



Universidad de las Ciencias Informáticas

Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5

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

Autores: Katisleyvi Rodríguez Álvarez.
Elizabeth Mulén González.

Tutor: Ing. Ludisley La Torre Hernández.

Co- Tutor: M.Sc. Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo

"...The quality of a product is largely determined by the quality of the process that is used to develop and maintain it ..."

Based on: Shewhart, Juran, Deming and Humphrey.

Dedicatoria

A mami... por tantos años de sacrificio, por decirnos siempre a Anita y a mí que nuestro único trabajo era "estudiar", por ser éste su sueño y vivir siempre para los tres.

A papi... por recordarme en el momento justo que he luchado y esperado este instante toda mi vida.

Elizabeth.

A mi mamá... por todo tu apoyo, por ayudarme tanto, por estar siempre, por ser tan fuerte y confiar en mí aún en los momentos más difíciles.

A Anselmo... por todo... por todo...

A Liza... para que camine sobre mis pasos... siga linda, y haga que nuestros padres continúen muy orgullosos de ambas.

A Tomas R. Bravo... mi profe de Historia... le debo mucho de lo que soy.

Katty.

Agradecimientos

A mi mamá, por estar en todo momento de mi vida, por creer en mí, por su confianza, por ser la mejor mamá del mundo.

A mi papá, Anselmo, por ayudarme siempre.

A mi hermanita Liza, por ser tan linda y por estar a mi lado.

A Eliza... mi compañera de tesis, porque sin su ayuda no creo que esto hubiera sido posible, por aguantar mis problemas, y por darme tantas tareas.

A Dayi... por soportarme y ayudarme en todo momento, por estar siempre.

A Reynier Aquino, por ayudarme tanto, por creer en mí, por su preocupación, por estar.

A Yanko, Ariel... por permitirnos robarle un poco de su tiempo.

A Ludy... gracias por todo, por su confianza, por tantos consejos y por toda su ayuda.

A Gadied, por su apoyo durante tantos años... por lo que fuiste e hiciste.

A Clary y Rá, a Luisa, a Eusebio, a Xioranys, a los amigos del barrio por su preocupación.

A mi familia en general, por toda la fe.

A todos mis profes y a aquellos que de alguna forma siempre estuvieron conmigo. A los que me ayudaron a creer que todo es posible.

A la Revolución.

Katty.

Agradecimientos

A Gadied... por darme la luz en el instante preciso.

A Kate... mi compañera de tesis, por su acogida en este proyecto, por ser siempre tan comprensiva y soportarme como nadie durante todo este tiempo.

A Ludy... nuestra tutora, por su sonrisa y palabras de aliento, por su correcta orientación, por ser tan exigente y buena.

A Febe... por las tantas molestias, por sus consejos, orientaciones y análisis profundos... por salvarme tantas veces cuando no encontraba una salida.

A Yanko y Ariel... por estar siempre cada vez que los necesitamos.

A Jandrich y Brenda... por toda la ayuda.

A Eniel... mi amigo "mente" por ayudarme siempre, por toda la información y las ideas compartidas.

A Dary... por su ayuda, apoyo y confianza.

A Anita... mi querida hermana, por su preocupación... por ser tan exigente conmigo.

A mis amigos de la Universidad... por ser mi preciado tesoro, por los tantos momentos especiales.

A mi familia, amigos y todas aquellas personas que han contribuido de un modo u otro a mi formación como persona y como profesional.

Elizabeth.

Resumen

Producir *software* de calidad es uno de los mayores retos que enfrenta la Industria del *Software* a nivel mundial. Para ello existen diversas metodologías de desarrollo, que, combinadas con estándares, normas y modelos de calidad, proporcionan a los desarrolladores diversas técnicas para construir *software* de alta calidad en respuesta a las necesidades y crecientes exigencias de los clientes.

Entre los principales modelos de calidad usados por la Industria del *Software* se encuentra CMMI, el cual ha sido concebido como un modelo para determinar y mejorar la capacidad de los procesos en las organizaciones, al objeto de que éstas desarrollen productos de calidad de manera consistente y predecible.

Se dice que la calidad de todo producto *software* está estrechamente condicionada por la calidad en la ejecución de su proceso de desarrollo. Por tanto, es de vital importancia para todas las organizaciones productoras de *software* que deseen insertarse en el mercado mundial actual, garantizar la calidad de sus procesos de desarrollo de *software* como base para la elaboración de productos y servicios de alta calidad.

En la investigación realizada como parte de este trabajo, se abordan los conceptos y definiciones fundamentales relacionados con la calidad, se realiza un análisis de las principales actividades de Aseguramiento de la Calidad enfocado a los procesos de desarrollo de *software*. Además, se estudian las características y el funcionamiento del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, con el propósito de conocer su situación actual para así identificar sus fortalezas y debilidades en cuanto al Aseguramiento de la Calidad de sus procesos de desarrollo de *software*.

Palabras claves: Calidad, Proceso de desarrollo de *Software*, Aseguramiento de la Calidad.

Índice de Contenido

INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
1.1 Calidad	18
1.1.1 Calidad de <i>Software</i>	19
1.1.1.1 Proceso de <i>Software</i>	20
1.2 Calidad de Proyecto	21
1.3 Gestión de la Calidad de Proyecto	22
1.3.1 Planificación de la Calidad	22
1.3.2 Aseguramiento de la Calidad de <i>Software</i>	23
1.3.2.1 Actividades de Aseguramiento de la Calidad	24
1.3.2.1.1 Auditorías de la Calidad	26
1.3.2.1.1.1 Etapas de las Auditorías	27
1.3.3 Control de la Calidad	27
1.4 Estándares de Calidad	28
1.5 Normas de Calidad	29
1.5.1 La norma ISO 9001:2000	29
1.6 Modelos de Calidad	30
1.6.1 SPICE	31
1.6.2 ISO/IEC 12207	32
1.6.3 Implantación de Modelos de Calidad	32
1.7 Modelo de Capacidad y Madurez Integrado	32
1.7.1 Áreas de procesos de CMMI	34
1.7.1.1 Áreas de procesos de Soporte	34
1.7.1.1.1 Aseguramiento de la Calidad del proceso y el producto	35
1.7.1.2 Áreas de procesos de Gestión de Proyectos	37
1.7.1.2.1 Área de proceso de Planificación de Proyectos	38
1.8 Métricas del Proceso	40

1.8.1 Características de las métricas del proceso	41
1.9 Metodología de modelado de procesos.....	41
CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO DE LA FACULTAD 5	42
2.1 Propósito del proyecto	42
2.2 Características del proyecto.....	43
2.3 Descripción del proyecto.....	43
2.3.1 Productos que genera el proyecto	44
2.3.2 Estructura organizativa del proyecto.....	44
2.3.3 Líneas de trabajo del proyecto.....	45
2.3.3.1 Descripción de las líneas de trabajo	46
2.3.4 Los roles del proyecto	46
2.3.4.1 Descripción de los roles	47
2.3.5 Productos de desarrollo en curso en el proyecto	49
2.4 Herramientas de Software utilizadas en el proyecto	49
2.5 Procesos definidos dentro del proyecto	50
2.5.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto.....	50
2.5.1.1 Descripción de los términos fundamentales del proceso de solicitud de servicio al proyecto.....	51
2.5.2 Proceso de desarrollo de videos 3D.....	53
2.5.2.1 Descripción del proceso de desarrollo de videos 3D.....	54
2.5.3 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.....	56
2.5.3.1 Descripción del proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.....	57
2.5.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos.....	59
2.5.4.1 Descripción del proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos	60
2.6 Análisis del proceso de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto	60
2.7 Principales deficiencias del proyecto	61
	10

2.8 Técnicas empleadas en el estudio del proyecto	64
CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE DISEÑO DE LA FACULTAD 5.....	66
3.1 Introducción a la Propuesta de Solución	66
3.2 Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5	67
3.2.1 Reestructuración de los procesos definidos dentro del proyecto.....	67
3.2.1.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto	68
3.2.1.2 Proceso de desarrollo de videos 3D	73
3.2.1.3 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.....	76
3.2.1.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos	79
3.2.2 Principales actividades de Aseguramiento de la Calidad para el proyecto.....	80
3.2.2.1 Aseguramiento de la Calidad del proceso con CMMI.....	89
3.3 Plan de Proyecto	90
3.4 Plan de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto de Diseño.....	90
3.5 Validación de la Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5	91
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
GLOSARIO DE TÉRMINOS	101
ANEXOS.....	103
Anexo 1. La ISO 8402.....	103

Anexo 2. Niveles de Capacidad de CMMI	105
Anexo 3. Niveles de Madurez de CMMI	105
Anexo 4. Proyectos a los cuales se les presta servicio actualmente	106
Anexo 5. Lista de chequeo de Aseguramiento de la Calidad.....	108
Anexo 6. Entrevista realizada al Jefe del Proyecto	110
Anexo 7. Plantilla de Solicitud de Servicio al proyecto	114
Anexo 8. Plan de Capacitación	114
Anexo 9. Plantilla de Plan de Proyecto.....	114
Anexo 10. Plantilla de Plan de Aseguramiento de la Calidad	114

Índice de Figuras

Figura 1.1 Elementos del proceso de <i>software</i>	21
Figura 1.2 Representaciones del modelo CMMI.....	33
Figura 1.3 Representaciones de las actividades	41
Figura 2.1 Estructura organizativa del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.	44
Figura 2.2 Estructura de los grupos de trabajo.....	45
Figura 2.3 Proceso de desarrollo de los videos 3D.	53
Figura 2.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos para Simuladores y Paseos Virtuales.	56
Figura 2.5 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos.....	59
Figura 3.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto.	69
Figura 3.2 Proceso de desarrollo de videos 3D.....	73
Figura 3.3 Proceso de desarrollo de entornos y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.....	76
Figura 3.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos.....	79

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Evaluación de los expertos.....	92
---	----

Introducción

El vertiginoso desarrollo experimentado por la Industria del *Software* a nivel mundial, se ha convertido en un pilar fundamental para la economía de muchos países, ofreciendo múltiples oportunidades de negocios y prometiendo ser la alternativa de desarrollo del nuevo siglo. Numerosas son las exigencias en cuanto a calidad se refiere, por ello las grandes empresas desarrolladoras de *software* prestan especial interés al Aseguramiento de la Calidad de sus procesos de desarrollo como estrategia para la competencia.

Los países latinoamericanos, con una Industria del *Software* inmadura aún, cuyas compañías presentan bajos niveles de productividad, lo que amenaza el crecimiento y aumenta la dependencia existente con respecto a los países de primer mundo; fomentan su inserción en este campo en aras de impulsar el desarrollo de sus naciones. Llevando a cabo diferentes actividades como Garantía de Calidad de sus procesos y productos de modo general. Entre sus metas fundamentales está crear una imagen a nivel internacional que le permita participar en el mercado global, así como lograr una administración efectiva y una mayor eficiencia en sus proyectos.

Tal es el caso de la naciente Industria Cubana del *Software* (ICSW), que tiene como objetivo insertarse en el mercado internacional, aprovechando las enormes potencialidades que brinda la credibilidad que tiene el país en sectores como la salud, la educación y el deporte. Industria que está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos para la nación, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas que ofrece el alto capital humano disponible [1].

Un gran número de instituciones cubanas dan los primeros pasos con el firme propósito de producir *Software* de Calidad enfrentando disímiles vicisitudes, lo cual continúa siendo increíblemente difícil, independientemente de las metodologías, estándares, normas y modelos existentes como alternativas para lograr la calidad de los procesos y productos de *software*. Reconocimiento destacado en este sentido merece la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), institución creada al calor de la Batalla de Ideas atendiendo a una solicitud del Comandante en Jefe Fidel Castro, que tiene como objetivo liderar la producción de *software* en Cuba.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas, centro que combina la docencia con la producción, la Dirección de Calidad de *Software*, que dirige sus esfuerzos hacia el entrenamiento, diagnóstico, consultoría, formación y orientación a los proyectos de la UCI en el correcto uso de las metodologías, estándares y modelos de desarrollo de *software*, así como la implantación de mecanismos que contribuyan a mejorar la calidad de los procesos de desarrollo de *software*; ha trazado una serie de lineamientos a nivel central con el objetivo de garantizar la calidad de los procesos y productos que se desarrollan en los diferentes proyectos productivos que tienen lugar en la Universidad, proyectos que en su mayoría presentan dificultades en la Gestión, Aseguramiento y Control de la Calidad.

El Proyecto de Diseño de la Facultad 5, dedicado a la creación de Videos 3D, Entornos Virtuales y Modelos 3D para Juegos, Simuladores y Paseos Virtuales, cuyos clientes principales son, en su mayoría, otros proyectos de la Facultad y la Universidad, presenta problemas con la planificación de sus actividades. Al tiempo que no lleva a cabo un control y seguimiento sobre la ejecución y el cumplimiento de dichas actividades. Los productos que se desarrollan dentro del mismo no se terminan en el tiempo acordado con los clientes. No se tienen registrados datos históricos de sub-proyectos anteriores y no implementan ninguna estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de sus procesos de desarrollo de *software*. Además, la documentación del proyecto no está actualizada y no se acogen a los lineamientos de la Dirección de Calidad de *Software* de la UCI, argumentando que éstos no se adaptan a las características de los productos y servicios que brinda el proyecto.

La **problemática** consiste en ¿Cómo lograr Asegurar la Calidad en los procesos de desarrollo de *software* del Proyecto de Diseño de la Facultad 5?

Como **objeto de estudio** se tienen los procesos de desarrollo de *software* en el Proyecto de Diseño de la Facultad 5, y el **campo de acción** se refiere a las actividades para el Aseguramiento de la Calidad en el proceso de desarrollo de *software*.

El **objetivo general** de este trabajo es proponer una Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad para los procesos de desarrollo de *software* del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Con el propósito de dar cumplimiento al objetivo planteado se hace necesario efectuar el conjunto de **tareas** que se relacionan a continuación:

- Analizar bibliográficamente el estado del arte de los temas relacionados con el Aseguramiento de la Calidad del proceso de desarrollo de *software*.

- Estudiar los principales estándares, normas y modelos de calidad enfocados al proceso.
- Realizar un análisis sobre las actividades que propone el modelo CMMI para las áreas de procesos de Aseguramiento de la Calidad y Planificación de Proyectos.
- Estudiar las características del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.
- Identificar las necesidades particulares de dicho proyecto en cuanto a las actividades encaminadas a lograr el Aseguramiento de la Calidad de sus procesos de desarrollo de *software*.
- Elaborar una propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Se plantea como **idea a defender** que mediante la elaboración de una propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, se obtendrá una mayor calidad y organización en la ejecución de dichos procesos de desarrollo, lo que traerá aparejado la creación de productos y la prestación de servicios de mayor calidad.

Esta investigación está sustentada sobre la base de la utilización de diferentes métodos científicos para la realización de la misma. Como **métodos teóricos** empleados, se tiene el "Analítico-Sintético", que permite analizar la teoría y documentos existentes, para posteriormente realizar la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio, aplicado en este caso al tema de la calidad enfocado al proceso desarrollo de *software*. Además, se utilizó el método de "Modelación" para la creación de modelos como propuestas, alternativas o estrategias de solución. Como **método empírico**, se empleó la "Entrevista", para la obtención de conocimientos sobre el objeto de estudio.

Como parte del **marco conceptual** de la investigación, se tratan conceptos referentes a la calidad, tales como su definición desde el punto de vista de la producción de *software*, así como otros elementos relacionados con la calidad de proyecto, las gestión de la calidad de proyectos, etc. Otro de los aspectos fundamentales estudiados son las actividades destinadas al Aseguramiento de la Calidad del proceso de desarrollo de *software*.

El contenido de este documento está estructurado en tres capítulos, así como las correspondientes secciones de la bibliografía, el glosario de términos y los anexos, organizados de la siguiente forma:

En el **Capítulo I:** “Fundamentación Teórica”, se realiza un estudio y análisis de los temas relacionados con la Calidad y específicamente las actividades de Aseguramiento de la Calidad enfocado al proceso. Además, se presentan las principales definiciones referentes al tema que se tienen en cuenta durante el desarrollo del trabajo.

El **Capítulo II:** “Situación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5”, abarca el estudio de las características y procesos de desarrollo de *software* del Proyecto de Diseño de la Facultad 5. Se identifican además, las principales deficiencias del proyecto, así como las necesidades fundamentales del proyecto en cuanto al Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* que tributen a la elaboración de una propuesta de solución.

En el **Capítulo III:** “Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5”, como su nombre lo indica, se presenta una propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* en el Proyecto de Diseño de la Facultad 5, que consiste en la incorporación de un grupo actividades de Aseguramiento de la Calidad en la ejecución de los principales procesos de desarrollo de *software*, se propone también la puesta en marcha de un conjunto de actividades con el objetivo de lograr una mayor organización y calidad en el proyecto. Se realiza la validación de la propuesta por un conjunto de expertos y se somete la misma a consideración del Líder del Proyecto.

1

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1 Calidad

El concepto de calidad se ha hecho cada vez más importante, evolucionando a lo largo de la historia en dependencia de las necesidades del contexto histórico y los objetivos a perseguir en cada momento.

La real academia española de la lengua define calidad como: "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor, superioridad o excelencia".

De acuerdo con la norma UNE 66-001-00, la calidad es definida como: "el conjunto de características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas" [2].

Geoff Bessin, del Grupo IBM, describe la calidad como: "el agregado tangible e intangible de la funcionalidad, utilización, fiabilidad, ejecución, escala, apoyo, seguridad y cualquier otro factor considerado importante por el cliente y los objetivos comerciales de la organización" [3].

Otros autores que nos brindan su propio concepto de calidad son:

- ✓ Crosby: "Calidad es cumplimiento de requisitos".
- ✓ Juran: "Calidad es adecuación al uso del cliente".
- ✓ Feigenbam: "Satisfacción de las expectativas del cliente".
- ✓ Taguchi: "Calidad es la menor pérdida posible para la sociedad".
- ✓ Deming: "Calidad es satisfacción del cliente".
- ✓ Shewart: "La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece)" [4].

Puede decirse que la calidad es un proceso bien definido para la fabricación de un producto útil, que tiene valor añadido tanto para el usuario final como para el fabricante.

Se considera además que la calidad resume las características, propiedades, cualidades y en general atributos propios de un producto o servicio, que determinan sobre éste la ausencia de defectos y la conformidad de todo el personal que de una forma u otra se vinculan con él, (productores, clientes, usuarios, etc.).

1.1.1 Calidad de *Software*

Antes de adentrarnos en una definición de ¿qué es la calidad de *software*?, se hace necesario definir primeramente ¿qué es un *software*?

Según el estándar 729 del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), un *software* es: "el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación" [5].

Roger Pressman, define la calidad de un producto *software* como: "la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo *software* desarrollado profesionalmente" [6].

La IEEE precisa que: "la calidad de *software* es el grado con que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario" [7].

Entonces, podemos decir que la calidad de *software* se refiere a los factores de un producto *software* que contribuyen a la satisfacción completa y total de las necesidades de un usuario u organización.

La calidad del *software* puede verse también como el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. Donde se establece un adecuado balanceo entre corrección, fiabilidad, eficiencia, integridad, usabilidad, mantenibilidad, facilidad de prueba, flexibilidad, portabilidad, reusabilidad e interoperabilidad [8]. Ésta es medible y varía tanto de un sistema como de un programa a otro [9].

La calidad de *software* persigue objetivos como son:

- ✓ La aceptación: utilización real por parte del usuario.
- ✓ La mantenibilidad: posibilidad y facilidad de corrección, ajuste y modificación durante largo tiempo.

1.1.1.1 Proceso de Software

La ISO 8402 plantea que un proceso no es más que la ejecución de un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas [10].

Por tanto, un proceso de *software* puede definirse como una secuencia de pasos requeridos para el desarrollo o mantenimiento a los productos *software*. E incluye todos los procesos relacionados con las actividades propias de la especificación y construcción del producto *software* [11].

Establece además, un marco común del proceso, definiendo un cierto número de actividades del marco de trabajo que son aplicables a todos los proyectos de *software*, independientemente del tamaño y la complejidad. También especifica un conjunto de tareas, incluyendo la Garantía de Calidad, que permiten que las actividades se adapten a las características de cada proyecto de *software* y a los requisitos del equipo de desarrollo.

Las actividades necesarias para la construcción de un producto *software* describen qué tareas se deben completar, quién las debe ejecutar y cómo. Además, se enfocan a la calidad y a su uso de manera disciplinada durante el ciclo de desarrollo del *software*. La figura de la página siguiente (Fig. 1.1) muestra los elementos que componen un proceso de *software*:

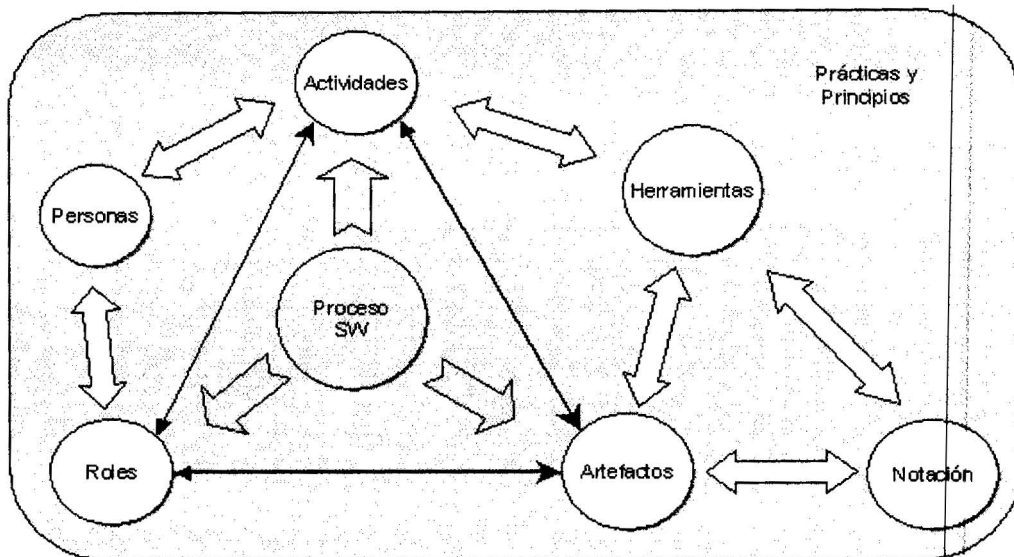


Figura 0.1.1 Elementos del proceso de *software* [12].

