calidad del software*.

20. Scalone, F., *Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software*. Junio de 2006.
21. Anónimo4. *Auditoría y control interno*. 2006 06/12/06 [cited; Available from: <http://www.gestiopolis.com/dirqp/fin/auditoria.htm>].
22. González, M.B.A., M.T.R. Cifuentes, and I.M.S. Fernández, *Análisis Didáctico de dos Conceptos Tecnológicos: Software y Software Educativo*, U.d.M. España, Editor.
23. Anónimo, *Todo sobre las multimedias*.
24. Marquès, P. (2005) *El software educativo*. Universidad Autónoma de Barcelona
25. Sánchez, A., et al., *Métricas de Calidad y un Modelo Costo – Beneficio Ajustados a un Caso Real de la Industria del Software*. p. 9.
26. Chaviano, O.G., *Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre las disciplinas métricas*. 2005.
27. Pérez, Y.P., et al., *Sistema Metodológico para el desarrollo de Software Educativo*. 2006, Ciudad de la Habana.
28. Valencia, M.E. *Desarrollo de aplicaciones hipermedias: Propuesta para el diseño educativo*. in *Taller internacional de software educativo TISE 98*.
29. Anónimo, *Los recursos multimedia*.
30. Labañino, C. *Calidad MINED*. [cited 2007].
31. Perez, Y.M., *El Guión Multimedia*.
32. Valcárcel, N.M. *Los modelos de enseñanza y la práctica de aula*. 2004 [cited 2007].
33. Guisado, Y.M., D.Z. Pérez, and Y.M. Pérez. *Gestión de información audiovisual para la producción de software educativos. El caso de La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)*. 2006 [cited 2007 28/05/07].
34. Anónimo. 2005 [cited 2007 28/05/07]; Available from: www.fotorevista.com.ar/Tecnica/FotoTaller/Glosario/Cuerpo.htm.
35. Anónimo. *Algunos formatos de las imágenes*. 2006 [cited 2007 28/05]; Available from: <http://www2.canalaudiovisual.com/ezine/books/jirimag/1Imag83.htm>.
36. Anonimo. 2005 [cited 2007 28/05/07]; Available from: <http://www2.canalaudiovisual.com/ezine/books/jirimag/1Imag33.htm>.
37. Anonimos. [cited; Available from: www.gestialba.com/public/fotografia/fotogcasti01.htm].
38. Anonimo. 2005 [cited 2007]; Available from: <http://webmaster.lycos.es/topics/multimedia/music/music-introduction3/1/>
<http://es.wikipedia.org/>.

39. S.Autor. *El formato .wav*. 2002 [cited; Available from:
<http://www.monografias.com>.
40. Anonimo. [cited 2007 28/05/07]; Available from:
www.ommtv.com/evvformglosarioC.htm.
41. N.A. *Conversión a MPG*. 2006 [cited 2007; Available from:
<http://mundodivx.com/varios>.
42. Web. *Microsoft Word*. [cited 2007; Available from:
http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word#Formato_DOC.
43. Anonimo. [cited; Available from: http://www.uniacc.cl/carreras/dis_graf.html].