1.2 Calidad de Proyecto

Un proyecto se define como: “un proceso único, consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos” [13].

No existe una definición clara para el término calidad de proyecto, más bien se refiere a la importancia de realizar con calidad todos los procesos dentro de un determinado proyecto. Aunque resulta importante diferenciar entre calidad del proyecto y calidad del objeto del proyecto. La calidad de un producto se determina de acuerdo al grado de satisfacción del usuario con sus características y su precio. Ésta calidad se disfruta durante el uso del producto, pero es consecuencia directa del conjunto de todas las tareas realizadas durante las fases de desarrollo de su ciclo de vida en el proyecto, de ahí la importancia de llevar a cabo un proceso de desarrollo con calidad. Entonces, la calidad de cualquier proceso durante el ciclo de vida del *software* influye en la calidad del producto *software* final.

La satisfacción del cliente debe ser el objetivo prioritario de todo equipo de proyecto. Por tanto, el equipo de proyecto que defina bien las especificaciones de cada proyecto, planifique correctamente las actividades, realice el adecuado seguimiento, genere la

documentación necesaria, etc. logrará más fácilmente la plena satisfacción del cliente al menor costo y por tanto estará proyectando a mayor calidad [14].

1.3 Gestión de la Calidad de Proyecto

La gestión de la calidad, según establece la norma ISO 8402 es: “una estrategia organizativa y un método de gestión que hace participar a todos los empleados y pretende mejorar continuamente la eficacia de una organización en aras de satisfacer las necesidades del cliente” [15]. (Ver Anexo #1).

Por tanto, este término se encuentra íntimamente relacionado con la gestión de proyectos que debe incluir todas las actividades necesarias para asegurar que el proyecto satisfará las necesidades del cliente y resultará beneficioso para la empresa.

El *Project Management Institute* (PMI), define la gestión de la calidad del proyecto como: “el conjunto de actividades de la dirección y gestión que determinan la política de la calidad, objetivos y responsabilidades, así como la planificación de la calidad, control de la calidad, aseguramiento de la calidad y mejora de la calidad dentro del sistema de calidad” [16].

La gestión de la calidad se realiza mediante la puesta en práctica, ya sea de forma secuencial o concurrentemente, de los procesos de planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de la calidad, donde deben quedar claramente definidas la política de calidad de la organización y otros aspectos de vital importancia para el desarrollo de la misma.

La norma ISO 8402 antes mencionada, precisa que la política de calidad son las: “directrices y objetivos generales de una organización concernientes a la calidad, los cuales son formalmente expresados por la alta dirección”.

1.3.1 Planificación de la Calidad

La planificación de la calidad es la: “parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados, para cumplir los objetivos de la calidad” [17].

En concordancia con esto, Joseph Juran define la planificación de la calidad como: “la actividad para fijar los objetivos de la calidad, y desarrollar los productos y procesos necesarios para alcanzar esos objetivos” [18]. Entonces, podemos decir que la planificación de la calidad se refiere al establecimiento de objetivos y a los medios necesarios para alcanzarlos.

Una actividad fundamental en la planificación de la calidad consiste en identificar qué normas de calidad debe cumplir el cada proyecto en su desarrollo, y determinar cómo satisfacerlas.

Según la norma ISO 9004-1, debe desarrollarse un plan de calidad para cada producto, proyecto o contrato a realizar, el cual definirá:

- ✓ Los objetivos de la calidad que deben alcanzarse.
- ✓ Las prácticas, procesos, procedimientos, programas, métodos, recursos y todo el equipamiento necesario para alcanzar esos objetivos.
- ✓ La designación específica de autoridad y responsabilidad en las diferentes fases del proyecto.
- ✓ Los métodos, procedimientos e instrucciones de trabajo que deben aplicarse (incluyendo normativas y legislación).
- ✓ Los programas de inspección, ensayo, examen y auditorías que deben aplicarse en las etapas apropiadas.
- ✓ La metodología para los cambios y modificaciones para el propio plan de calidad, según lo requiera el proyecto [19].

La planificación de la calidad utiliza una serie de herramientas, entre las cuales se encuentran el análisis coste-beneficio, el *benchmarking*, los diagramas de flujo y de Ishikawa, y el diseño de experimentos [14].

1.3.2. Aseguramiento de la Calidad de Software

Para obtener un *software* de calidad es necesario realizar una serie de tareas a lo largo de todo el proceso de desarrollo del mismo, lo que se conoce como Garantía de Calidad del *software* (*Software Quality Assurance: SQA*) [20].

Por tanto, el aseguramiento de la calidad son todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos [21].

Según Roger Pressman: "la garantía de calidad de *software* es un diseño planificado y sistemático de acciones que se requieren para asegurar la calidad del *software*" [22].

El objetivo de implantar una estrategia de Aseguramiento de la Calidad es conseguir que los procedimientos, documentos, tareas, etc. mejoren en conjunto en su efectividad y eficiencia, proporcionando mayores beneficios a las organizaciones.

Una herramienta fundamental para el aseguramiento de la calidad es la realización de auditorías de calidad, dado que permiten revisar el conjunto de procedimientos utilizados antes de pasar a la fase de implantación del sistema de aseguramiento de la calidad [14].

Otra cuestión esencial constituye el uso de métricas como actividad importante en la evaluación del impacto de los resultados de las revisiones, auditorías, pruebas y otras actividades de aseguramiento de la calidad para establecer el registro de los datos históricos de los proyectos.

Se puede decir que el proceso de Aseguramiento de la Calidad, incorpora la calidad al producto de forma planificada, desde la fase de inicio del desarrollo hasta la entrega del producto final.

1.3.2.1 Actividades de Aseguramiento de la Calidad

La garantía de calidad comprende una gran variedad de tareas. Los ingenieros de *software* por su parte, afrontan la calidad aplicando métodos técnicos sólidos y medidas, realizan revisiones técnicas formales, y llevan a cabo pruebas bien planificadas. Mientras que el grupo de SQA tiene la responsabilidad de la planificación de la garantía de calidad, supervisión, mantenimiento de registros, análisis e informes.

Las siguientes actividades recomendadas por el *Software Engineering Institute* (SEI) tratan de ayudar al equipo de ingeniería en la consecución de un producto final de alta calidad:

- ✓ *Establecimiento de un plan de SQA para el proyecto.*

El plan se debe desarrollar durante la planificación del proyecto y debe ser revisado por todas las partes interesadas. Las actividades de Garantía de Calidad realizadas por el equipo de ingeniería del *software* y el grupo SQA deben ser gobernadas por el plan. El plan identifica:

- Evaluaciones a realizar.
- Auditorías y revisiones a realizar.
- Estándares que se pueden aplicar al proyecto.
- Procedimientos para información y seguimiento de errores.
- Documentos producidos por el grupo de Aseguramiento de la Calidad.
- Realimentación de información proporcionada al equipo de proyecto del *software*.

✓ *Participación en el desarrollo de la descripción del proceso de software del proyecto.*

El equipo de ingeniería del *software* debe seleccionar un proceso para el trabajo que se va a realizar. El grupo de SQA debe revisar la descripción del proceso para ajustarla a la política de la empresa, los estándares internos del *software*, los estándares impuestos externamente (por ejemplo: ISO 9001), y a otras partes del Plan de Proyecto del *software*.

✓ *Revisión de las actividades de Ingeniería del Software para verificar su ajuste al proceso de software definido.*

El grupo de SQA tiene que identificar, documentar y seguir la pista de las desviaciones del proceso y verificar que se han hecho las correcciones necesarias.

✓ *Auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso de software.*

El grupo de SQA debe revisar los productos seleccionados; identificar, documentar y seguir la pista de las desviaciones; verificar que se han hecho las correcciones, e informar periódicamente de los resultados de su trabajo al gestor del proyecto.

✓ *Asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos del software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido.*

Las desviaciones se pueden encontrar en el plan del proyecto, en la descripción del proceso, en los estándares aplicables o en los productos técnicos.

- ✓ *Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores.*

Los elementos que no se ajustan a los requisitos están bajo seguimiento hasta que se resuelven [23].

Las revisiones técnicas formales (RTF) son otras de las actividades de garantía de calidad del *software* llevadas a cabo por los ingenieros del *software* y otros.

Además de estas actividades, el grupo de SQA debe coordinar el control y la gestión de cambios y ayudar a recopilar y a analizar las métricas del *software*.

En este sentido Pressman plantea: "Si no controlamos el cambio, el nos controlará a nosotros y esto nunca es bueno. Es muy fácil para un flujo de cambios incontrolados llevar al caos un proyecto de *software*". Por esta razón la gestión de configuración es una actividad esencial del aseguramiento de la calidad y una práctica formal de la Ingeniería del *Software* [24].

1.3.2.1.1 Auditorías de la Calidad

La norma ISO 9000: 2000 define las auditorías de calidad como: "un proceso sistemático, independiente, y documentado para obtener evidencias del objeto de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de dicho objeto" [25].

Entonces, una auditoría de calidad no es más que el análisis sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen las disposiciones establecidas y si éstas son implantadas eficazmente y son apropiadas para alcanzar los objetivos.

Existen varios tipos generales de auditorías entre las que se encuentran: las internas y las externas. Las auditorías internas son aquellas que se realizan en el seno de la propia empresa como auto diagnóstico del sistema de calidad, y comprobación de la efectividad de dicho sistema para conseguir que el producto o servicio cumpla los requisitos exigibles.

Dentro de las auditorías internas que se pueden realizar al sistema de Calidad se pueden mencionar las siguientes:

✓ *Auditorías sobre la organización.*

Comprenden las funciones y responsabilidades de todos los estamentos y personas, así como la autoridad en la toma de decisiones, especialmente las que puedan estar directamente ligadas a la calidad, con un apartado específico dedicado a la organización de calidad [26].

✓ *Auditorías al proceso.*

Las auditorías del proceso como su nombre lo indica, están enfocadas a los procesos de desarrollo y examinan la eficiencia de los procedimientos de cada empresa u organización, con el objetivo de determinar el grado de cumplimiento de las instrucciones de trabajo [27].

1.3.2.1.1 Etapas de las Auditorías

Toda auditoría consta de las siguientes etapas:

- ✓ Planificación.
- ✓ Realización de la auditoría según el procedimiento y plan definidos.
- ✓ Evaluación de los resultados de la auditoría.
- ✓ Redacción del informe y propuesta de medidas correctoras [28].

1.3.3 Control de la Calidad

La ISO 8402 establece que el control de calidad: "son las técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad" [15].

El control de la calidad consiste en comprobar que se está obrando con calidad. Se controla la calidad tanto del objeto del proyecto como del proceso de desarrollo del mismo. Así no solo se verifica que el producto cumple las especificaciones determinadas en la descripción del mismo, sino que también se comprueba que el proyecto se desarrolla con fidelidad al programa previsto [14].

El objetivo principal del control de calidad consiste en detectar y corregir los errores que surgen durante el proceso de desarrollo de un producto de *software*, así como garantizar que el producto final responda a las expectativas del cliente. Incluyendo la supervisión de las

operaciones con el fin de detectar las diferencias entre el comportamiento real y los objetivos de la calidad [29].

Las listas de chequeo son una herramienta importante en el control de la calidad puesto que permiten chequear el cumplimiento de ciertos indicadores que están presentes durante todo el desarrollo del proyecto [14].

1.4 Estándares de Calidad

Un estándar de calidad, según el *Software Engineering Glossary*, es: “un documento que establece los requerimientos técnicos y de ingeniería para los procesos, procedimientos, prácticas y métodos; que pueden ser decretados por autoridad o adoptados por consenso” [5].

Un estándar puede verse como el grado de cumplimiento exigible a un criterio de calidad. Dicho en otros términos, define el rango en el que resulta aceptable el nivel de calidad que se alcanza en un determinado proceso [30].

Desde otra perspectiva, un estándar de calidad puede ser entendido como un patrón, una medida esperada o un indicador de desempeño que debe ser alcanzado y es un proceso que parte de los criterios de auto evaluación de una organización. Éstos sirven para medir la excelencia del servicio prestado por dicha organización.

El principal objetivo de los estándares de calidad es crear una cultura de mejora y aprendizaje continuos en la gestión de las organizaciones, promoviendo así que dichas organizaciones puedan madurar y rendir al máximo, según los objetivos planteados, y ofrecer a los usuarios un producto o servicio de la más alta calidad [31].

Los estándares de calidad permiten definir un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del *Software*. Suministrando los medios para que todos los procesos se realicen de la misma forma y constituye una guía para lograr la productividad y la calidad.

1.5 Normas de Calidad

Una norma es un: “documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado” [32].

Se dice además que una norma es un instrumento prescriptivo para el aseguramiento de unos requisitos de calidad de productos, procesos, servicios, etc. previamente especificados [33].

Existen diferentes normas internacionales que establecen modelos para implementar sistemas de la calidad. Todas definen la necesidad de establecer y mantener procesos documentados, así como registrar los resultados de las actividades.

Por ejemplo, el conjunto de normas ISO 9000 especifican qué elementos deben integrar el sistema de calidad de una empresa y cómo deben funcionar estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la empresa. Tiene la ventaja de que puede ser aplicada a cualquier tipo de organización, es ampliamente reconocida y establece un punto de referencia para la comparación entre las distintas organizaciones [34].

1.5.1 La norma ISO 9001:2000

Se dice que la calidad de un producto *software* está ampliamente determinada por la calidad del proceso utilizado para su desarrollo y mantenimiento, por tanto las mejoras en los procesos de desarrollo son un tema fundamental y de gran interés en las organizaciones actualmente.

La familia de normas ISO 9001:2000 está dirigida a mejorar los aspectos organizativos de las empresas, para lo cual propone una serie de principios para la lograr la calidad del producto final mediante sencillas mejoras en la organización de las empresas [35].

El enfoque a procesos es uno de los principios básicos que propone ésta norma para conformar un Sistema de Gestión de la Calidad. Este enfoque permite una rápida y sencilla identificación de los problemas, así como la resolución de los mismos sin la necesidad de mejorar el resto de los procesos que funcionan de manera correcta. Es fácil de implementar y la modificación o cambio de un proceso, no conlleva aparejada la modificación o cambio

del resto de los procesos, cuyo funcionamiento, estructura y gestión siguen siendo iguales [36].

La norma ISO 9001: 2000 establece que: "un resultado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos se manejan como un proceso" [37]. El enfoque a procesos propone:

- ✓ Comprender y cumplir los requisitos de los clientes.
- ✓ Concentrarse en los procesos vitales.
- ✓ Medir el desempeño y eficacia de los procesos.
- ✓ Mejora continua de procesos.

En concordancia con esto, el Dr. Miguel Serrano, investigador, docente, y consultor de Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) de México, plantea que el enfoque a procesos en una organización:

- ✓ Facilita las tareas repetitivas.
- ✓ Permite la recolección de métricas.
- ✓ Ayuda a conocer el desempeño y mejorar las estimaciones.
- ✓ Contribuye al aseguramiento de la calidad de los productos de *software*.
- ✓ No se depende de un individuo para ejecutar una tarea.
- ✓ Facilita la creación de una biblioteca de procesos [38].

1.6 Modelos de Calidad

Los modelos de calidad son herramientas que guían a las organizaciones hacia la mejora continua y la competitividad [39]. Se dice además, que son un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del *software*, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Permiten conocer y analizar el funcionamiento de una organización con el fin de gestionar su desempeño, facilitando la adquisición, el desarrollo y la comercialización de *software*.

Un modelo de calidad se integra por un conjunto de características, sub-características y una descripción de cómo se relacionan entre sí. Indican "qué" hacer, pero no "cómo" hacerlo [40].

Los modelos de calidad proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis y agrupan diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad.

Existen varios modelos de calidad muy usados internacionalmente, entre los que se encuentran el ISO/IEC¹ 12207: 1995, el *Software Process Improvement and Capability Determination* (SPICE) y *Capability Maturity Model Integration* (CMMI), los cuales en su conjunto incluyen una serie de lineamientos que permiten a las organizaciones asegurar la calidad de sus procesos de desarrollo.

La Dirección de Calidad de *Software* de la Universidad de las Ciencias Informáticas, propone la aplicación del modelo CMMI para garantizar la calidad de los procesos de desarrollo de *software* dentro sus proyectos. CMMI es un modelo de mejora de procesos de desarrollo que provee orientación para diseñar procesos efectivos (tiempo y coste), en distintos dominios (desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento), dentro del ámbito de una organización, cuya principal premisa es: "la calidad de un producto es determinada en gran medida por la calidad del proceso utilizado para desarrollarlo y mantenerlo" [41].

1.6.1 SPICE

La ISO/IEC 15504 o *Software Process Improvement and Capability Determination* (SPICE) es un modelo internacional para la evaluación y determinación de la capacidad y mejora continua de procesos de Ingeniería del *Software* [42], que proporciona un marco de trabajo para la evaluación de procesos de *software* y establece los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure la repetibilidad y consistencia de las valoraciones obtenidas [43].

Éste modelo describe los procesos que una organización puede ejecutar, adquirir, suplir, desarrollar, operar, evolucionar, brindar soporte de *software* y todas las prácticas genéricas que caracterizan las potencialidades de estos procesos [44].

SPICE, por su gran descomposición de los procesos e indicadores, proporciona evaluaciones objetivas y con resultados repetibles, especialmente cuando es realizada por evaluadores entrenados y cualificados [45].

¹ *International Electrotechnical Comisión.*

1.6.2 ISO/IEC 12207

ISO/IEC 12207:1995 establece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software con una terminología bien definida que puede ser referenciada por la Industria del *Software* [46].

En este marco se definen los procesos, las actividades que conforman cada proceso y las tareas que constituyen cada una de las actividades presentes en la adquisición, suministro desarrollo, operación y mantenimiento del *software*.

Las actividades que pueden ser realizadas durante el ciclo de vida del *software* se agrupan en cinco procesos principales, ocho procesos de soporte, y cuatro procesos organizativos así como el proceso de adaptación.

1.6.3 Implantación de Modelos de Calidad

La utilización de modelos o estándares de calidad tiene como objetivo principal que las empresas desarrollen sistemáticamente productos, bienes y servicios de mejor calidad y cumplan con las necesidades y deseos de los clientes. Además, permiten implementar la calidad a nivel proceso y a nivel de producto.

La base para implantar un buen modelo de calidad es conocer profundamente las características y necesidades de la empresa que lo aplicará y los deseos y pretensiones de sus clientes actuales y potenciales [47]. La aplicación de modelos, estándares de desarrollo y normas para el *software* permitirá lograr su calidad técnica.

El uso de modelos de calidad facilita:

- ✓ La satisfacción del cliente.
- ✓ La competencia.
- ✓ La eliminación de errores o defectos en el producto.

1.7 Modelo de Capacidad y Madurez Integrado

En el mercado actual existen modelos de madurez, estándares, metodologías y guías que ayudan a las empresas a mejorar sus procesos de negocio. Sin embargo, la mayoría de las

objetiva es una auditoría contra requerimientos, estándares o procedimientos para una función independiente de aseguramiento de la calidad.

La evaluación objetiva del proceso es fundamental para el desarrollo del proyecto, lo cual se realiza teniendo en cuenta la descripción de los procesos, estándares y procedimientos aplicados. Las actividades fundamentales a llevar a cabo son:

- ✓ Reporte de evaluación.
- ✓ Reporte de no conformidades.
- ✓ Acciones correctivas.

Se debe crear un ambiente que involucre a todos los trabajadores en la identificación y reporte de los problemas de calidad. Además de establecer y mantener criterios de evaluación, para lo cual resulta necesario definir aspectos como:

- ✓ ¿Qué será evaluado?
- ✓ ¿Cuándo ó con qué frecuencia serán evaluados los procesos?
- ✓ ¿Cómo será dirigida la evaluación?
- ✓ ¿Quiénes estarán involucrados en la evaluación?

También resulta importante identificar cada no conformidad durante la evaluación y aprender de ellas para mejorar los procesos en el futuro. Ahora bien, ¿qué son las no conformidades?

Las no conformidades son problemas encontrados durante la evaluación del proceso que reflejan una falta de concordancia entre el proceso descrito, los estándares y procedimientos. Proporcionando así, una medida de la calidad en la organización, de ahí la importancia de comunicar y garantizar la solución de las no conformidades. Para lo cual es necesario realizar:

- ✓ Reporte de acciones correctivas.
- ✓ Reporte de evaluaciones.
- ✓ Tendencias de la calidad.

Las no conformidades se deben analizar para ver si existe algún problema de calidad que pueda ser identificado y solucionado; la solución de cada uno de los problemas de no conformidades debe hacerse con el personal del equipo involucrado en dicha actividad. En caso de que alguna no conformidad no pueda ser resuelta por el equipo de proyecto, entonces deberá ser documentada.

mejoras que proponen se centran en un área específica del negocio, y no realizan una mejora sistémica de los procesos como solución a los problemas que afrontan la mayoría de las organizaciones hoy día.

El Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI), fue desarrollado por el *Software Engineering Institute* de la *Carnegie Mellon University* y tiene su origen en el *Capability Maturity Model (CMM)*.

CMMI provee una oportunidad de afrontar las dificultades planteadas anteriormente a través de un modelo integrado de disciplinas, que consiste en las mejores prácticas que guían el desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. Estas prácticas abarcan todo el ciclo de vida del producto, desde su concepción y desarrollo hasta la entrega [48].

CMMI propone dos representaciones diferentes: la continua y la escalonada, con el objetivo de guiar a las organizaciones con procesos inmaduros y no definidos hacia procesos disciplinados y maduros, con calidad y efectividad. A continuación se muestra gráficamente la organización de las representaciones.

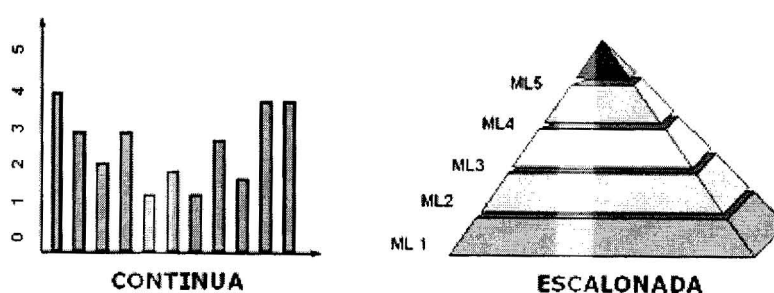


Figura 1.0.2 Representaciones del modelo CMMI. [49]

La representación continua permite a las empresas seleccionar un área de proceso (o grupo de áreas de procesos) y mejorar los procesos relacionados con dicha área. Esta representación usa niveles de capacidad para caracterizar las mejoras relativas a un área de procesos individual. (Ver Anexo #2).

En cambio, la representación escalonada usa un conjunto predeterminado de áreas de procesos para definir un camino de mejora para la organización caracterizado por niveles de

madurez. Cada nivel de madurez provee un conjunto de áreas de procesos que agrupan los diferentes comportamientos de la organización. (Ver Anexo #3).

La puesta en marcha de cada una de estas representaciones tiene sus ventajas y desventajas; en muchos casos, algunas organizaciones usan ambas representaciones atendiendo a las necesidades de sus programas de mejoras del proceso, lo cual no es muy aconsejable puesto que ambas representaciones están dirigidas al logro de un mismo resultado.

1.7.1 Áreas de procesos de CMMI

CMMI tiene definidas 22 Áreas de Procesos, organizadas por niveles que dan una medida de la madurez o la capacidad de la empresa en dependencia de la representación seleccionada. Estas áreas de procesos están organizadas en las 4 categorías básicas siguientes:

- ✓ Gestión de Procesos.
- ✓ Gestión de Proyectos.
- ✓ Ingeniería.
- ✓ Soporte.

Todas las categorías están estrechamente relacionadas y cada una incluye un conjunto de áreas de procesos que contribuyen a que la organización alcance algún nivel de capacidad o madurez según sea el propósito de la misma.

Seguidamente se analizan dos de las áreas de procesos propuestas por CMMI dentro de las categorías de Soporte y Gestión de Proyectos, las cuales son:

- ✓ Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto.
- ✓ Planificación de Proyecto.

1.7.1.1 Áreas de procesos de Soporte

Las áreas de procesos de soporte cubren las actividades de apoyo al desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. Dirigiendo los procesos hacia el proyecto, los cuales guían a la organización en la consecución de sus objetivos.

Las áreas de procesos de apoyo que propone CMMI son:

- ✓ Gestión de Configuración.
- ✓ Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto.
- ✓ Medición y Análisis.
- ✓ Análisis de Decisiones y Resolución.
- ✓ Análisis Causal y Resolución.

El área de procesos de soporte de Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos ofrece un conjunto de prácticas específicas para la evaluación objetiva de la ejecución de los procesos, el producto y los servicios, teniendo en cuenta la descripción de los procesos, estándares y procedimientos aplicados, garantizando que cualquier anomalía sea registrada.

1.7.1.1.1 Aseguramiento de la Calidad del proceso y el producto

El Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto definido por CMMI, proporciona una visión objetiva al personal y a la dirección de la organización de los procesos y productos. Permitiendo la evaluación objetiva de la ejecución de los procesos, el producto y los servicios con respecto a la descripción de dichos procesos, estándares y procedimientos aplicados. Además, contempla la identificación y documentación de las no conformidades encontradas durante las revisiones. Proporcionando así, una retroalimentación entre el personal del proyecto y la dirección de la organización sobre los resultados de las actividades de aseguramiento de la calidad.

Aunque CMMI plantea prácticas específicas tanto para el proceso como para el producto, en los apartados siguientes se abordarán solamente las prácticas recomendadas el aseguramiento de la calidad enfocado al proceso.

CMMI propone las siguientes prácticas específicas relacionadas con el proceso:

- ✓ Evaluar objetivamente el proceso.
- ✓ Comunicar y garantizar la solución de las no conformidades.
- ✓ Establecer registros.

Una evaluación objetiva no es más que la revisión de las actividades y el producto contra criterios que minimicen subjetivamente la influencia del revisor. Un ejemplo de evaluación

objetiva es una auditoría contra requerimientos, estándares o procedimientos para una función independiente de aseguramiento de la calidad.

La evaluación objetiva del proceso es fundamental para el desarrollo del proyecto, lo cual se realiza teniendo en cuenta la descripción de los procesos, estándares y procedimientos aplicados. Las actividades fundamentales a llevar a cabo son:

- ✓ Reporte de evaluación.
- ✓ Reporte de no conformidades.
- ✓ Acciones correctivas.

Se debe crear un ambiente que involucre a todos los trabajadores en la identificación y reporte de los problemas de calidad. Además de establecer y mantener criterios de evaluación, para lo cual resulta necesario definir aspectos como:

- ✓ ¿Qué será evaluado?
- ✓ ¿Cuándo ó con qué frecuencia serán evaluados los procesos?
- ✓ ¿Cómo será dirigida la evaluación?
- ✓ ¿Quiénes estarán involucrados en la evaluación?

También resulta importante identificar cada no conformidad durante la evaluación y aprender de ellas para mejorar los procesos en el futuro. Ahora bien, ¿qué son las no conformidades?

Las no conformidades son problemas encontrados durante la evaluación del proceso que reflejan una falta de concordancia entre el proceso descrito, los estándares y procedimientos. Proporcionando así, una medida de la calidad en la organización, de ahí la importancia de comunicar y garantizar la solución de las no conformidades. Para lo cual es necesario realizar:

- ✓ Reporte de acciones correctivas.
- ✓ Reporte de evaluaciones.
- ✓ Tendencias de la calidad.

Las no conformidades se deben analizar para ver si existe algún problema de calidad que pueda ser identificado y solucionado; la solución de cada uno de los problemas de no conformidades debe hacerse con el personal del equipo involucrado en dicha actividad. En caso de que alguna no conformidad no pueda ser resuelta por el equipo de proyecto, entonces deberá ser documentada.

Por su parte, el establecimiento y mantenimiento de registros sobre las actividades de aseguramiento de la calidad incluye:

- ✓ Evaluación de logs.
- ✓ Reporte de aseguramiento de la calidad.
- ✓ Estado del reporte de acciones de corrección.
- ✓ Reporte de las tendencias de la calidad.

Como parte del proceso de Aseguramiento de la Calidad, se debe establecer una política organizacional para la planificación y ejecución de las actividades de aseguramiento de la calidad de los procesos y productos. Además de realizar un Plan de Procesos, así como contar con los recursos necesarios para desarrollar todas estas actividades de aseguramiento de la calidad. Para lo cual resulta fundamental la asignación de responsabilidades, de modo tal que sólo las personas indicadas tengan la autoridad requerida para emitir evaluaciones. Personal que debe ser entrenado en las actividades de aseguramiento de la calidad.

1.7.1.2 Áreas de procesos de Gestión de Proyectos

Las áreas de procesos de gestión de proyectos propuestas por CMMI, abarcan las actividades relacionadas con la planeación, monitorización y control de proyectos.

Las áreas de procesos de gestión de proyectos propuestas por CMMI son:

- ✓ Planificación de Proyectos.
- ✓ Monitorización y Control del Proyecto.
- ✓ Gestión de los acuerdos con los proveedores.
- ✓ Gestión de Proyectos Integrada.
- ✓ Riesgos Administrativos.
- ✓ Gestión Cuantitativa del Proyecto.

El área de proceso de Planificación de Proyectos ofrece las principales actividades que deben desarrollarse en cada proyecto, debido a la necesidad de llevar el control del proyecto y de tener algún tipo de orden en el proceso de desarrollo.

1.7.1.2.1 Área de proceso de Planificación de Proyectos

La planificación de proyectos es una de las áreas de procesos Gestión de Proyectos como se abordó en el epígrafe anterior, cuyo objetivo principal es establecer y mantener planes que definan las actividades de cada proyecto. La planificación de proyectos incluye:

- ✓ *Establecer estimaciones.*

A partir de las necesidades iniciales del cliente, se debe establecer una serie de lineamientos y actividades, que deben estar acordes a las necesidades de los clientes y las capacidades generales de la empresa.

- ✓ *Desarrollar un plan de proyecto.*

Partiendo de las estimaciones iniciales y un análisis más detallado del proyecto, se genera un plan suficientemente completo y delimitado con actividades y responsables, todo con el fin de lograr una organización lo más completa posible del proceso de desarrollo.

- ✓ *Compromiso con el Plan.*

Una vez elaborado el plan, se debe obtener el compromiso por parte de cada uno de los responsables de las actividades contempladas en dicho plan, con el fin de que si existen discordancias con las fechas y actividades propuestas, se adapte el plan a la realidad de la manera más correcta posible.

Para cada una de las fases de la planificación descritas anteriormente se establecen diferentes actividades las cuales se muestran a continuación:

Actividades principales de la fase de Estimación:

- ✓ Estimar el alcance del proyecto en base a las habilidades y recursos de la empresa, se deben analizar los requerimientos que debe contemplar.
- ✓ Establecer las tareas y productos de trabajo.
- ✓ Definir el ciclo de vida del proyecto.
- ✓ Determinar las estimaciones de esfuerzo y costo.

La idea principal de la fase de estimación es analizar el alcance y nivel de complejidad del proyecto para poder establecer una serie de lineamientos en el tiempo.

Actividades principales de la fase de desarrollo del Plan de Proyecto:

- ✓ Establecer el presupuesto y cronograma.
- ✓ Identificar los riesgos del proyecto.
- ✓ Plan para la gestión de los datos del proyecto.
- ✓ Plan para los recursos del proyecto.
- ✓ Plan para las habilidades y conocimiento necesarios.
- ✓ Plan para involucrar a los participantes.
- ✓ Establecer el plan del proyecto.

A partir de las estimaciones realizadas en la primera fase, se debe estructurar el plan del proyecto, con la idea de planificar lo más completamente posible el proceso de desarrollo, de acuerdo con las capacidades y necesidades del proyecto.

Actividades principales de la fase de Compromiso con el Plan de Proyecto:

- ✓ Revisión de los planes que afectan al proyecto.
- ✓ Reconciliar el trabajo y niveles de recursos.
- ✓ Obtener el compromiso sobre el plan.

Partiendo del plan realizado, se debe revisar la factibilidad de las actividades con los encargados de cada área, evaluando las perspectivas y permitiendo ajustar el mismo si es necesario. Siendo de vital importancia que todos los responsables estén de acuerdo con las actividades, fechas y recursos asignados para cada una, para así evitar conflictos de tiempo y calidad del producto.

La planificación del proyecto es la principal actividad que debe tenerse en cuenta, puesto que se basa principalmente en la necesidad de llevar el control del proyecto y de tener algún tipo de orden en el proceso de desarrollo, siendo una solución para la distribución y uso correcto de personal. Se considera además, una herramienta de trabajo viva que debe ser actualizada con determinada frecuencia debido a que los requisitos pueden cambiar, por tanto será necesario reestimar, desaparecerán riesgos y surgirán nuevos por lo que será necesario tomar acciones correctivas.

Hasta este punto, se han analizado un conjunto de actividades y buenas prácticas dirigidas a garantizar la calidad en los procesos de desarrollo, así como proporcionar una mayor organización en el desempeño de las entidades. Una herramienta importante en este sentido lo constituye el empleo de métricas en la caracterización y medición de los procesos de desarrollo.

1.8 Métricas del Proceso

Roger Pressman define métrica como: “una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado” [50].

Las métricas de *software* también son definidas como: “La aplicación continua de mediciones basadas en técnicas para el proceso de desarrollo del *software* y sus productos, para suministrar información relevante a tiempo, así el administrador junto con el empleo de estas técnicas mejorará el proceso y sus productos” [51].

Las métricas permiten caracterizar el proceso de desarrollo de *software*, así como el producto y los recursos. Constituyen un instrumento para evaluar el estado de dicho proceso de desarrollo y valorar si se cumplen o no los objetivos de calidad trazados. Además facilitan la planificación y la mejora la calidad del producto y el rendimiento del proceso, así como otros factores que determinan la calidad del *software* y la eficiencia de la organización, entre los cuales podemos mencionar la complejidad del producto, las tecnologías y las personas.

Las métricas están muy relacionadas con los indicadores, los cuales no son más que una métrica o una combinación de métricas que proporcionan una visión profunda del proceso de *software*, del proyecto de *software* o del producto en sí [52].

Toda métrica debe tener un objetivo claro y definido para el cual ha sido creada. Con frecuencia, una métrica o un indicador por sí solo no son suficientemente significativos. Es la correlación de métricas y/o indicadores lo que permite extraer conclusiones determinantes. Las métricas e indicadores se obtienen a partir de medidas previamente tomadas.

Existen diferentes tipos de métricas que reflejan o describen la conducta del *software* y del proceso de desarrollo del mismo. Las métricas del proceso, como su nombre lo indica, se recopilan de todos los proyectos y durante un largo período de tiempo. Su objetivo es proporcionar indicadores que conduzcan a mejoras en los procesos de *software* a largo plazo.

Realizar la medición del proceso también implica la medición de las actividades relacionadas con el *software* siendo algunos de sus atributos típicos el esfuerzo, el coste y los defectos encontrados.

1.8.1 Características de las métricas del proceso

Las métricas del proceso presentan las siguientes características:

- ✓ El control y ejecución del proyecto.
- ✓ Medición de tiempos del análisis, diseño, implementación, implantación y post-implantación.
- ✓ Medición de las pruebas (errores, cubrimiento, resultado en número de defectos y número de éxito).
- ✓ Medición de la transformación o evolución del producto.

1.9 Metodología de modelado de procesos

En la actualidad existe un gran número de metodologías orientadas a la representación y modelación de procesos. Entre las que se encuentra *Integration Definition for Function Modeling* (IDEF), la cual proporciona un marco de trabajo para poder representar y entender los procesos, determinando el impacto de los diferentes sucesos y definiendo como los procesos interactúan unos con otros. Además, facilita la identificación de actividades poco eficientes o redundantes.

IDEF0 emplea una forma sencilla para la representación de las actividades como se muestra en la figura 1.5 donde se definen las entradas, los mecanismos, los controles y las salidas de cada actividad, que puede aumentar su complejidad a medida que se aumentan los niveles en la jerarquía. Existen versiones posteriores como IDEF3 que incorporan nuevos elementos para el modelado.

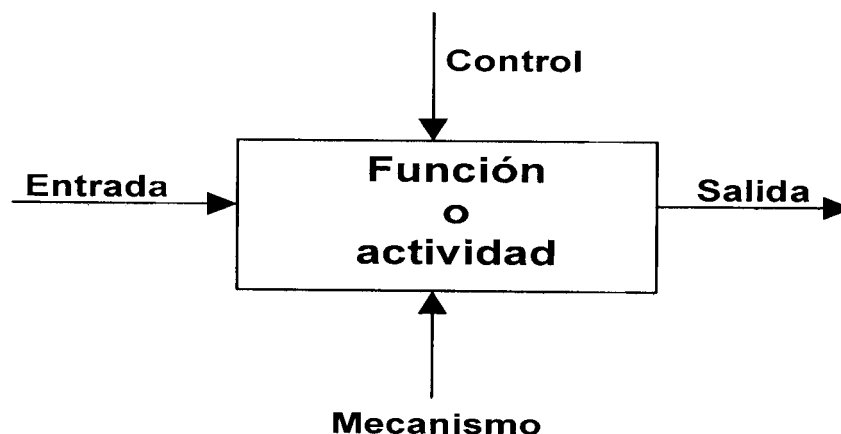


Fig. 1.3 Representación de una actividad.

2

Capítulo 2 : Situación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5

2.1 Propósito del proyecto

El Proyecto de Diseño de la Facultad 5 de la Universidad de la Ciencias Informáticas, perteneciente al Polo de Realidad Virtual y dedicado a la creación de Videos 3D, Entornos Virtuales y Modelos 3D para Juegos, Simuladores y Paseos Virtuales, tiene como principal misión brindar servicio de modelado y animación a los proyectos de la Facultad 5 que lo requieran para su desempeño. Además, realizan actividades en apoyo a proyectos de extensión universitaria, dentro de las que se encuentran:

- ✓ Videos para los juegos deportivos.
- ✓ Videos para los festivales de cultura y galas artísticas.
- ✓ Modelado de escenarios para set virtuales de TV.
- ✓ Modelado o animación a proyectos UCI, que no cuenten con la tecnología para hacerlo por sus propios medios.

2.2 Características del proyecto

Este es un proyecto atípico, cuya fecha de inicio y fin están marcadas según la máxima duración de los sub-proyectos que se desarrollan dentro del mismo.

Por las características de los productos y servicios que brindan, en el proyecto no se hace uso de una metodología de desarrollo de *software*, pues dichos productos no son catalogados como un *software* en toda su extensión, sino que son componentes que posteriormente serán utilizados por otros proyectos de la Facultad 5 que sí desarrollan *software*.

Independientemente de esto, en el proyecto se sigue una secuencia de pasos que constituyen una guía a seguir para el desarrollo de cada producto, ya sea un video 3D, un modelo 3D, etc. Cada uno de estos pasos comprende un grupo de actividades y tareas específicas a realizar, que en su conjunto, conforman cada proceso de desarrollo para la obtención del producto final.

2.3 Descripción del proyecto

El proyecto está integrado por un total de veinte personas, de los cuales tres son profesores, cuatro son Diseñadores Industriales, y el resto son estudiantes de la Universidad. Los clientes principales del proyecto, como se mencionó anteriormente, son otros proyectos de la Facultad 5 y la universidad que requieran de las actividades de modelado, creación de entornos virtuales y/o realización de videos 3D.

El equipo del proyecto participó en el desarrollo del primer producto *software* comercializado por la Universidad de las Ciencias Informáticas: el Simulador de Auto Práctico, en su primera versión, el cual fue vendido a la República de Guatemala. Posteriormente, colaboró en la realización y desarrollo del Simulador de Auto Teórico. Siendo otro de sus trabajos meritorios, el haber construido las ciudades virtuales generadas para los Simuladores Prácticos en su versiones 2 y 3.

2.3.1 Productos que genera el proyecto

El posible resultado del proyecto o los productos que se generan dependen, lógicamente, de las necesidades y especificidades de cada cliente, pero los productos que desarrollan en su mayoría son:

- ✓ Videos 3D.
- ✓ Cinemáticas para Juegos.
- ✓ Entornos Virtuales y Modelos 3D para Simuladores, Juegos y Paseos Virtuales.

Además, realizan animaciones, las cuales se incluyen entre las actividades que se efectúan para el desarrollo de algunos de los productos anteriores.

2.3.2 Estructura organizativa del proyecto

La organización del proyecto está estructurada según una jerarquía partiendo del Líder del proyecto, quedando distribuida de la siguiente forma:

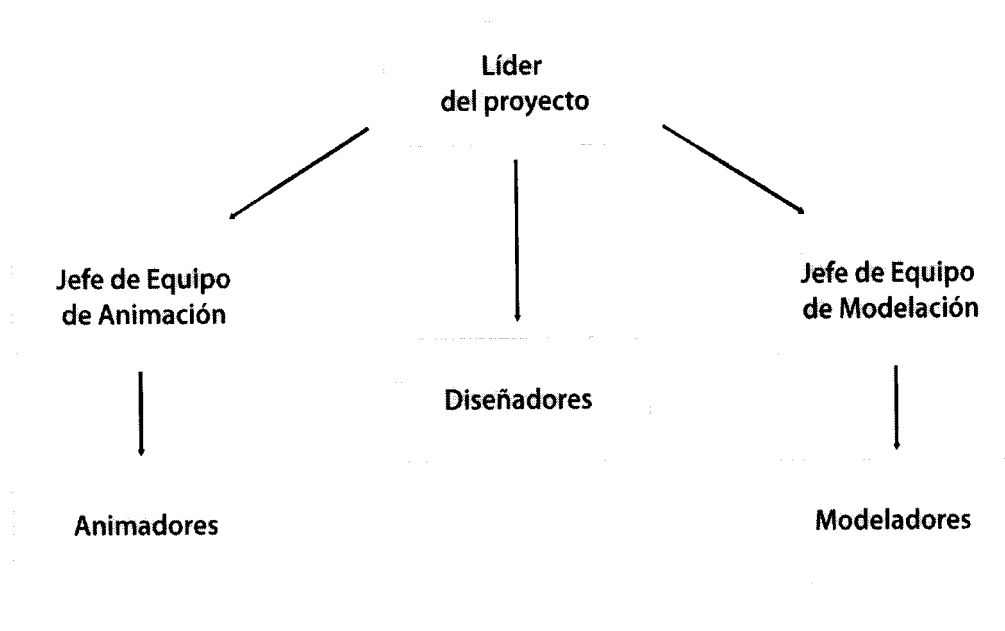


Fig. 2.1 Estructura organizativa del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Para el desarrollo de los productos se conforman grupos de trabajo, en dependencia de las necesidades de cada cliente y la disponibilidad de personal en el proyecto. En la figura 2.2 se muestra el esquema general que se sigue para estructuración de los grupos de trabajo.

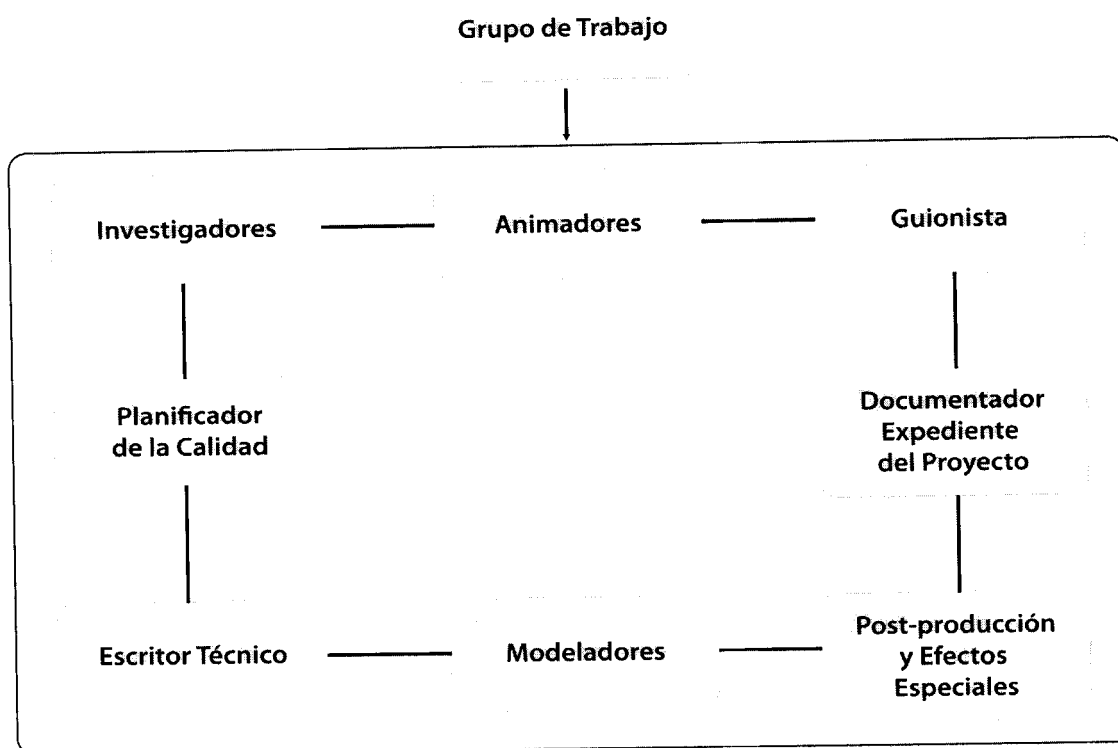


Fig. 2.2 Estructura de los grupos de trabajo.

2.3.3 Líneas de trabajo del proyecto

En el proyecto existen tres líneas de trabajo, las cuales están muy relacionadas entre sí, y cada una incluye un conjunto de actividades y tareas que responden las necesidades fundamentales del equipo del proyecto en la realización de cada nuevo producto.

La distribución del trabajo en líneas de desarrollo permite que se logre una mayor organización y aprovechamiento de los recursos, tanto humanos como materiales con que cuenta el proyecto.

Las líneas de trabajo son:

- ✓ Investigación (exploración y optimización) de *software*.
- ✓ Desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos, Simuladores y Paseos Virtuales.
- ✓ Desarrollo de Cinemáticas y Videos 3D.

2.3.3.1 Descripción de las líneas de trabajo

La línea de Investigación (exploración y optimización) de *software*, tiene como propósito generar conocimientos y sirve como retroalimentación al resto de las líneas de trabajo del proyecto. La exploración y optimización de *software* se realiza atendiendo a tres criterios básicos: rapidez, facilidad de uso y calidad, en respuesta a las necesidades de cada momento. Al mismo tiempo llevan a cabo investigaciones sobre las nuevas técnicas de trabajo que surgen en el dinámico mundo del diseño 3D.

Por su parte, la línea de Desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos Simuladores y Paseos Virtuales, se dedica al desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D atendiendo a las solicitudes de los clientes.

En la línea de Desarrollo de Cinemáticas y Videos 3D, como su nombre lo indica, se realizan Videos 3D y Cinemáticas para Juegos, Simuladores y Paseos Virtuales a partir de una historia o un guión que recoge las especificidades del cliente. Es válido aclarar la diferencia que existe entre Cinemática y Video 3D, puesto que la cinemática en sí es el video asociado a un Juego, Simulador o Paseo Virtual.

2.3.4 Los roles del proyecto

Los roles del proyecto se encuentran distribuidos formando dos categorías: profesores y trabajadores, y estudiantes. En dependencia de cada rol son las actividades que se realizan, aunque los roles son fijos, una misma persona puede desempeñar varios roles a la vez según las necesidades propias o específicas de un momento determinado en el desarrollo de un producto.

Roles de profesores y trabajadores:

- ✓ Líder del proyecto.

- ✓ Especialista.
- ✓ Guionista.
- ✓ Modelador jefe.
- ✓ Animador jefe.

Roles de estudiantes:

- ✓ Director.
- ✓ Investigador.
- ✓ Modelador
- ✓ Animador.
- ✓ Dibujante.
- ✓ Editor.
- ✓ Post-producción.
- ✓ Efectos especiales.
- ✓ Administración y tecnologías.
- ✓ Planificador de la calidad.
- ✓ Escritor técnico.
- ✓ Documentador expediente proyecto.

2.3.4.1 Descripción de los roles

Líder del proyecto: es el encargado de supervisar la ejecución de las tareas asignadas a los desarrolladores en la realización de cada producto. Además, debe elaborar el cronograma de trabajo, el cual debe incluir la fecha de cumplimiento de cada actividad o tarea, así como el personal necesario o disponible para su ejecución en tiempo.

Especialista: es el responsable de controlar que el trabajo esté bien hecho (posee los conocimientos sobre Diseño).

Guionista: es el encargado de realizar y/o revisar el guión para la realización de cada video.

Director: es el encargado de organizar el trabajo y asignar sub-tareas para la realización de videos 3D. Además, debe medir los requisitos de calidad de cada una de las sub-tareas.

Administración y tecnologías: es el responsable de atender la tecnología asociada al proyecto, así como reportar las roturas de los equipos de última tecnología (PC), además debe verificar que estén instalados los programas y versiones necesarias para el trabajo.

Investigador: debe investigar acerca de las nuevas técnicas de modelado, texturizado, efectos especiales, etc. Además, debe realizar búsquedas y estudios sobre todo lo nuevo del mundo del Diseño 3D y la Realidad Virtual (Ver Glosario de términos).

Modelador jefe: es el encargado de dirigir la fase del modelado y controlar el cumplimiento de las tareas que se realizan dentro de la misma. Además, debe medir los requisitos de calidad de los modelos desde el punto de vista del diseño.

Animador jefe: es el responsable de dirigir la fase de animación. Debe definir las animaciones necesarias para cada tarea, así como medir los requisitos de calidad de las animaciones según su apreciación y conocimientos.

Animador: tiene a su cargo la realización de las animaciones de los modelos.

Modelador: se ocupa de crear las escenas y modelos 3D.

Dibujante: debe dibujar las escenas, modelos y objetos necesarios para la ejecución de cada tarea. Además, es el encargado del realizar el *Story Board* (Ver Glosario de términos).

Sonido: es el responsable de buscar o construir el ambiente sonoro de cada producto a realizar, ya sea video 3D o mundo virtual (Ver Glosario de términos).

Editor: es el encargado de unir todos los fragmentos de videos 3D en una sola línea y mezclarlos con el ambiente sonoro. (Solo existe en el caso de realización de videos).

Post-producción: es el encargado, una vez terminado un video 3D, de editar el mismo y de aplicarle los efectos especiales; finalmente termina de retocar el video.

Efectos especiales: tiene a su cargo la realización de los efectos especiales necesarios en cada producto.

Planificador de la calidad: Es el encargado de mantener la documentación del proyecto en orden, que en este caso es el expediente de proyecto.

2.3.5 Productos de desarrollo en curso en el proyecto

En la actualidad, el proyecto brinda servicios simultáneamente, atendiendo a solicitudes de varios proyectos de la Facultad 5, los cuales tendrán grandes impactos en la esfera nacional cubana por las novedosas técnicas que emplean. Estos proyectos son: CNeuro, Simulador Quirúrgico, Rehabilitación y Juegos de Consola (Ver Anexo #4). De ahí la necesidad imperiosa de que los productos realizados por el proyecto de Diseño de la Facultad 5 tengan la calidad requerida. Por ejemplo, el caso del proyecto Simulador Quirúrgico, tiene a su cargo el desarrollo del primer simulador de este tipo en realizado en Cuba para ser utilizado como medio de enseñanza para los estudiantes de medicina.

2.4 Herramientas de *Software* utilizadas en el proyecto

En el proyecto se usan diferentes herramientas *software*, ya sea para el modelado, el texturizado, la post-producción, la edición o el sonido. A continuación se mencionan dichas herramientas *software*:

Modelado:

- ✓ 3Ds Max.
- ✓ Blender.
- ✓ Maya.
- ✓ Zbrush.

Texturizado:

- ✓ Photoshop.
- ✓ Body Paint.
- ✓ Gimp.
- ✓ Corel Paint.
- ✓ Corel Draw.

Post-producción:

- ✓ After effect.
- ✓ Combustion.

Edición:

- ✓ Premier.
- ✓ Vegas Video.

Sonido:

- ✓ Sound Forge.

2.5 Procesos definidos dentro del proyecto

A continuación se relacionan los principales procesos que se ejecutan dentro del proyecto así como las actividades fundamentales que tienen lugar dentro de cada uno de estos procesos.

2.5.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto

Cuando un cliente solicita un servicio o producto al Proyecto de Diseño de la Facultad 5, proceso que se realiza de manera informal, reduciéndose a un encuentro donde solo se abordan los principales elementos del producto que el cliente desea y “no queda constancia de tales especificaciones”, se elabora un cronograma de trabajo con su correspondiente asignación de tiempo, recursos y responsables necesarios (o disponibles) para su ejecución y cumplimiento atendiendo a las capacidades del proyecto, y se comienza la ejecución de las tareas para el desarrollo del producto solicitado por el cliente.

La relación que se establece entre el equipo del proyecto y el cliente no es muy favorable para guiar al equipo de desarrollo en la definición del servicio solicitado, pues el flujo de información inicial no se detalla correctamente, ni se documenta, sino que se reduce a un ambiente de palabras.

En el proyecto se han definido un conjunto de especificaciones para cada tipo de producto que se solicite, por ejemplo:

Si se solicita un video 3D, el cliente debe entregar:

- ✓ Tiempo de duración.
- ✓ Detalle de realismo.
- ✓ Formato.

Si el producto solicitado es un entorno virtual y/o modelo 3D, los datos que debe aportar el cliente son:

- ✓ Cantidad de polígonos.
- ✓ Formato.

2.5.1.1 Descripción de los términos fundamentales del proceso de solicitud de servicio al proyecto

A continuación se detallan los elementos fundamentales que el cliente debe entregar a la hora de solicitar algún producto:

- ✓ *Tiempo de duración.*

Duración máxima que puede llegar a tener el video 3D o la cinemática a desarrollar.

- ✓ *Detalle de realismo.*

Indica cuan cercano a la realidad se desea que resulte el entorno virtual o modelo realizado en 3D.

- ✓ *Formato.*

Se refiere al formato de entrega del producto, es decir, el modo en que se va a exportar el trabajo final. Existen muchos formatos entre los que se puede citar: avi, wmv, mpg, etc.

✓ *Cantidad de polígonos.*

Se refiere al número máximo de polígonos que debe contener cada modelo 3D para que pueda ser soportado en una aplicación Engine (Ver Glosario de términos). La aplicación engine que utiliza en el Polo de Realidad Virtual de la Facultad 5 es el *SceneToolkit*.

2.5.2 Proceso de desarrollo de videos 3D

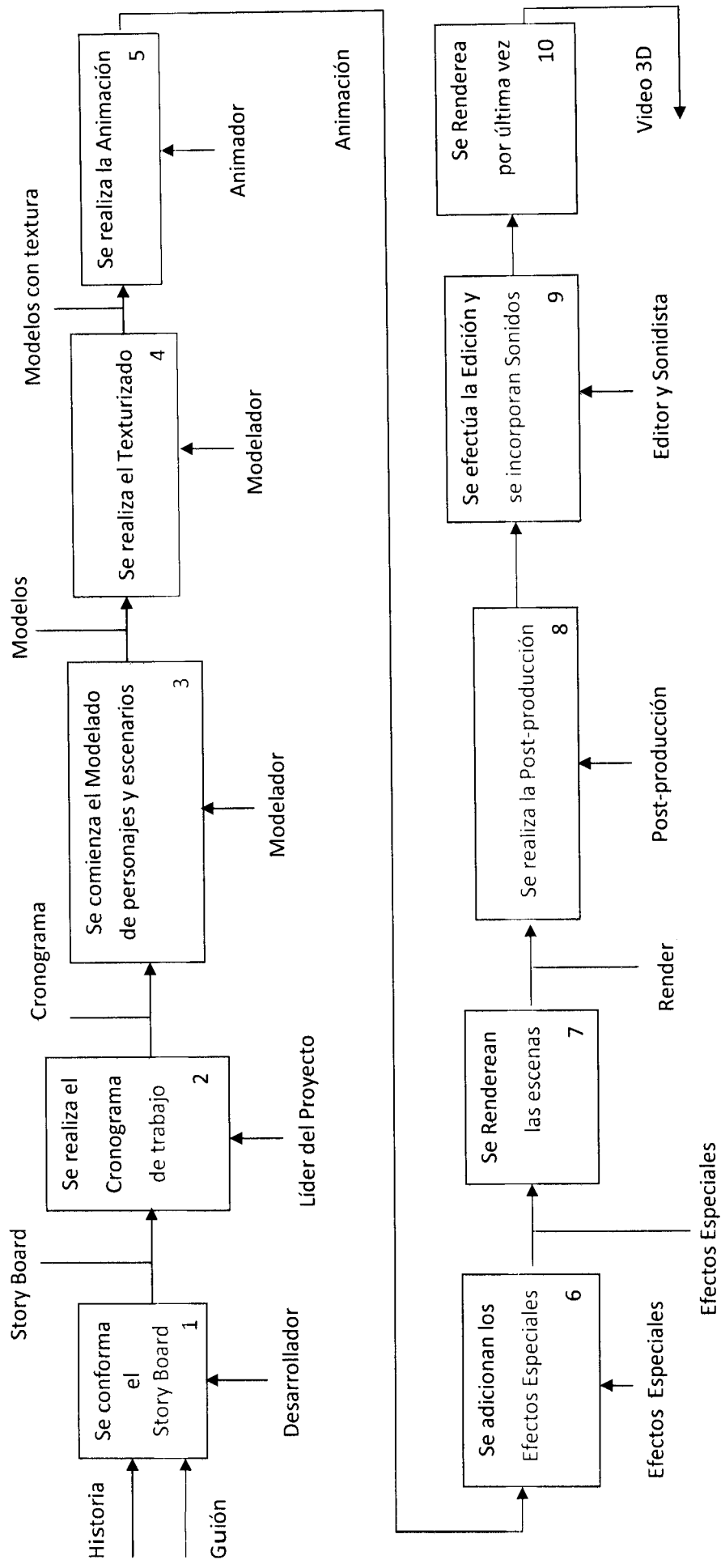


Fig. 2.3 Proceso de desarrollo de videos 3D.

2.5.2.1 Descripción del proceso de desarrollo de videos 3D

✓ *Historia.*

El cliente debe proporcionar la historia; en caso contrario, el equipo de desarrollo obtiene la idea de cómo éste quiere que sea el video a realizar. A partir de entonces, se elabora una historia basándose en esas ideas y en la propia imaginación del equipo que la realiza.

✓ *Guión.*

De igual modo, el cliente debe entregar el guión teniendo en cuenta la historia y todos los elementos que la misma describe, incluyendo los personajes que intervienen. En caso de no proporcionarlo, el equipo de desarrollo deberá conformarlo.

✓ *Se realiza un Story Board.*

A partir de entonces, basándose en las ideas tomadas en la historia y la imaginación de los trabajadores, se realiza un Story Board. El equipo se reúne y se determina cómo deben quedar las escenas, se decide qué cámaras utilizar en cada momento, así como los escenarios. Se hace un croquis del filme en 2D que es tomado como guía para realizar todo el trabajo restante.

✓ *Se elabora el cronograma de trabajo.*

En esta actividad se determina aproximadamente el tiempo que debe durar el sub-proyecto, se distribuyen las tareas, se asigna el tiempo, los recursos y los responsables de cada una de las actividades.

✓ *Se realiza el modelado de los personajes y escenarios.*

Basándose en los datos anteriores, se modelan todos los escenarios y personajes que participan en el video.

✓ *Se realiza el texturizado.*

Es la actividad de dar textura y color a los personajes y escenarios. Se realiza al estilo personal, es decir, cada desarrollador según el personaje o ambiente que desarrolla, realiza el texturizado.

✓ *Se realiza la animación.*

Consiste en la realización de las animaciones de los personajes, de modo tal que las mismas queden lo más ajustado posible al carácter del personaje.

✓ *Se agregan los efectos especiales.*

En este punto se procede a agregar los efectos especiales para hacer más real, más fantástico, o simplemente más complejo y emotivo el trabajo, usando las técnicas que existen actualmente para este proceso.

✓ *Renderizado de escenas.*

Como su nombre lo indica, en esta actividad se realiza el renderizado de las escenas.

✓ *Post-producción.*

Después del renderizado, se construyen las escenas, que son pequeños segmentos de video, que contienen la unión de todos los pasos anteriores. Es en este proceso donde más *software* interviene, siendo los más comunes: *Photoshop*, *Combustión*, *AfterEffect*, entre otros.

✓ *Edición y sonido.*

En esta actividad se unen todas las escenas antes conformadas.

✓ *Render final.*

Para finalizar se renderiza el video, dándole la configuración deseada por el cliente. Se obtiene una versión del producto.

2.5.3 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales

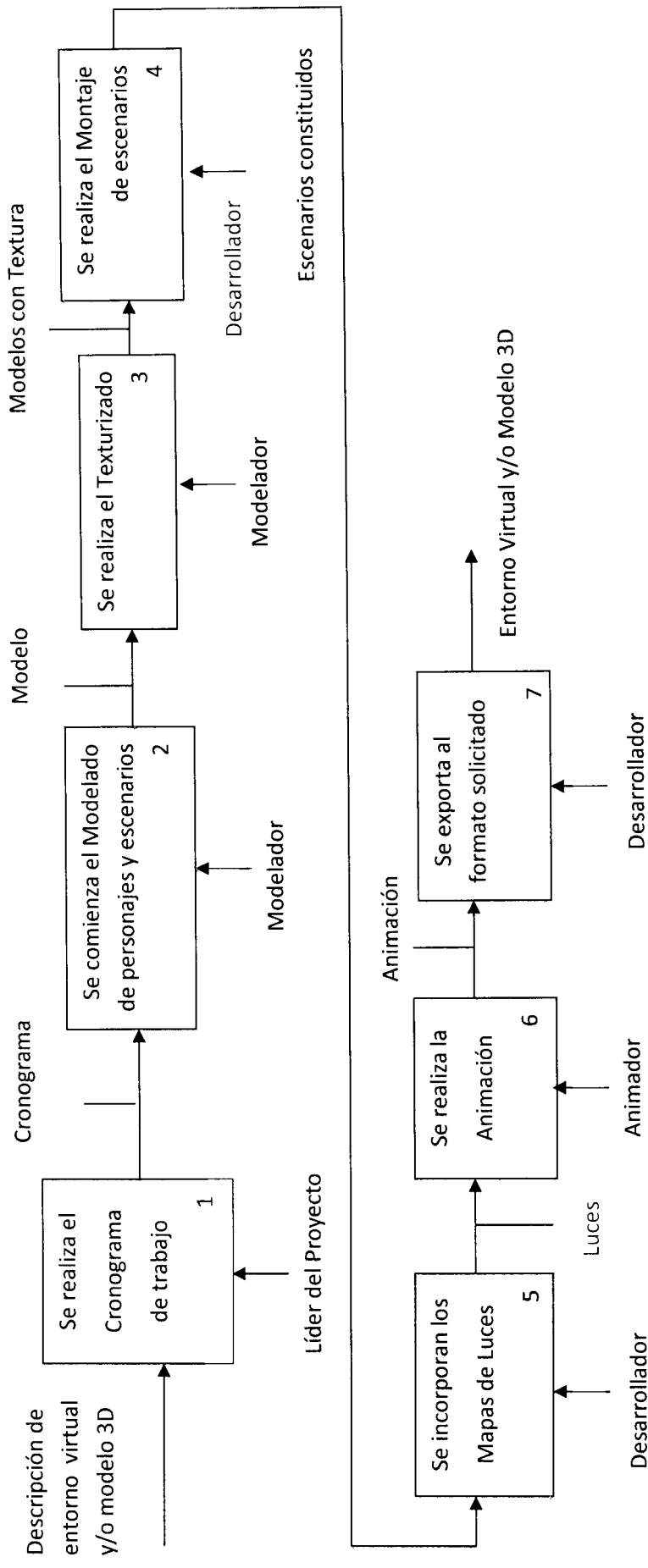


Fig.2.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.

2.5.3.1 Descripción del proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales

Para la realización los entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores, Paseos Virtuales se realizan las siguientes actividades:

- ✓ *Descripción de entornos virtuales y/o modelos 3D.*

A partir de la conversación con el cliente se obtiene una descripción de las características fundamentales del entorno virtual y/o modelo 3D solicitado.

- ✓ *Se elabora un cronograma de trabajo.*

En esta actividad se determina aproximadamente el tiempo que debe durar el sub-proyecto se distribuyen las tareas, se asigna el tiempo, los recursos y los responsables de cada una de las actividades.

- ✓ *Se realiza el modelado de los personajes y escenarios.*

A partir de entonces cada realizador, trabaja en la actividad asignada realizando los modelos de personajes, objetos y escenarios que intervienen en el simulador o el paseo virtual según apreciaciones personales.

- ✓ *Se realiza el texturizado de los modelos y escenarios*

Después de concluida esta actividad, se procede al texturizado de los modelos y escenarios realizándose también a un estilo personal.

- ✓ *Montaje de escenarios.*

Llegado este punto, se procede al montaje de los escenarios, en el cual se unen todas las actividades realizadas, quedando de esta forma conformado el mundo virtual del simulador o paseo virtual.

- ✓ *Se generan los mapas de luces.*

La generación del mapa de luces es una actividad que se realiza con el objetivo de añadir zonas de luz y sombra dentro del mundo; las luces son estáticas, dibujadas sobre la textura.

Este trabajo le corresponde a un único realizador, el cual es el encargado de elaborar el mapa de luces para todo el escenario, y recibe como entrada todos los modelos montados en una sola escena del 3DMax. Además, debe configurar el 3DMax para hacer que este programa calcule los mapas de luces.

✓ *Se realiza la animación.*

Se realiza la animación de los modelos que interactúan en los escenarios.

✓ *Se exporta al formato solicitado.*

Para finalizar, se exporta todo el escenario al formato solicitado.

2.5.4 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos

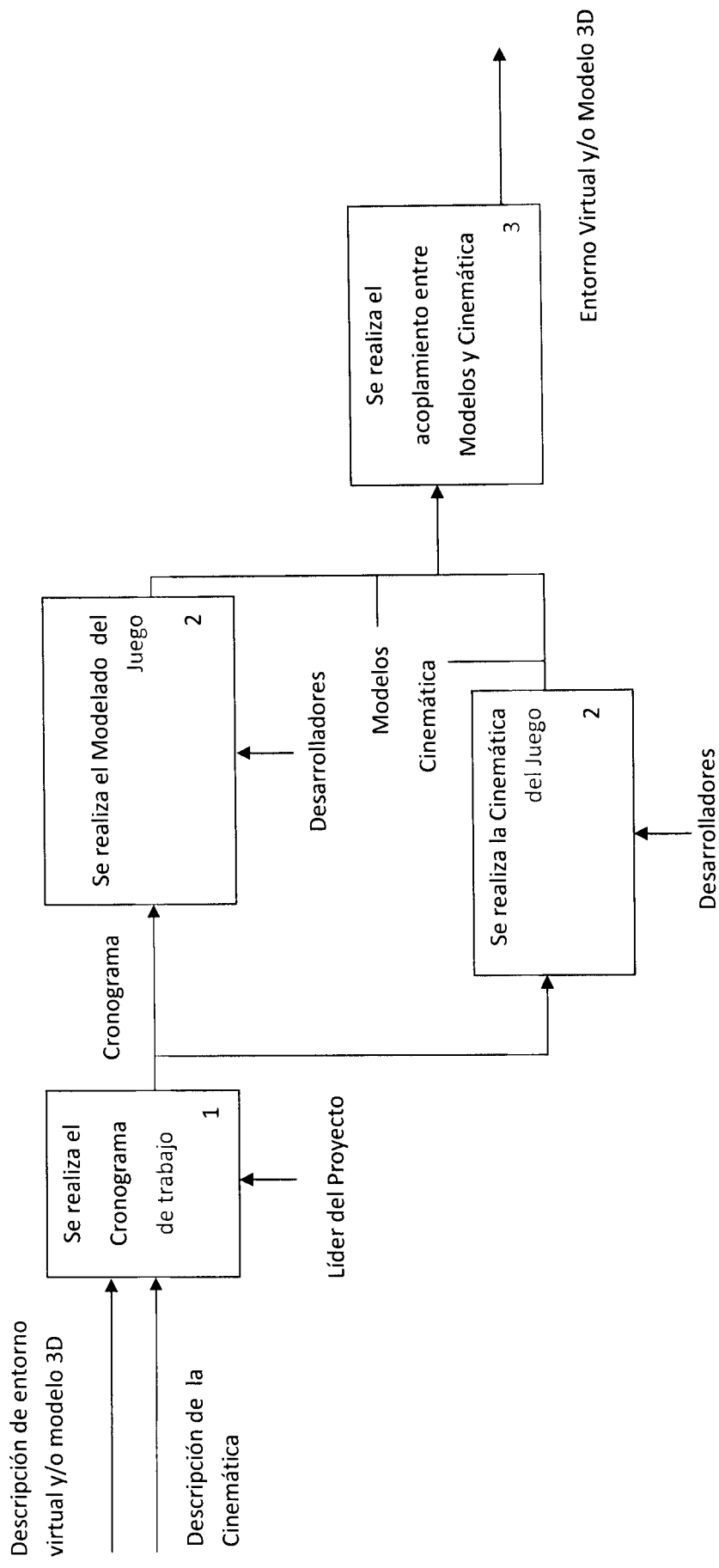


Fig. 2.5 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos.

2.5.4.1 Descripción del proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Juegos

En el caso específico de la realización de entornos virtuales y/o modelos 3D para Juegos, se combinan los dos procesos descritos anteriormente, es decir, en la primera etapa: "Modelado del Juego" se desarrollan las mismas actividades que tienen lugar en la elaboración de los entornos virtuales y de modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales; en la segunda etapa: "Cinemática para Juegos" se lleva a cabo la misma secuencia de actividades que se realiza para la elaboración de los videos 3D. Luego se integran (o no) para formar una versión del producto.

2.6 Análisis del proceso de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto

Con el propósito de analizar, determinar y realizar un diagnóstico del estado actual del proceso de Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, se elaboró una lista de chequeo basada en el área de proceso de Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto que propone el modelo CMMI en su versión 1.2.

La lista de chequeo (Ver Anexo #5), fue confeccionada tomando en cuenta solamente los elementos que se refieren a la calidad del proceso de desarrollo y fue aplicada al proyecto, con el objetivo de diagnosticar el estado del mismo en cuanto a las actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Uno de los principales problemas detectados en el área de proceso analizada en el proyecto, consiste en que no se evalúan objetivamente los procesos que se realizan, no se tienen descritos ni documentados los procesos de desarrollo de *software* fundamentales que se ejecutan habitualmente en el proyecto, no se tienen especificados los estándares de referencia y al mismo tiempo los procedimientos aplicables no están definidos.

En concordancia con esto, no se tienen establecidos criterios para realizar las evaluaciones, además no se realiza una eficiente evaluación de la ejecución de los procesos según la descripción de los procesos, estándares y procedimientos aplicables.

El estado de la documentación del proyecto según lo estipulado por la Dirección de Calidad de *Software* de la Universidad se encuentra en un estado crítico. No se tienen registradas las actividades de Aseguramiento de la Calidad que se realizan, las cuales han sido establecidas en el Plan del Proyecto emitido por la Dirección de Calidad de *Software*. No se registran las no conformidades con el proceso o el producto y no se les plantea solución a las mismas.

No están definidas las responsabilidades del Administrador y Planificador de Calidad para la ejecución de cada sub-proyecto que enfrenta el proyecto, a pesar de tenerlos identificados entre los roles principales. Tampoco se tienen definidas responsabilidades relacionadas con el Aseguramiento de la Calidad.

No se implementa ningún mecanismo para el control de versiones de los artefactos que se producen dentro del proyecto, dígase artefacto una parte de los modelos 3D, entornos virtuales o secuencia de video 3D.

2.7 Principales deficiencias del proyecto

Los principales problemas detectados durante el estudio y análisis del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, se pueden resumir del siguiente modo:

1. No existe una buena comunicación con los clientes.

El mecanismo de comunicación con el cliente es ineficiente, reduciéndose a un nivel de “conversaciones de pasillo” donde no se pueden determinar con claridad y a un alto nivel, las especificaciones de los productos que solicitan los clientes.

2. No se documenta ni se verifican las especificaciones de los clientes.

Los requerimientos y especificaciones del producto solicitado por el cliente no se documentan, por lo que no se tiene constancia de los mismos. El desarrollo y ejecución de los sub-proyectos se lleva a cabo con dificultad. Tampoco se realiza la verificación de dichos requerimientos y especificidades para comprobar si realmente fueron definidos y determinados correctamente.

3. *Deficiencias en la planificación y control de las actividades.*

Se realiza una ineficiente planificación de las actividades y tareas a llevar a cabo durante todo el proceso de desarrollo de cada sub-proyecto, pues no se tienen definidas con claridad. Además, el control sobre la ejecución de las mismas es insuficiente y no se planifica periódicamente.

4. *No se estima correctamente la duración de los proyectos, lo que conlleva la entrega tardía de los productos.*

Como consecuencia directa de la mala planificación de las actividades y el deficiente control sobre la ejecución las mismas, la estimación del tiempo total de duración de cada sub-proyecto es muy poco acertada y casi la totalidad de las veces los sub-proyecto se terminan en fechas posteriores a lo estimado y acordado con el cliente.

5. *No se tiene en cuenta técnicas de estimación de costo de los proyectos que llevan a cabo.*

No se tiene conocimiento del costo de producción de productos como los que se desarrollan en el proyecto a nivel mundial, ni siquiera a nivel de la Universidad. Además, no se usan técnicas para calcular el costo de los mismos teniendo en cuenta el esfuerzo, los recursos y las horas trabajadas por cada desarrollador.

6. *No se sigue a fidelidad el cronograma de trabajo.*

El cronograma de trabajo elaborado para el desarrollo de los productos no se sigue a cabalidad. Además, después de conformado el mismo, no se realizan actividades sistemáticas destinadas a controlar su ejecución y cumplimiento.

7. *No se describe el proceso de desarrollo para cada sub-proyecto.*

Por las características y peculiaridades de los productos que se desarrollan dentro del proyecto, es necesario que se describa el proceso de desarrollo a seguir antes de comenzar la ejecución de cada sub-proyecto por parte de la dirección y todo el equipo del proyecto, actividad que no se realiza provocando la ineficiencia, desorganización y falta de calidad en el trabajo y como consecuencia baja calidad en el producto final.

8. *La calidad de los procesos de desarrollo de software no es medida con la exigencia requerida.*

No se mide la calidad de los procesos de desarrollo, no se establecen criterios para realizar evaluaciones, no se tienen establecidos los estándares y procedimientos aplicables al proyecto. Además, no se programan revisiones al proceso ni al producto.

9. *No existe ningún documento que establezca la realización de revisiones de la calidad de los procesos de desarrollo.*

En el proyecto no se tienen planificadas las revisiones a realizar en los procesos de desarrollo, ni al funcionamiento del proyecto, no acogiéndose al plan anual de auditorías planificado por la Dirección de Calidad de Software de la UCI.

10. *Se desconocen las principales normas, estándares y modelos de calidad de software orientadas al caso específico de los videos, entornos virtuales y modelos 3D.*

No se tienen determinadas las principales normas, estándares y modelos de calidad aplicables al caso específico del proyecto, así como los productos que desarrollan. Además, no tienen conocimiento de alguna metodología aplicable al desarrollo de los videos 3D, entornos virtuales y modelos 3D.

11. *Carencia de personal con las habilidades necesarias para elaborar una estrategia para el aseguramiento de la calidad de los procesos de desarrollo de software del proyecto.*

El personal del proyecto carece de las habilidades necesarias para el diseño y la puesta en práctica de una estrategia para lograr el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de software del proyecto, a pesar de tener definidos roles destinados a la realización de las actividades concernientes a la calidad.

12. *No se tienen documentados los datos históricos de sub-proyectos (o productos) anteriores.*

Los datos, documentos y otros artefactos generados en sub-proyectos realizados anteriormente no son almacenados, no se recogen métricas de procesos y productos desarrollados anteriormente.

13. No se lleva a cabo un eficiente control de versiones.

No se implementa ningún mecanismo destinado al control de versiones de los artefactos que se desarrollan dentro del proyecto, lo cual es muy desfavorable porque en ocasiones esto implica la realización de un trabajo nuevamente. No se prevé los posibles riesgos que podría implicar la pérdida de alguna información o componente de los productos que se desarrollan.

14. El expediente del proyecto no está actualizado.

La documentación del proyecto no está actualizada y no se siguen los lineamientos orientados por la Dirección de Calidad de Software de la UCI para conformar el expediente del proyecto, por no adaptarse a las "características y necesidades" del proyecto.

2.8 Técnicas empleadas en el estudio del proyecto

El estudio del Proyecto de Diseño de la Facultad 5 se efectuó haciendo uso de algunas técnicas de recopilación de información como son la entrevista y la encuesta. Se revisó también, la documentación del proyecto, alternativas utilizadas para la determinación de aspectos importantes, características y funcionamiento del proyecto.

Se le realizó una entrevista al compañero Gadied A. Carrero Sotolongo, Líder del Proyecto de Diseño de la Facultad 5 (Ver Anexo #6), con el objetivo de conocer las características principales del mismo, incluyendo recursos humanos y tecnológicos, así como áreas, procesos de desarrollo, productos y servicios.

Además, se aplicó una encuesta a los integrantes del proyecto, donde se recoge las impresiones del equipo de desarrollo sobre la ejecución de los procesos de mayor relevancia que se llevan a cabo en el proyecto, haciendo énfasis en las actividades que se realizan para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo.

Asimismo, se realizó un conversatorio con algunos compañeros de la Dirección de Comunicación Visual de la UCI, con el propósito de conocer las principales actividades que implementa este grupo para el Aseguramiento de la Calidad de sus procesos de desarrollo, lo cual permitió hacer un análisis comparativo referente a la situación actual del proyecto.

Conjuntamente con estas actividades, se confeccionó una lista de chequeo de Aseguramiento de la Calidad, basada en el área de proceso de Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto de CMMI, la cual fue aplicada al proyecto con el propósito de determinar las principales dificultades en cuanto al Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del proyecto.

3

Capítulo 3 : Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5

3.1 Introducción a la Propuesta de Solución

A partir del estudio realizado sobre los temas referentes a la calidad, las necesidades actuales de las organizaciones de desarrollar productos de alta calidad que les permita alcanzar un lugar privilegiado en la Industria del *Software* a nivel nacional y mundial; y teniendo en cuenta el análisis de la situación actual del Proyecto de Diseño de la Facultad 5 en cuanto a fortalezas y debilidades relacionadas con la calidad de los procesos de desarrollo de *software* del mismo; estamos en condiciones de presentar una Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* del antes mencionado proyecto, donde se propone la modificación de los procesos de desarrollo definidos dentro del proyecto mediante la incorporación de un conjunto de actividades de Aseguramiento de la Calidad.

La propuesta para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo, se ha realizado con el objetivo de permitir al equipo del proyecto:

- ✓ Identificar y satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes de una manera eficaz y eficiente.
- ✓ Organizar y mejorar el desempeño del equipo del proyecto, así como lograr un mayor aprovechamiento de sus capacidades y recursos.

3.2 Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5

El Aseguramiento de la calidad del proceso de desarrollo proporciona la confianza de que el producto o servicio solicitado, cumplirá con las exigencias del cliente, pues si no se tiene definido un correcto proceso de desarrollo de *software*, caracterizado por la falta de estándares de referencia para el desarrollo y no se establecen los criterios de calidad desde un inicio, es muy poco probable que el producto cumpla con los requisitos especificados por el cliente.

La propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, se ha conformado combinando las actividades que plantea el SEI para la consecución de un producto final de elevada calidad y las mejores prácticas que propone el modelo CMMI en sus áreas de procesos de Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto y Planificación de Proyectos.

Se propone la reestructuración de los principales procesos de desarrollo llevados a cabo en el proyecto, a través de la incorporación de un conjunto de actividades encaminadas a lograr la calidad en la ejecución de los mismos. Además, se sugieren y se describen una serie de actividades, para ser ejecutadas dentro del proyecto, que tributan al logro de una mayor organización y calidad en el desempeño y la ejecución de los procesos de desarrollo de *software* del mismo.

3.2.1 Reestructuración de los procesos definidos dentro del proyecto

A partir del análisis realizado en el capítulo anterior, se propone la incorporación de un conjunto de actividades de Aseguramiento de la Calidad durante la ejecución de los principales procesos de desarrollo de *software* del proyecto, con el objetivo de garantizar la

calidad y teniendo como base que la calidad de todo producto está dada por la calidad en la ejecución de su procesos de desarrollo.

Dadas las condiciones actuales del proyecto, se sugiere además, que se documenten debidamente los procesos de desarrollo, así como el resto de las actividades que tienen lugar en el mismo. Y se proceda a realizar los registros pertinentes para establecer y mantener la estrategia de aseguramiento de la calidad del proyecto para apoyar la marcha eficaz y eficiente de los procesos del proyecto.

3.2.1.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto

El proceso de solicitud de servicio al proyecto debe facilitar y establecer una relación con el cliente que guíe al equipo de desarrollo en la correcta definición del servicio solicitado. Si es necesario, se debe elaborar un cronograma de inserción y adiestramiento del personal en caso de que el producto solicitado requiera de alguna técnica novedosa y/o no explorada por el equipo del proyecto anteriormente.

Tal como se muestra en la figura 3.1, se propone la adición de un conjunto de actividades como parte del proceso de solicitud de servicio al proyecto, con el objetivo de lograr una mejor definición y especificación de los requerimientos de los productos solicitados por el cliente.

Además, durante este proceso se sugiere el empleo de la plantilla de "Solicitud de servicio al proyecto", la cual recoge los principales elementos que debe especificar el cliente en dependencia del producto que desee solicitar. (Ver Anexo #7).

3.2.1.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto

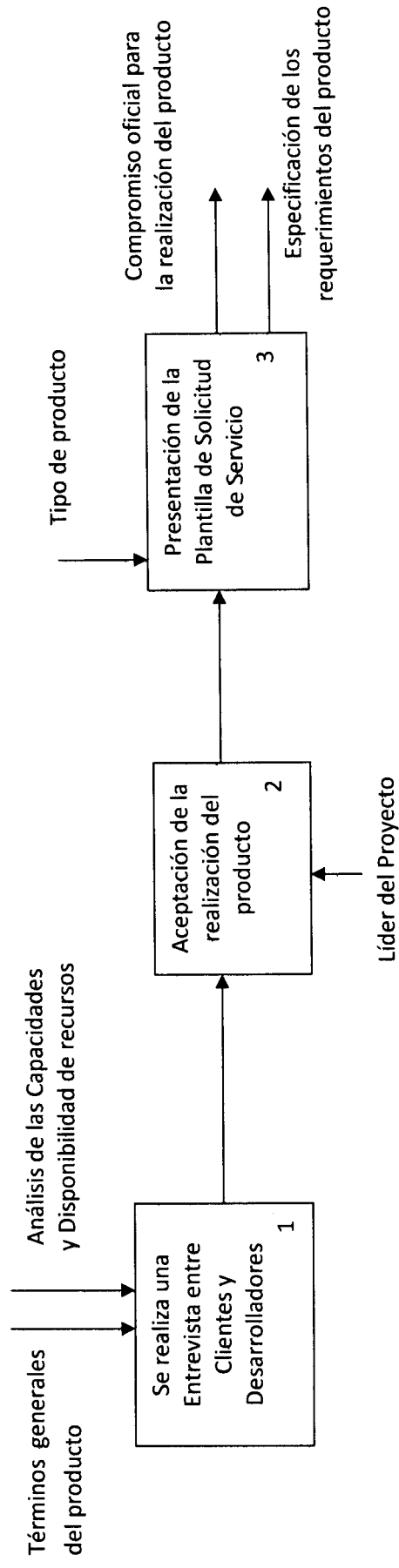


Fig. 3.1 Proceso de solicitud de servicio al proyecto.

El proceso de solicitud de servicio debe permitir identificar y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y desarrolladores, para lograr ventaja competitiva y hacerlo de una manera eficaz y eficiente. Además de facilitar la comunicación entre clientes y desarrolladores.

✓ *Entrevista.*

Como paso inicial en la ejecución del proceso de solicitud de servicio al proyecto, debe realizarse una entrevista oficial entre “Clientes y Desarrolladores”, donde se realice un análisis profundo acerca de las posibles características del producto que el cliente necesita. El equipo de desarrollo debe determinar si está en condiciones o no de brindar el servicio solicitado, atendiendo a un análisis de las capacidades en cuanto a disponibilidad de recursos humanos y tecnológicos existentes en cada momento en el proyecto.

✓ *Análisis de las capacidades y disponibilidad de recursos.*

Esta actividad se realiza en el propio momento de la entrevista (o previamente) y da la medida de las condiciones que presenta el proyecto para la aceptación de un nuevo producto.

✓ *Plantilla de solicitud de servicio.*

Para formalizar el acuerdo existente entre “Clientes y Desarrolladores”, se propone el uso de una plantilla de “Solicitud de servicio al proyecto”, como documento oficial para la especificación de las características o requisitos del producto solicitado por el cliente, por ejemplo:

Si el producto solicitado es un video 3D, el cliente debe especificar los siguientes datos, además de los recogidos en el epígrafe 2.5.1:

✓ *Historia.*

La historia debe detallar el tema sobre el cual el cliente desea que trate el video solicitado. Debe especificarse mediante una narración donde se describan los personajes que intervienen y la relación que existe entre los mismos.

Si el cliente no proporciona la historia, dicha actividad quedará bajo la responsabilidad de los desarrolladores, los cuales deben establecer los mecanismos necesarios para que el cliente revise y apruebe la historia.

✓ *Guión.*

De igual forma, el cliente debe proporcionar el guión del video a realizar, partiendo de la historia, puesto que el mismo debe exponer los detalles necesarios para la realización del video. Si el cliente no proporciona el guión, la elaboración del mismo queda a cargo del equipo del proyecto (partiendo de la historia).

✓ *Sonidos.*

El cliente debe proporcionar además, los sonidos que desea estén presentes en el video solicitado o una descripción que le permita a los desarrolladores tener una idea de lo que desea realmente. Del mismo modo anterior, si el cliente no proporciona los sonidos, entonces el equipo de desarrollo llevará a cabo esta actividad.

Si el producto solicitado es un entorno virtual y/o modelo 3D para Juegos, Simuladores y/o Paseos Virtuales, será necesario que el cliente proporcione (además de los elementos contemplados en el epígrafe antes mencionado) los siguientes:

✓ *Boceto en blanco y negro y a color.*

Consiste en la realización esquemática y a un bajo nivel de detalle del modelo que se desea.

✓ *Prioridad.*

Define la prioridad con que el cliente necesita que sean realizados los modelos solicitados, para que en dependencia de esto, el equipo de desarrollo pueda realizar una mejor organización del trabajo y así entregar los modelos según sean necesarios y en el tiempo adecuado.

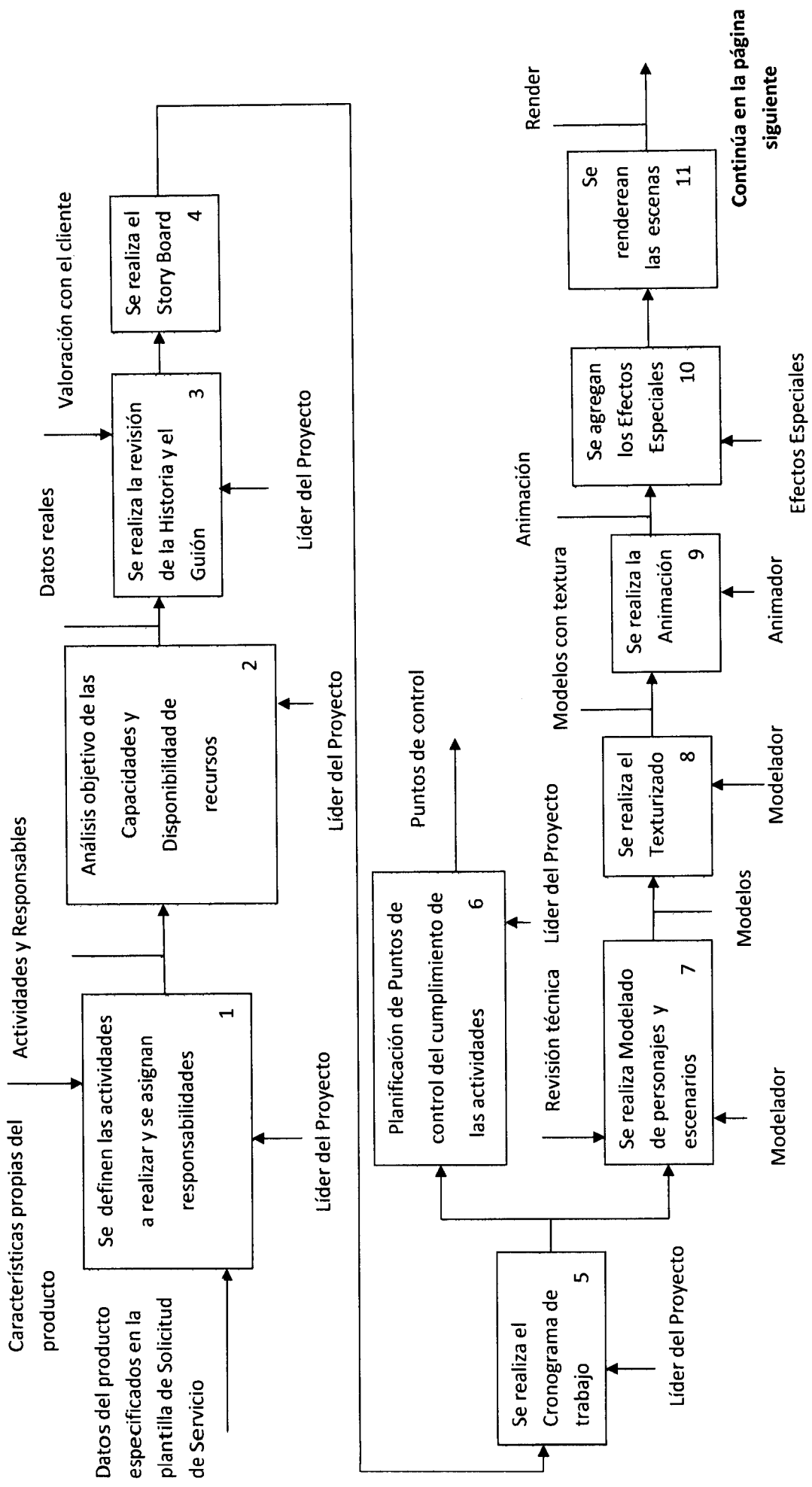
✓ *Descripción de las animaciones.*

Comprende la descripción de los movimientos básicos que debe tener cada objeto dentro de la escena.

✓ *Guión técnico.*

El guión técnico describe la interacción de los objetos en la escena, teniendo en cuenta la posición en el mundo y las animaciones entre ellos.

3.2.1.2 Proceso de desarrollo de videos 3D



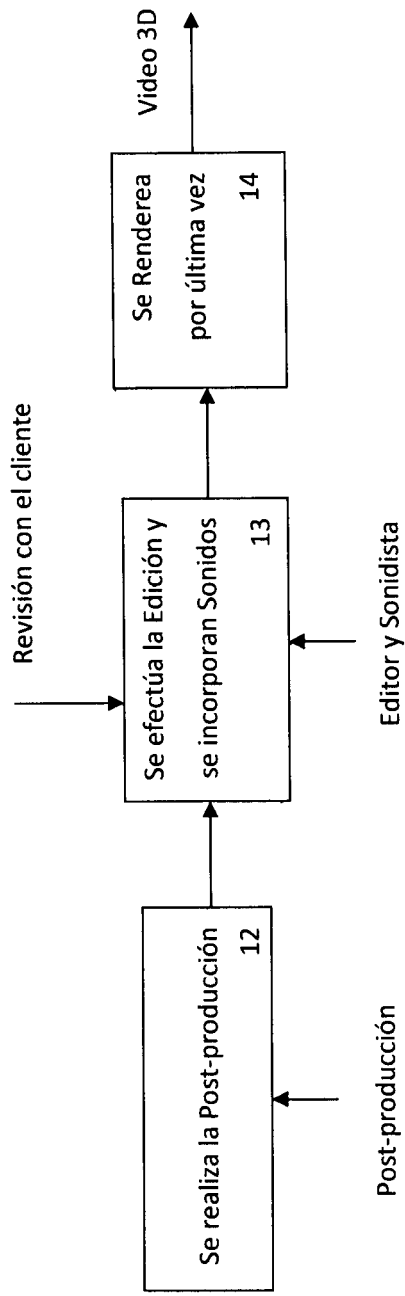


Fig. 3.2 Proceso de desarrollo de videos 3D.

En la figura anterior se muestra el proceso de desarrollo de los videos 3D, definido en el epígrafe 2.5.2 del capítulo 2, al cual se le han incorporado un conjunto de actividades con el objetivo de lograr una mejor organización y calidad la ejecución de dicho proceso de desarrollo.

A partir de la solicitud de servicio al proyecto, se propone la realización de las siguientes actividades:

- ✓ *Definición de las principales actividades y Asignación de responsabilidades.*

Antes de comenzar cada sub-proyecto para el desarrollo de los productos solicitados, se deben determinar las principales actividades y tareas a llevar a cabo durante la ejecución del mismo y realizar además, la asignación de los responsables de cada una de estas actividades.

- ✓ *Análisis de las capacidades y disponibilidad de recursos.*

Realizar un análisis de las capacidades y disponibilidad de recursos, tanto humanos como tecnológicos, da una medida del tiempo que debe asignarse a la ejecución de cada tarea y debe incluir la valoración de la preparación que posea el personal del proyecto para desempeñar las actividades.

- ✓ *Planificar puntos de revisión del cumplimiento de las actividades.*

La dirección del proyecto debe conocer en todo momento el estado en que se encuentra el proceso de desarrollo de cada producto (o sub-proyecto), por tanto, es muy importante realizar la planificación de puntos de control para verificar el cumplimiento de las actividades, lo cual dará una medida del grado de avance del proceso de desarrollo.

- ✓ *Revisión técnica.*

Las revisiones técnicas deben ser ejecutadas por parte del equipo de desarrollo, con la finalidad de evaluar la calidad del producto desde el punto de vista del diseño. En caso de que el producto no posea la calidad técnica requerida, no puede pasar a la siguiente fase de ejecución.

✓ *Revisión con el cliente.*

Deben llevarse a cabo revisiones con el cliente en puntos claves dentro del proceso de desarrollo de los videos, con el objetivo de permitirle al cliente realizar una valoración de cómo está quedando el producto solicitado, con la flexibilidad de que el propio cliente pueda expresar sus "No conformidades" con el producto y sugerir cambios, lo cual debe ser documentado por los desarrolladores para una posterior solución.

3.2.1.3 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales

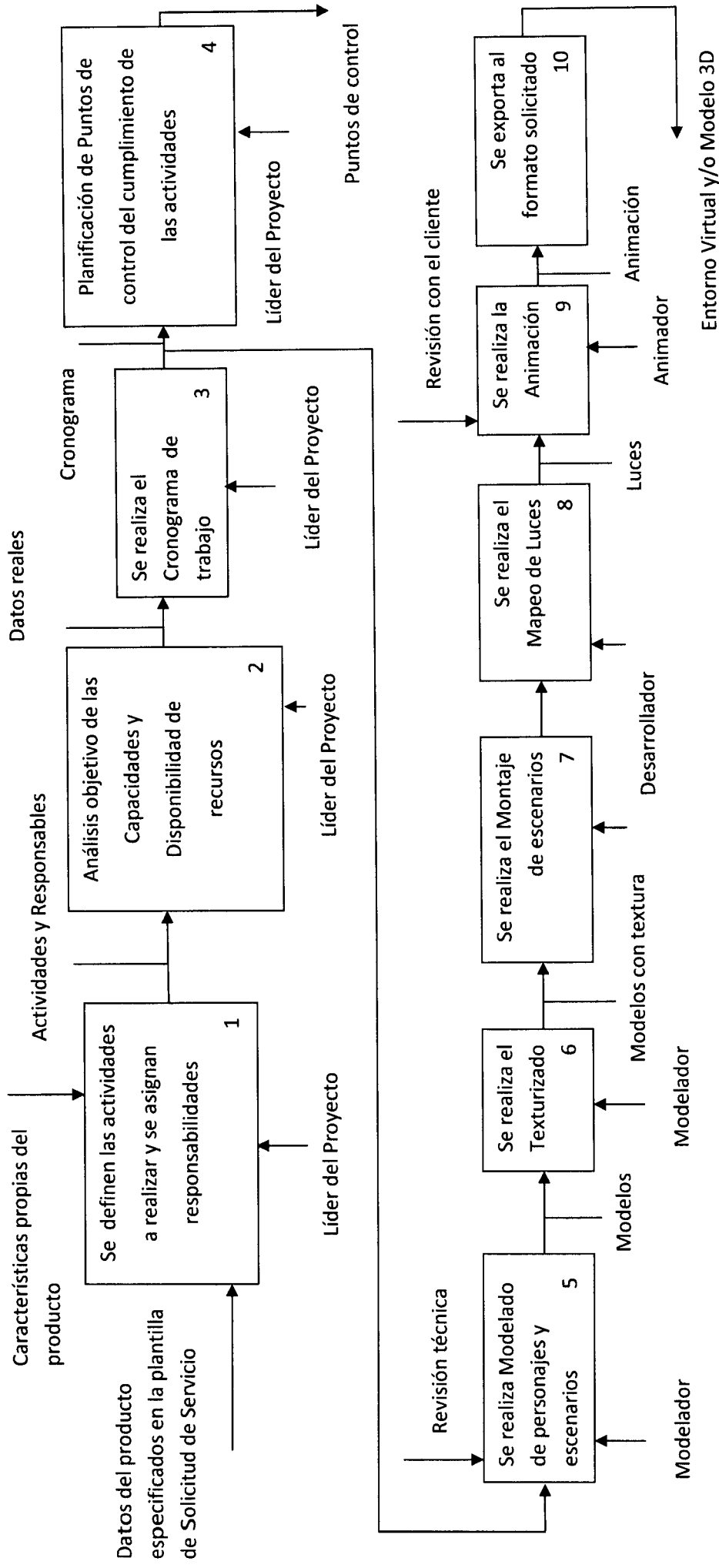


Fig. 3.3 Proceso de desarrollo de entornos virtuales y modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales.

En la figura anterior, se propone un conjunto de actividades para ser introducidas durante el proceso de desarrollo de los entornos virtuales y modelos 3D definido en el epígrafe 2.5.3, con el objetivo de asegurar la calidad y lograr una mayor organización en la ejecución de dichos procesos de desarrollo.

Partiendo de la solicitud de un servicio de entorno virtual y/o modelado 3D por parte de un cliente, el equipo de desarrollo debe realizar las siguientes actividades, además de las definidas en el epígrafe antes mencionado (2.5.3):

✓ *Definición de las principales actividades y Asignación de responsabilidades.*

Al comenzar cada sub-proyecto, deben definirse las principales actividades a realizar durante todo el proceso de desarrollo, así como determinar cuáles de ellas son críticas y establecer sus prioridades. Además, debe asignarse un responsable por cada actividad.

✓ *Análisis de las capacidades y disponibilidad de recursos.*

El análisis de las capacidades del proyecto en cada momento en cuanto a recursos humanos y tecnológicos es de vital importancia, pues en dependencia de esto será el tiempo de duración que debe asignarse a la ejecución de cada actividad dentro del proceso de desarrollo.

✓ *Planificación de puntos de revisión del cumplimiento de las actividades.*

Conjuntamente con la elaboración del cronograma de trabajo se deben planificar puntos de control para chequear el nivel de cumplimiento de cada actividad, atendiendo a parámetros previamente establecidos (pueden planificarse auditorías), con el objetivo de conocer el avance del proyecto en cada período y tener una medida del por ciento de tareas terminadas, retrasadas y no concluidas.

✓ *Revisión técnica.*

La revisión técnica debe ser realizada por parte de un equipo especializado dentro del propio proyecto, como se dijo en el epígrafe anterior, con el propósito de medir el cumplimiento de los parámetros especificados por el cliente inicialmente y verificar si los modelos o entornos virtuales cuentan con la calidad técnica requerida. Según la evaluación emitida sobre los modelos y/o entornos revisados se pasará a la fase de texturizado o no.

✓ *Revisión con el cliente.*

La revisión con el cliente se debe efectuar justo antes de exportar el modelo y/o entorno al formato solicitado. En este punto, se comprueba la satisfacción del cliente con respecto al producto desarrollado. (Es necesario tener en cuenta la plantilla de solicitud de servicio). En caso de existir alguna no conformidad por parte del cliente durante el la revisión, la misma debe ser documentada para una posterior solución por parte del equipo de trabajo.

En la figura mostrada anteriormente, se define un grupo de tareas para ser ejecutadas dentro del proceso de desarrollo de los entornos virtuales y /o modelos 3D para Juegos con el fin de mejorar la ejecución, calidad y organización de dicho proceso de desarrollo de *software*.

Las dos sub-procesos fundamentales dentro del proceso de desarrollo de entornos y/o modelos 3D para Juegos son:

- ✓ *Modelado del Juego.*
- ✓ *Cinemática del Juego.*

Ambos sub-procesos son independientes, es decir que la ejecución de uno no depende de la ejecución del otro, salvo en algunas ocasiones donde el cliente desea que la cinemática del juego sea realizada a partir de los modelos del juego. Es decir, el modo de ejecutar ambos sub-procesos dependerá de las características del producto solicitado, teniendo en cuenta las necesidades del cliente.

Tal como se describió en el epígrafe 2.5.4.1, el proceso de desarrollo de los entornos y/o modelos 3D para Juegos, comprende los dos procesos descritos anteriormente, es decir el sub-proceso de "*Modelado del Juego*", que no es más que el proceso que se lleva a cabo para desarrollar los entornos virtuales y/o modelos 3D para Simuladores y Paseos Virtuales; y el sub-proceso de "*Cinemática del Juego*", que es el proceso de desarrollo descrito para los Videos 3D; con la salvedad de que ahora se le introducen las siguientes actividades que han sido descritas en los epígrafes anteriores:

- ✓ *Definición de las principales actividades y Asignación de Responsabilidades.*
- ✓ *Análisis de las capacidades y disponibilidad de recursos.*
- ✓ *Revisiones técnicas.*
- ✓ *Revisiones con el cliente.*

3.2.2 Principales actividades de Aseguramiento de la Calidad para el proyecto

Seguidamente se propone un conjunto de actividades con vistas a lograr el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* del proyecto, teniendo como premisa

fundamental que la ejecución de procesos de desarrollo con calidad conduce a la creación de productos de alta calidad.

El Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* es necesario para garantizar que se cumplen a cabalidad las especificaciones de los clientes. Como paso inicial, la dirección del proyecto debe crear un ambiente de trabajo en el cual todos los miembros del equipo de desarrollo se sientan involucrados, comprometidos y responsables en sí mismos del proceso aseguramiento de la calidad, donde cada integrante sea responsable de la calidad de su trabajo. A continuación se relacionan las principales actividades de Aseguramiento de la Calidad que se proponen para ser aplicadas dentro del proyecto:

1. *Conformar el Grupo de Aseguramiento de la Calidad del proyecto.*

Objetivo: Conformar el Grupo de Aseguramiento de la Calidad (GAC) del proyecto y realizar la asignación de responsabilidades a cada uno de sus miembros.

Responsable: Esta actividad debe ser realizada por el Líder del Proyecto, el cual debe tener en cuenta los conocimientos existentes entre los miembros del equipo sobre los temas relacionados con la calidad, así como las prioridades y la disponibilidad de los mismos dentro del proyecto.

Entrada: Análisis de las potencialidades de cada uno de los integrantes del proyecto.

Salida: Conformación del GAC del proyecto.

Etapas en las que se aplica: Esta actividad debe realizarse sólo una vez, por ejemplo, previo al comienzo de un nuevo sub-proyecto. Aunque el GAC puede ser modificado atendiendo a las necesidades específicas de un momento determinado.

Descripción: La misión del GAC será la de supervisar y garantizar la calidad de los procesos de desarrollo de cada sub-proyecto, desde su fase de inicio hasta la consecución y entrega del producto final, así como verificar el ajuste a los procesos definidos.

Este grupo debe encargarse además, de elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad por cada producto a desarrollar, así como establecer las políticas de calidad y planificar las revisiones a realizar correspondientes al proceso. Además debe proyectar:

- ✓ Evaluaciones a realizar.
- ✓ Estándares que se pueden aplicar al proyecto.
- ✓ Documentos producidos por el Grupo de Aseguramiento de la Calidad.

En concordancia con esto, la asignación de responsabilidades a cada uno de los miembros del grupo debe realizarse teniendo en cuenta los roles definidos por la Dirección de Calidad de *Software* de la UCI, los cuales se muestran a continuación:

- ✓ *Administrador de la Calidad.*
- ✓ *Planificador.*

2. *Elaborar un plan de capacitación para los integrantes del proyecto.*

Objetivo: Garantizar la superación intelectual de los integrantes del equipo de proyecto.

Responsable: Líder del Proyecto.

Entradas: Levantamiento de las principales necesidades del proyecto en cuanto a la preparación del personal en las diferentes técnicas usadas para el desarrollo de Videos 3D, Entornos Virtuales y Modelos 3D para Juegos, Simuladores y Paseos Virtuales.

Salida: Plan de Capacitación.

Etapas en la que se realiza: Puede realizarse en cualquier período dentro del ciclo de vida del proyecto atendiendo a las necesidades existentes en cada momento.

Descripción: La planificación de cursos de diferentes temáticas promueve el desarrollo cultural e intelectual del personal, lo que provoca que la realización de las tareas programadas sea más eficiente, y a la vez de más calidad. Por tanto, la dirección del proyecto debe organizar y gestionar la superación del equipo de trabajo, teniendo en cuenta las necesidades de cada momento y las exigencias de los clientes.

Además, resulta fundamental garantizar que los integrantes del GAC tengan acceso a matricular en cursos que aborden temas relacionados con la Calidad ofertados por la UCI o cualquier otra institución de renombre. En el Anexo #8, se presenta la propuesta de un "Plan de Capacitación" para los miembros del proyecto, el cual fue revisado y aprobado por el compañero Gadied Alejandro Carrero Sotolongo, Líder del Proyecto.

3. *Realizar el Plan de Calidad.*

Objetivo: Desarrollar el Plan de Calidad para cada producto a realizar y establecer los objetivos de la calidad a alcanzar.

Responsables: GAC y Líder del proyecto.

Entrada: Debe tener en cuenta las políticas de Calidad de la Facultad.

Salida: Plan de Calidad.

Etapas en la que se realiza: Antes de comenzar la elaboración de un nuevo producto.

Descripción: La realización del Plan de Calidad es una actividad muy importante, puesto que permite definir los objetivos de la calidad a alcanzarse en el desarrollo de cada producto, así como las prácticas, procesos, procedimientos, programas, métodos, recursos y todo el equipamiento necesario para alcanzar esos objetivos. Además, incluye los métodos e instrucciones de trabajo que deben aplicarse.

4. *Realizar la descripción del proceso de desarrollo con la participación de todo el equipo de desarrolladores.*

Objetivo: Constituir una guía para el desarrollo de cada nuevo producto.

Responsables: Líder del proyecto y GAC.

Entradas: Especificaciones del producto (o productos) a desarrollar.

Salida: Descripción del proceso de desarrollo a seguir durante la ejecución y desarrollo de cada sub-proyecto.

Etapa en la que se realiza: Al inicio de cada nuevo sub-proyecto, antes de comenzar la ejecución del mismo.

Descripción: Siendo éste un proyecto atípico, que no tiene una etapa de vida fijada y que por las características de los productos que desarrolla, carece de una metodología para la realización de los mismos; los miembros del proyecto conjuntamente con la dirección y el GAC deben definir el proceso de desarrollo antes de comenzar la ejecución de cada sub-proyecto. Lo cual debe ser revisado por el Grupo de Aseguramiento de la Calidad para garantizar que se ajusta a los estándares y a la política de calidad del proyecto.

5. *Realizar un Plan de Proyecto por cada producto a desarrollar.*

Objetivos:

- ✓ Definir los objetivos de la calidad a alcanzar por parte del equipo de desarrolladores
- ✓ Identificar y determinar las necesidades de los clientes.
- ✓ Establecer los puntos de control para verificar el estado del proceso.

Responsables: Líder del Proyecto y GAC.

Entradas: Características particulares del producto (o productos) a realizar.

Salida: Plan de Proyecto.

Etapa en la que se realiza: Antes de comenzar la ejecución de cada nuevo sub-proyecto.

Descripción: Un aspecto fundamental en la planificación del proyecto es la correcta elaboración y cumplimiento del cronograma de trabajo, lo cual incluye, entre otros aspectos, la planificación de las fechas de entrega y revisión de los productos, así como las entrevistas con el cliente a lo largo de todo el proceso.

La realización de esta actividad es de gran importancia y repercusión para la evolución futura del proyecto, pues es en el plan donde debe definirse el qué, el cómo, el quién y el cuándo se realizará cada actividad a llevar a cabo durante el ciclo de vida del proyecto. Así como la

asignación de los recursos necesarios y todas aquellas acciones que deben ejecutarse para alcanzar los objetivos planteados.

6. *Estimación del tiempo y costo por cada producto a realizar haciendo uso de técnicas probadas a estos efectos.*

Objetivo: Realizar una correcta estimación del tiempo de duración de cada actividad y costo, para así determinar el tiempo de duración estimado de cada sub-proyecto en general.

Responsable: Un miembro del equipo destinado a estos efectos.

Entrada: Actividades y tareas a realizar.

Salida: Estimación del tiempo de duración y costo de cada sub-proyecto.

Etapas en la que se realiza: Mientras se realiza el cronograma de trabajo para la ejecución de cada una de las actividades y tareas.

Descripción: Es imprescindible hacer una estimación correcta del tiempo requerido para la ejecución de cada actividad o tarea durante el desarrollo de cada sub-proyecto, para ello es necesario efectuar una adecuada estimación del volumen de trabajo del mismo. Por lo que es muy importante realizar un adecuado levantamiento de requisitos durante la etapa de inicio del proyecto. En el caso de la estimación del costo de cada producto debe tenerse en cuenta la fuerza de trabajo empleada y los recursos tecnológicos.

7. *Controlar la calidad del proceso de desarrollo.*

Objetivos:

- ✓ Evaluar el comportamiento real de la calidad.
- ✓ Comparar el comportamiento real con los objetivos de la calidad establecidos en los planes de Proyecto y Aseguramiento de la Calidad.
- ✓ Llevar a cabo alguna medida correctiva sobre las diferencias detectadas.

Responsable: GAC.

Entradas: Plan de Aseguramiento de la Calidad y Plan de Proyecto.

Salida: Informe de las actividades de Control de la Calidad.

Etapa en la que se realiza: A lo largo de todo el ciclo de desarrollo de cada sub-proyecto en fechas planificadas.

Descripción: Es importante que el GAC realice actividades para controlar la calidad de la ejecución de los procesos de desarrollo de *software* con el objetivo de comprobar si éstos se adaptan a lo planificado.

8. *Efectuar revisiones al proceso de desarrollo.*

Objetivos:

- ✓ Determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen las disposiciones establecidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- ✓ Identificar y documentar las desviaciones del proceso de desarrollo.

Responsable: GAC.

Entrada: Descripción del proceso de desarrollo a seguir de cada sub-proyecto.

Salida: Documento de las revisiones del proceso de desarrollo (puede ser documentado como parte de las "No conformidades").

Etapa en la que se realiza: En fechas planificadas dentro del ciclo de vida del desarrollo del producto (o los productos).

Descripción: Se debe planificar un programa para las revisiones al proceso de desarrollo, tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas a revisar, así como los resultados de las revisiones realizadas previamente. Además, se debe verificar que se han hecho las correcciones pertinentes e informar periódicamente los resultados del

trabajo a la dirección del proyecto. Se deben definir los criterios de las revisiones, el alcance, su frecuencia y metodología.

9. *Registrar las no conformidades y dar solución a las mismas.*

Objetivo: Registrar las “No conformidades” detectadas respecto al proceso de desarrollo o el producto y proponer una solución a cada una de las mismas.

Responsable: GAC y miembros del equipo de desarrollo.

Entrada: Descripción del proceso de desarrollo a seguir, así como los planes de Proyecto y Aseguramiento de la Calidad.

Salida: Registro de “No conformidades” y “Respuesta a No conformidades” (y deben ser documentadas en las platillas del mismo nombre proporcionadas por la Dirección de Calidad de Software de la UCI).

Etapas en la que se realiza: Durante los controles y revisiones al proceso de desarrollo, así como en las entrevistas con los clientes.

Descripción: En cada revisión realizada del proceso de desarrollo se deben documentar los incumplimientos, las no conformidades y garantizar la solución de las mismas; en caso de que alguna no pueda ser resuelta, debe quedar documentada.

10. *Recopilar y analizar las métricas del proceso.*

Objetivos: La mejora tanto del proceso como del producto. Además, de constituir una guía para la ejecución de sub-proyectos posteriores.

Responsable: GAC.

Entrada: El proceso de desarrollo y el conjunto de actividades que se realizan en cada sub-proyecto.

Salida: Métricas del proceso (pueden ser recogidas mediante un documento).

Descripción: Las métricas ayudan a evaluar y medir los proyectos y sirven de punto de referencia para la aplicación de estándares, procedimientos, guías y control de calidad. Por tanto, se propone utilizar métricas para desarrollar estrategias que mejoren el proceso de desarrollo y, como consecuencia, mejoren la calidad del producto final. Así como la preparación de los miembros del proyecto.

11. *Coordinar el control y la gestión de cambios.*

Objetivo: Implementar un mecanismo para coordinar el control y la gestión de cambios

Responsable: GAC.

Entrada: Versiones de los elementos del trabajo.

Salida: Sistema de Gestión de Configuración del proyecto.

Etapa en la que se realiza: Durante todo el proceso de desarrollo de cada sub-proyecto.

Descripción: La gestión de configuración es una actividad de protección que debe realizarse durante todo el proyecto, la cual permite llevar a cabo un control de cambios organizado.

12. *Realizar registros sobre las actividades de Aseguramiento de la Calidad llevadas a cabo en cada proyecto.*

Objetivo: Mantener registros de las actividades de Aseguramiento de la Calidad realizadas en sub-proyectos anteriores que permitan una retroalimentación directa en la realización de los nuevos productos.

Responsable: GAC.

Entradas: Actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Salida: Registro de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Etapa en la que se realiza: Puede ser al final del desarrollo de cada sub-proyecto o a medida que se vayan realizando. Debe quedar documentada en un apartado que debe ser destinado a estos efectos.

Descripción: Es necesario que el grupo de Aseguramiento de la Calidad del proyecto realice los registros de las actividades que se ejecuten en este sentido en el proyecto en cada momento, para tener una constancia de las actividades que se realizan para garantizar la calidad de los procesos de desarrollo dentro del proyecto y así proporcionar mejoras futuras al proceso.

13. *Crear un mecanismo de retroalimentación con el cliente.*

Objetivo: Permitir la comunicación fluida entre clientes y desarrolladores para lograr un mejor entendimiento y satisfacción de las necesidades de los clientes.

Responsables: Líder del Proyecto y desarrolladores.

Entradas: Entrevistas y reuniones planificadas con los clientes.

Salidas: Mejor comunicación entre las partes (equipo de desarrollo y clientes).

Etapa en la que se realiza: Desde que comienza el proceso de solicitud de servicio al proyecto y del proceso de desarrollo

Descripción: La dirección del proyecto, contando con el apoyo del GAC, debe crear un modo de interrelación y retroalimentación con el cliente donde fluya la comunicación positivamente con el objetivo de desarrollar productos de alta calidad, donde el cliente en cada momento pueda reflejar sus criterios, pero siempre rigiéndose por las especificaciones presentadas en la solicitud de servicio al proyecto.

3.2.2.1 Aseguramiento de la Calidad del proceso con CMMI

Unido al conjunto de actividades para la Garantía de Calidad expuestas en el epígrafe anterior, se propone la aplicación en el proyecto del área de proceso de Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto del modelo CMMI, que, como su nombre lo indica, incluye

la garantía de calidad no solo para el proceso sino también para el producto. Proporcionando una visión objetiva al personal y a la dirección del proyecto sobre los procesos y productos, mediante la evaluación objetiva de los mismos.

Esta área de proceso contiene un conjunto de prácticas específicas para lograr la calidad tanto para el proceso como para el producto; estable cómo realizar las evaluaciones, cómo comunicar y garantizar las solución de las “No conformidades” detectadas durante las revisiones. Es muy factible para crear una retroalimentación entre el personal del proyecto y la dirección sobre los resultados de las actividades de Aseguramiento de la Calidad.

Sugiere el establecimiento de una política organizacional para la planificación y ejecución de las actividades de Aseguramiento de la Calidad y hace énfasis asignación de responsabilidades.

3.3 Plan de Proyecto

El Plan de Proyecto, como se mencionó en el epígrafe anterior, constituye una de las actividades principales y críticas a realizar antes de comenzar la ejecución de cualquier sub-proyecto. Las especificaciones dadas por la Dirección de Calidad de *Software* de la UCI para la realización del Plan de Proyecto (ver: <http://calidadsoft.prod.uci.cu/>), no se ajustan a las características y necesidades del proyecto por las peculiaridades de los productos que se realizan dentro del mismo, por lo que en el Anexo #9, se propone una plantilla para la realización del “Plan de Proyecto”, como resultado de la modificación y adaptación de la plantilla de Plan de Proyecto dada por la Dirección de Calidad de *Software* de la Universidad a las características y necesidades del proyecto de Diseño de la Facultad 5.

3.4 Plan de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto de Diseño

La elaboración del Plan de Aseguramiento de la Calidad es una de las actividades fundamentales que debe realizar el Grupo de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, a estos efectos, la Dirección de Calidad de *Software* de la UCI ha establecido una plantilla que contiene una serie de lineamientos para la elaboración de dicho plan (ver: <http://calidadsoft.prod.uci.cu/>), lo que en su mayoría no se ajusta a las características del proyecto, como se mencionó en el epígrafe anterior, por las peculiaridades de los productos que se realizan dentro del mismo. En el Anexo #10, se

presenta una propuesta de plantilla de Plan de Aseguramiento de la Calidad con las modificaciones pertinentes para ser aplicada en el proyecto de Diseño de la Facultad 5.

3.5 Validación de la Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del Proyecto de Diseño de la Facultad 5

La propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del proyecto de Diseño de la Facultad 5 presentada en este capítulo, se realizó en respuesta a las necesidades de dicho proyecto de garantizar la calidad de sus procesos de desarrollo de *software* para así elaborar productos de mayor calidad, dado que el proyecto brinda servicios a otros proyectos de la Facultad 5 que tendrán gran impacto en la esfera nacional cubana por los novedosos productos que se encuentran desarrollando.

La propuesta fue revisada por el Líder del Proyecto, el compañero Gadied Alejandro Carrero Sotolongo, que a continuación brinda su valoración sobre la misma:

“La propuesta cumple con lo solicitado a las estudiantes, agregando soluciones eficientes, que permitirán en gran medida hacer que se trabaje con mayor calidad y eficiencia. Además, se realizó una correcta definición y descripción de los principales procesos que se ejecutan dentro del proyecto

Por solo comentar algunas de las ideas más interesantes vistas, es muy acertada la actividad de conformar el Grupo de Aseguramiento de la Calidad del proyecto, con personal del mismo proyecto, puesto que este grupo permitirá regular la calidad del producto y del proceso al mismo tiempo. Por otra parte, buscar la forma de medir de manera precisa el tiempo y costo del producto es otro de nuestros retos, y es algo muy importante ya que permite ponerle un precio justo a lo que hacemos. La sugerencia de aplicar esta propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del proyecto será tomada en cuenta de inmediato”.

Gadied Alejandro Carrero Sotolongo.

Ing. Telecomunicaciones y Electrónica, graduado de la Universidad Central de las Villas.

Profesor Instructor de la Universidad de las Ciencias Informáticas con cuatro años de experiencia.

Para la validación de la propuesta se utilizó el método "Delphi", que no es más que un método para la estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema completo [53]. Además, constituye un procedimiento simple, fácilmente aplicable en el marco de una consulta a expertos

Se realizó la selección de un grupo 7 de expertos a los que se les preguntó su opinión sobre un conjunto de cuestiones referentes a la propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del proyecto presentada en este capítulo, mediante el cuestionario elaborado. Para la respuesta a las preguntas se contemplan las siguientes categorías: Excelente (1), Muy bien (2), Bien (3), Regular (4) y Mal (5). En el caso de una pregunta específica sus criterios de evaluación son: Sí (1), No (2) y Parcialmente (3).

Las cuestiones abordadas con los expertos referentes a la propuesta se muestran en la tabla siguiente:

Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Σai
¿Considera Ud. que los principales procesos que se ejecutan en el proyecto fueron definidos y descritos correctamente?	3	1	3	1	1	1	2	12
¿Cree Ud. que la Propuesta se adapta a las características del proyecto, además de responder a las necesidades de éste?	2	2	3	1	1	2	1	12
¿Cree Ud. útil el uso de las plantillas presentadas en la propuesta?	1	1	1	1	1	1	1	7
¿Las actividades de Aseguramiento de la Calidad son claras y están bien argumentadas?	3	2	4	1	1	1	2	14

Tabla 1.1 Evaluación de los expertos.

Según la opinión de los expertos, se realizó una correcta definición y descripción de los principales procesos de desarrollo de *software* que se ejecutan en el proyecto. Además, el uso de las plantillas elaboradas para el desempeño del proyecto, tanto para el proceso de

solicitud de servicio como para la elaboración de los planes de Aseguramiento de la Calidad y Plan de Proyecto, constituyen recursos de gran utilidad. Aunque se sugiere argumentar con mayor especificidad las actividades de Aseguramiento de la Calidad propuestas para el proyecto.

Conclusiones

- ✓ Es de vital importancia garantizar la calidad del proceso de desarrollo de *software*, puesto que la calidad del producto está directamente condicionada por la calidad del proceso de desarrollo.
- ✓ Se realizaron las tareas planteadas para la ejecución de la investigación.
- ✓ Mediante el estudio del proyecto se logró definir, describir y documentar los principales procesos de desarrollo del mismo, por lo que el presente trabajo puede ser tomado como parte de la documentación del proyecto.
- ✓ Se logró materializar una propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del proyecto.

Recomendaciones

- ✓ Aplicar la propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de *software* del proyecto.
- ✓ Continuar el estudio del las actividades de Aseguramiento de la Calidad enfocándose al producto.

Bibliografía consultada

1. **Álvarez de Z, Carlos.** Metodología de la Investigación Científica.
2. **Hernández S, Roberto. Fernández C, Carlos. Baptisa L, Pilar.** Metodología de la Investigación. Segunda Edición.
3. **Stoner, James.** Administración.
4. **Pressman, Roger S.** Ingeniería de Software: Un enfoque práctico. Quinta Edición.
5. **Juran, Joseph.** Juran y la calidad por el diseño.
6. **ISO/IEC.** ISO/IEC 12207 Procesos del Ciclo de Vida del Software.
7. **ISO.** ISO 9004:2000 Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para la mejora del desempeño.
8. **IEEE.** IEEE Std 730-1998 Standard for Software Quality Assurance Plans.
9. **Carnegie Mellon University/Software Engineering Institute.** CMMI for Development. Versión 1.2
10. **Capuz R, Salvador. Gómez-Senent M, Eliseo. Torrealba L, Álvaro. Ferrer G, Pablo. Gómez N, Tomás. Vivancos B, José L.** *Cuaderno de Ingeniería de proyectos III: Dirección, Gestión y Organización de Proyectos.*

Referencias bibliográficas

1. La informatización en Cuba. Disponible en:
http://www.cubaminrex.cu/Sociedad_Informacion/Cuba_TIC/Informatizaci%C3%B3n.htm
2. Introducción a la calidad. Disponible en:
<http://profesores.sanvalero.net/~w0172/Calidad%2520de%2520Software/IntroduccQ.do>
3. La calidad como factor diferenciador en la fabricación de *software*. Disponible en:
[http://www.procuno.com/users/taller/Presentaciones/041107Ponencia\(Taller%20Soft\)\(Rev%202\).doc](http://www.procuno.com/users/taller/Presentaciones/041107Ponencia(Taller%20Soft)(Rev%202).doc)
4. Calidad. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad>
5. *Software Engineering Glossary*. Disponible en:
<http://www.synspace.com/EN/Start/glossary.html>
6. Calidad del *Software*. Disponible en:
http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF
7. Introducción a la calidad de *software*. Disponible en:
<http://web.frm.utn.edu.ar/liredat/docs/Introduccion%20a%20la%20Calidad%20de%20Software%20Vazquez.pdf>
8. Breves notas sobre la Medición de los Atributos Externos del *Software*. Disponible en:
<http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/mmis/externas.htm>
9. Fernández Carrasco, Oscar M. García León, Delba. Beltrán Benavides, Alfa Un enfoque actual sobre la calidad del software. Disponible en:
http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm
10. Modelos de buenas prácticas en el ámbito de los gobiernos locales. Integración de buenas prácticas en el servicio (calidad), medioambiente y prevención. Disponible en:
<http://www.famp.es/famp/programas/especificos/prevenlo/documentos/GESTION%20INTEGRADA.ppt>
11. Ruiz Carreira, Mercedes. Ramos Román, Isabel. Toro Bonilla, Miguel. Marco dinámico integrado para la mejora de los procesos *software*. Disponible en:
<http://J:www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/dinamw.doc+calidad+de+software+persigue+objetivos&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=cu>
12. Proceso de desarrollo de *software*. Disponible en:
<http://xherrerera334.blogspot.es/>
13. Glosario de términos relacionados con la Calidad en la UG. Disponible en:
<http://usic13.ugto.mx/calidad/archivos/Glosario.pdf>

14. Capuz Rizo, Salvador. Gómez-Senent Martínez, Eliseo. Torrealba López, Álvaro. Ferrer Gisbert, Pablo. Gómez Navarro, Tomás. Vivancos Bono, José Luis. *Cuaderno de Ingeniería de proyectos III: Dirección, Gestión y Organización de Proyectos*. Disponible en: http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=1D4QH_SoOMIC&oi=fnd&pg=PA47&dq=%EF%83%BC%
15. La ISO 8402. Disponible en: <http://ver.megared.net.mx/~jccz/iso8402.html>
16. IEEE Guide Adoption of PMI Standard. A Guide to the Project Management Body of Knowledge.
17. Glosario de Calidad. Disponible en: <http://www.armada.mil.co/index.php?idcategoria=274787#>
18. Joseph, Juran. Juran y la calidad por el diseño. Disponible en: <http://books.google.es/books?id=fURB60QH1RYC&pg=PA350&dq=juran+y+la+gesti%C3%B3n+de+la+calidad+de+proyecto&sig=Of89btXxUYbjK9STRs0SSVRiet0#PPA22,M1>
19. ISO 9004-1 1994. Guidelines for Managing Quality System Elements. Disponible en: <http://praxiom.com/iso-9004-1a.htm>
20. González Arechavala, Yolanda. De Cuadra García, Fernando. Calidad del Software (I). Disponible en: [https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php%3Fid%3D832+calidad+de+software+\(1\)&hl=es&ct=clnk&cd=43&gl=cu](https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php%3Fid%3D832+calidad+de+software+(1)&hl=es&ct=clnk&cd=43&gl=cu)
21. Introducción a la calidad. Disponible en: <http://www.navactiva.com/web/es/acal/doc/nociones/2003/05/14312.php>
22. Pressman, Roger. Ingeniería de Software: Un enfoque práctico. 1998.
23. Neuland Agüero, Dennis. Áreas del aseguramiento de la calidad. Disponible en: http://calidadsoft.prod.uci.cu/tmp/documentos/articulos/articulo_sqa.pdf
- 24 Auditoría de Calidad ISO 9000-2000. Disponible en: <http://andrespecho.blogspot.com/2007/10/auditoria-de-calidad-iso-9000-2000.html>
25. Auditorías de Calidad. Disponible en: <http://www.mgar.net/soc/isoaud.htm>
26. Conducción de la auditoría interna. Disponible en: <http://www.toolingu.com/definition-901200-5427-auditoria-del-proceso.html>
27. Auditorías de Calidad. Disponible en: <http://www.infocomarsa.net/biblioteca/Auditorias%20de%20calidad.ppt>
28. Control de la calidad de software. Disponible en: <http://www.qualitrain.com.mx/index.php/Procesos-de-software/Control-de-calidad-de-software.html>

29. Criterio, Indicador y Estándar. Disponible en:
<http://calidad.umh.es/curso/criterio.htm#4>
30. Guía orientativa para la definición de estándares de calidad. Disponible en:
<http://singenerodedudas.com/moodle/mod/resource/view.php?id=151>
31. La certificación de los procesos. Disponible en:
http://www.amerieiaf.org.mx/pdf/calidad_certificacion_procesos.pdf
32. Gestión de la Calidad. Disponible en:
http://www.cideal.org/images/catalogo/MG_Gestion_Calidad.pdf
33. Curso de Gestión de Calidad para laboratorios. Disponible en:
<http://www.paho.org/Spanish/AD/THS/EV/labs-CGC-MOD1.pdf>
34. ISO 9001:2000. Disponible en:
http://web.invoke.es/ficheros/0164/2258_1.pdf
35. Gestión de la Calidad ISO 9001. Disponible en:
http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_enfoque_procesos.html
36. Paz San Román, Alma de María. Propuesta de implementación de un sistema de calidad basado en la norma ISO 9001-2000 para una agencia de conferencistas. Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/paz_s_ad/capitulo2.pdf
37. Serrano, Miguel A. Conferencia CMMI en la UCI. Disponible en:
http://calidadsoft.prod.uci.cu/index.php?option=com_content&view=section&id=5&Itemid=24
38. Calidad. Disponible en:
http://www.sip.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=151
39. Quiñones A, Ernesto. Modelos de Calidad de *Software* y *Software Libre*. Disponible en:
http://www.eqsoft.net/presentas/modelos_de_calidad_y_software_libre.pdf
40. Mejora de procesos: La evolución natural. Disponible en:
<http://www.als-es.com/home.php?location=recurso/articulos/mejora-procesos-cmmi>
41. De la Villa, Manuel. Ruiz, Mercedes. Ramos, Isabel. Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo. Disponible en:
<http://www.sc.ehu.es/jjwdocoj/remis/docs/DelaVillaadis2004.doc>
42. Evaluación y mejora de procesos. Disponible en:
<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/Calidad/capitulo08.ppt>
43. SPICE. Disponible en:
<http://www.usm.edu.ec/abedini/spice/spicess.htm>

44. De Amescua, Antonio. Lloréns, Juan. García, Ángel. SPICE: Un marco para la evaluación de procesos de *software*. Disponible en:
<http://www.ie.inf.uc3m.es/grupo/Investigacion/LineasInvestigacion/Articulos/spice.doc>.
45. NC ISO/IEC 12207: 2005.
46. Jack Fleitman. Cómo implantar y evaluar un Modelo de Calidad. Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/modcalidad.htm>
47. CMMI for Development, Version 1.2. Disponible en:
http://calidadsoft.prod.uci.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=26:cmmi&catid=12:normas-y-estandares-internacionales&Itemid=24
48. La Torre Hernández, Ludisley. Cepero Núñez, Mariela. Propuesta de Métricas para perfeccionar la Gestión de la Calidad en los Procesos de Desarrollo de Software. Disponible en: http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0499_07.pdf
49. Tabasco Reyes, Perla Mailen. Marrero Machín, Yadira. Procedimiento para el control y aseguramiento de la calidad en los flujos trabajo Modelación del Negocio y Requerimientos de los proyectos de software de la Facultad 2 de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Disponible en: http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0394_07.pdf
50. González Doria, Heidi. Las Métricas de Software y su Uso en la Región. Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/gonzalez_d_h/capitulo2.pdf
51. Salazar, Enma E. Salazar, Manuel F. Métricas de Proceso y Proyecto. Disponible en:
http://eva.utpl.edu.ec:8080/dspace/bitstream/123456789/990/1/Metricas%20de%20Proceso%20y%20Proyecto_final.pdf.
52. Bonillo, Pedro. *Business Process Management with the use of Patterns Methodology*. Disponible en: <http://www.tecsi.fea.usp.br/Revistatecsi/edicoesanteriores/v03n02-2006/v03n02-2006/a04v03n02/v3n2a4.htm>
53. Astigarraga, Eneko. El Método Delphi. Disponible en:
http://www.codesyntax.com/prospectiva/Metodo_delphi.pdf

Glosario de términos

ICSW: Industria Cubana del *Software*.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

UNE: Una Norma Española.

IBM: *International Business Machines*.

IEC: *International Electrotechnical Comisión*.

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*.

ISO: *International Organization for Standardization*.

PMI: *Project Management Institute*.

SQA: *Software Quality Assurance*.

GAC: Grupo de Aseguramiento de la Calidad

SPICE: *Software Process Improvement and Capability Determination*.

CMMI: *Capability Maturity Model Integration*.

Engine: un *engine* o motor de render es un programa que realiza determinados cálculos relacionados con los materiales, objetos, luz, y otros; a fin de obtener cierto resultado. Este programa generalmente está integrado a alguna aplicación (como 3DS Max por ejemplo). Existe una gran variedad de Motores de Render. Dentro de los más conocidos están: Vray, MentalRay, entre otros. Estos motores de render buscan normalmente obtener una imagen con el máximo de realismo posible, lo que se logra con el uso de materiales, luces y parámetros especiales para cada uno de estos motores. La diferencia entre cada uno de los motores de render, dependerá de cómo sea manejado, algunos proveen menor tiempo de render, otros mejor calidad, etc.

Story Boards : los *Story boards* son ilustraciones mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para entender una historia, pre visualizar una animación o seguir la estructura de una película antes de realizarse o filmarse.

Modelo 3D: un modelo 3D puede verse de dos formas distintas. Desde un punto de vista técnico, es un grupo de fórmulas matemáticas que describen un mundo en tres dimensiones. Desde un punto de vista visual, valga la redundancia, un modelo en 3D es un representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados (renderización), se convertirán en una imagen en 3D o una animación 3D.

Video: un video es, una captura, grabación, almacenamiento, y reconstrucción de una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento. La tecnología de video fue desarrollada por primera vez para los sistemas de televisión, pero se ha reforzado en muchos formatos para permitir la grabación de video de los consumidores y que además el video puede ser visto a través de Internet. La calidad del vídeo depende esencialmente del método de captura y de almacenamiento utilizado

Video 3D: secuencia de imágenes en perspectiva generadas completamente a partir de *software* orientados a la realización de de modelado de objetos en tres dimensiones en un ordenador.

Anexos

Anexo 1. La ISO 8402

La norma ISO 8402 ofrece un conjunto de definiciones o conceptos relacionados con la Calidad que son de vital importancia, y conocimiento obligado para el desempeño de las organizaciones que deseen insertarse en el mercado mundial actual con el objetivo de ofrecer productos o servicios de alta calidad.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas.

Producto: Es el resultado de un proceso.

Procedimiento: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Proyecto: Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.

Conformidad: Cumplimiento de los requisitos especificados.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito especificado.

Verificación: Confirmación del cumplimiento de los requisitos especificados por medio del examen y aporte de evidencia objetiva. *International Organization for Standardization*

Validación: Confirmación del cumplimiento de los requisitos particulares para un uso intencionado propuesto por medio del examen y aporte de evidencia objetiva.

Política de Calidad: Directrices y objetivos generales de una organización concernientes a la calidad los cuales son formalmente expresados por la alta dirección.

Planeación de la Calidad: Son las actividades que determinan los objetivos y requisitos para la calidad, así como los requisitos para la implementación de los elementos del sistema de calidad.

Control de Calidad: Son las técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.

Aseguramiento de la Calidad: Son todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos.

Gestión de la Calidad: Es una estrategia organizativa y un método de gestión que hace participar a todos los empleados y pretende mejorar continuamente la eficacia de una organización en aras de satisfacer las necesidades del cliente.

Calidad Total: Es una estrategia de gestión cuyo objetivo es que la organización satisfaga de una manera equilibrada las necesidades y expectativas de los clientes, de los empleados, de los accionistas y de la sociedad en general.

Sistema de Calidad: Es la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

Auditorías de Calidad: Análisis sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen las disposiciones establecidas y si estas son implantadas eficazmente y son apropiadas para alcanzar los objetivos.

Mejoramiento de la Calidad: Son las acciones tomadas en todas las organizaciones para incrementar la efectividad y la eficiencia de las actividades y los procesos, a fin de proveer beneficios adicionales, tanto para la organización como para sus clientes.

Plan de Calidad: Es un documento que establece las prácticas relevantes específicas de calidad, los recursos y secuencia de actividades pertenecientes a un producto, proyecto o contrato particular.

Evaluación de la calidad: Un análisis sistemático con el fin de determinar en que medida un elemento es capaz de satisfacer los requisitos especificados.

Supervisión de la calidad: Supervisión y verificación continua del estado de un elemento y el análisis de los registros para asegurar que los requisitos especificados están siendo cumplidos.

Anexo 2. Niveles de Capacidad de CMMI

Los 6 niveles definidos en CMMI para medir la capacidad de los procesos son:

Nivel 0 - Incompleto: El proceso no se realiza, o no se consiguen sus objetivos.

Nivel 1 - Ejecutado: El proceso se ejecuta y se logra su objetivo.

Nivel 2 - Gestionado: Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.

Nivel 3 - Definido: Además de ser un proceso "gestionado" se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa.

Nivel 4 - Cuantitativamente gestionado: Además de ser un proceso "definido" se controla utilizando técnicas cuantitativas.

Nivel 5 - Optimizado: Además de ser un proceso "cuantitativamente gestionado" de forma sistemática se revisa y modifica para adaptarlo a los objetivos del negocio.

Anexo 3. Niveles de Madurez de CMMI

Los 5 niveles que define CMMI para calificar la madurez de una organización son:

Nivel 1 - Inicial: Los procesos se caracterizan por su estado caótico. La organización no suele proporcionar un entorno estable para apoyar los procesos. Se definen pocos procesos, y el éxito depende del esfuerzo individual. No hay control sobre el estado del proyecto, el desarrollo del proyecto es completamente opaco. Con frecuencia las organizaciones superan sus presupuestos, no cumplen sus horarios y tienden al abandono de los procesos en un momento de crisis. Incapacidad para repetir sus éxitos.

Nivel 2 - Gestionado: La principal diferencia entre este nivel y el anterior es que el proyecto es gestionado y controlado durante el desarrollo del mismo. Los procesos se planifican y ejecutan conforme a la política del proyecto. El éxito de los resultados obtenidos se puede repetir. El desarrollo no es opaco y se puede saber el estado del proyecto en todo momento.

Nivel 3 - Definido: Los procesos se gestionan de manera más activa utilizando una comprensión de las interrelaciones de las actividades del proceso y medidas detalladas del proceso, sus productos y servicios. Los procesos están bien caracterizados y comprendidos, y se describen las normas, procedimientos, herramientas y métodos. Las actividades de gestión y de ingeniería se documentan, se estandarizan y se integran dentro de un proceso de *software* de toda una organización.

Nivel 4 - Cuantitativamente Gestionado: Se recopilan medidas detalladas del proceso de *software* y de la calidad del producto. Mediante la utilización de medidas detalladas, se comprenden y se controlan cuantitativamente tanto los productos como el proceso del *software*. En este nivel se incluyen todas las características definidas para el Nivel 3.

Nivel 5 - Optimizado: Mejora continuamente sus procesos sobre la base de una comprensión cuantitativa de las causas comunes de la variación inherente a los procesos mediante una retroalimentación cuantitativa del proceso, ideas y tecnologías innovadoras se posibilita una mejora del proceso.

Para que una organización se encuentre en un determinado nivel es necesario cumplir con todas las actividades definidas para ese nivel y los anteriores.

Anexo 4. Proyectos a los cuales se les presta servicio actualmente

A continuación se presenta la descripción de los proyectos a los cuales el Proyecto de Diseño de la Facultad 5, brinda servicios actualmente.

Simulador Quirúrgico

El simulador quirúrgico es un proyecto multidisciplinario. Su desarrollo fue concebido en cuatro etapas donde se obtendrán ejercicios de entrenamiento para cirujanos de mínimo acceso, con mayor grado de dificultad y alto nivel de realismo, según la etapa desarrollada, hasta el punto que el médico tendrá la posibilidad de planificar y repasar virtualmente una operación con modelos 3D generados a partir de información real del paciente obtenido por equipos TAC o MRI. El proyecto vincula varias líneas de investigación de la realidad virtual donde se debe profundizar y lograr resultados en temáticas novedosas para el país.

Juegos CNEURO

El producto que se desarrolla es un juego para la intervención de la "discalculia" en escolares de 6to grado. Se espera que con este producto mejore la afectación que presentan estos niños, además de que los que no la padecen pueden utilizarlo como material de estudio. Existe una demanda de intervención entre un 3% y un 6% de los escolares cubanos con Discalculia del Desarrollo. Este trastorno del aprendizaje no es susceptible de mejorar con intervención pedagógica, pues sus causas son de origen biológico. No existen vías para potenciar las capacidades numéricas en escolares en edades tempranas del desarrollo. En el mundo esta situación se comporta de manera muy similar a la de Cuba. Estos juegos tendrán entornos atractivos, con lo cual se lograría una mayor motivación de los niños. En un futuro se piensa desarrollar un juego para cada uno de los grados de escolaridad primaria, desde 1ero al 5to.

Rehabilitación

El producto que se desarrolla es una aplicación para la rehabilitación de personas discapacitadas que pueden tener alteraciones de las funciones sensoriales, motoras y mentales. Con el vertiginoso desarrollo tecnológico contemporáneo y el marcado avance en las ciencias de la Matemática y de la Informática Gráfica, entre otras, ha surgido una nueva oportunidad para la reeducación de personas discapacitadas, fundamentada en la Informática o Rehabilitación Computacional, incluyendo a la Realidad Virtual como una de las manifestaciones más novedosas para el entrenamiento en el aprendizaje de las funciones cognitivas. El objetivo central de este Proyecto es precisamente la investigación y el desarrollo tecnológico para introducir un nuevo recurso terapéutico en la reeducación de personas con alteraciones en las funciones sensitivas, motoras y mentales, fundamentado en la rehabilitación computacional, empleando la Realidad Virtual con técnicas de Biorretroalimentación.

Juegos de Consola

El proyecto surge ante la necesidad del Consejo de Estado de modernizar los parques de diversiones con la introducción de video-juegos capaces de proporcionar una sana recreación a los niños principalmente en el rango de 8 a 12 años de edad, el presente se limita a definir/ diseñar/ e implementar un entorno gráfico 3D en tiempo real con sonido

realista e interacción con el usuario para lograr la integración de un juego de conducción de automóviles que será instalado en el Parque Mariposa.

Anexo 5. Lista de chequeo de Aseguramiento de la Calidad

Aseguramiento de la calidad de los procesos.

Las letras **S** (si), **N** (no), **NP** (no procede) son utilizadas para indicar el estado en que se encuentran los puntos a evaluar.

1. Se evalúan objetivamente de los procesos.				
	S	N	NP	OBSERVACIONES
1.1		X		
1.2			X	
1.3			X	
1.4			X	
1.5		X		
1.6			X	
1.7			X	
1.8			X	
2. Se proporciona una visión objetiva.				
2.1				
2.1.1		X		
2.1.2		X		

2.1.3	Se tienen realizan los reportes de las evaluaciones.		X			
2.1.4	Se tienen identificadas las tendencias de la calidad.		X			
2.1.5	Se resuelve cada problema no conformidad encontrada con el personal mientras sea posible.	X				
2.1.6	Se tienen documentados los problemas de no conformidades cuando no pueden ser solucionados dentro del proyecto.		X			
2.1.7	Se analiza cada problema de no conformidad para detectar si existe alguna tendencia de calidad que pueda ser identificada.		X			
2.2.	Se establecen registros.					
2.2.1	Se tienen establecidos y se mantienen los registros sobre las actividades de aseguramiento de la calidad.		X			
2.2.2	Se tienen los registros de la evaluación.		X			
2.2.3	Se tienen informes del aseguramiento de la calidad.		X			
2.2.4	Se realizan informes sobre el estado de las acciones correctivas.		X			
2.2.5	Se tienen informes de las tendencias de la calidad.		X			

Anexo 6. Entrevista realizada al Jefe del Proyecto**Entrevista****Proyecto de Diseño de la Facultad 5**

Esta entrevista se realiza con el objetivo de conocer las características y el funcionamiento del Proyecto de Diseño de la Facultad 5, para identificar en qué estado se encuentra el proceso de Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo del mismo, por lo cual se solicita su cooperación.

Cargo que desempeña en el proyecto: _____

Rol que ocupa en el proyecto: _____

Sección 1. Descripción del Proyecto.

1. ¿Cuál es el propósito del Proyecto?

2. ¿Cuáles son los clientes del Proyecto?

3. ¿Cuántos estudiantes, profesores y trabajadores lo integran?

4. ¿Cuáles son las líneas de trabajo?

5. ¿Qué actividades realizan para la realización de los productos?

6. ¿Cuáles son los roles principales?

7. ¿Tienen las actividades distribuidas según los roles?

- Si No No se

8. ¿Se realiza la planificación de las actividades del Proyecto?

- Si No No se

9. ¿Utilizan herramientas de software? ¿Cuáles?

- Si No No se

De ser positiva la respuesta anterior menciónela(s).

10. ¿Utilizan alguna metodología para el desarrollo de los productos? Menciónela(s).

- Si No No se

De ser positiva la respuesta anterior mencione la metodología (s).

Sección 2. Necesidad de garantizar la Calidad de los *procesos de desarrollo de software* en el Proyecto.

1. ¿Enumere los pasos que tienen en cuenta para la realización de los productos (videos y entornos virtuales)?

¿Realizan algún tipo de guión?

Si No

¿Tienen en cuenta los colores

Si No

¿Tienen en cuenta el posicionamiento de la cámara?

Si No

¿Tienen en cuenta el tiempo?

Si No

¿Cuáles son las áreas críticas dentro del desarrollo de los productos?

¿Implementan algún tipo de mecanismo de retroalimentación con el cliente para saber si el producto obtenido es el esperado? ¿Cómo se controla esto?

¿Qué características debe tener un video o entorno virtual para que tenga calidad según su opinión?

2. ¿Realizan actividades para garantizar la calidad en el proyecto?

Si No

3. ¿Existe un encargado de realizar las actividades de aseguramiento de la calidad?

Si No

4. ¿Existe la documentación del proyecto?

Si No

5. ¿Está actualizada la documentación del proyecto?

Si No

6. ¿Existe en el proyecto personal con conocimientos sobre calidad?

Si No

Su colaboración ha sido de vital importancia en el desarrollo de esta investigación y ayudará en la elaboración de una "Propuesta de Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de software de su proyecto".

Anexo 7. Plantilla de Solicitud de Servicio al proyecto

Revisar documentación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Anexo 8. Plan de Capacitación

Revisar documentación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Anexo 9. Plantilla de Plan de Proyecto

Revisar documentación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.

Anexo 10. Plantilla de Plan de Aseguramiento de la Calidad

Revisar documentación del Proyecto de Diseño de la Facultad 5.