

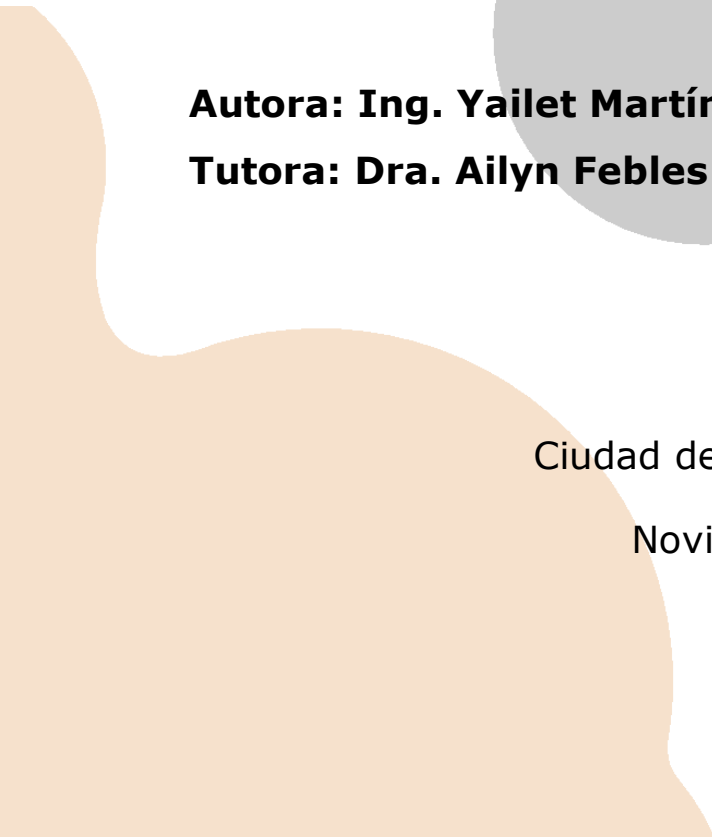
**Ministerio de la Informática y las Comunicaciones**  
**Universidad de la Ciencias Informáticas**

Trabajo para optar por el título de Máster en  
Gestión de Proyectos Informáticos

**Propuesta de proceso para el desarrollo de proyectos de  
Software Educativo en la Universidad de las Ciencias  
Informáticas**



**Autora: Ing. Yaillet Martínez Pérez**  
**Tutora: Dra. Ailyn Febles Estrada**



Ciudad de La Habana, Cuba  
Noviembre, 2009

## **Resumen**

El uso del software educativo, como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, ha ido ganando popularidad entre las distintas modalidades de aplicación de las tecnologías de información para ese fin. Es por ello que se impone la necesidad de garantizar la calidad de estos productos y para esto, como premisa, la existencia de un proceso de desarrollo establecido que permita hacer revisiones al mismo, lograr resultados repetibles, escalabilidad, mejora continua y experiencia acumulada; por lo que se define como objetivo del presente trabajo la propuesta de un proceso de desarrollo para los proyectos de software educativo, a partir de un análisis crítico de la bibliografía existente y la experiencia adquirida en el desarrollo de proyectos reales, que ayude a organizar y controlar el proceso.

En la propuesta constan una caracterización del proceso, la definición de las disciplinas y las actividades asociadas a estas, los roles y los artefactos que componen el modelo. Además, propone una estrategia para asegurar la calidad durante el proceso y en consecuencia, garantizar la del producto. Dicha propuesta, fue sometida al método Evaluación de Experto para su validación y obtuvo como resultado que la probabilidad de ser aplicado a los proyectos de desarrollo de SWE es alta, resaltando que tiene novedad científica y resultados destacados.

Este trabajo puede ser usando por el personal involucrado en el desarrollo de software educativo. También puede servir como base teórica para la definición de herramientas que permitan la automatización del proceso de desarrollo, o parte de este, de los proyectos de software educativo y como bibliografía para la docencia del segundo perfil o postgrado de la facultad afín.

## Índice de contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Fundamento teórico.....</b>	<b>7</b>
1.1 <i>El software educativo .....</i>	7
1.1.1    ¿Qué es SWE? .....	7
1.1.2    El SWE en el mundo .....	9
1.1.3    El SWE en Cuba .....	10
1.2 <i>La UCI en el desarrollo de SWE.....</i>	11
1.3 <i>El proceso de desarrollo software para el SWE .....</i>	13
1.3.1    Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) .....	13
1.3.2    Adaptando RUP para el desarrollo de Software Educativo.....	17
1.3.3    Metodología extendida para creación de software educativo desde una visión integradora.....	18
1.3.4    Modelo propuesto para el diseño y desarrollo multimedia con fines educativos.....	20
1.3.5    Modelo de desarrollo del Software Educativo en Cuba .....	22
1.3.6    Calidad en el SWE.....	23
1.4 <i>Conclusiones del capítulo.....</i>	24
<b>Capítulo 2. Proceso para el desarrollo de SWE .....</b>	<b>26</b>
2.1 <i>Premisas para el proceso.....</i>	26
2.1.1    RUP como metodología base.....	26
2.1.2    ¿Modelo de Negocio o Diseño Instruccional? .....	26
2.1.3    Nuevas disciplinas que se añaden al proceso .....	28
2.1.4    Condiciones de éxito.....	28
2.1.5    El ciclo de vida del proyecto .....	29
2.2 <i>¿Cómo se estructura el proceso?.....</i>	29
2.2.1    Modelado conceptual .....	30
2.2.2    Gestión de requisitos.....	35
2.2.3    Análisis y Diseño del sistema .....	36
2.2.4    Diseño gráfico .....	36
2.2.5    Gestión de recursos audiovisuales .....	37
2.2.6    Implementación.....	38
2.2.7    Prueba.....	39
2.2.8    Implantación .....	39
2.3 <i>Roles .....</i>	39
2.4 <i>Artefactos.....</i>	41
2.5 <i>Actividades relacionadas al proceso de desarrollo.....</i>	44
2.6 <i>Conclusiones del capítulo.....</i>	44
<b>Capítulo 3. Valoración de la propuesta del proceso de desarrollo de SWE.....</b>	<b>46</b>
3.1 <i>Aplicación del método “Evaluación de expertos” .....</i>	46

3.1.1	Criterios para la selección de los expertos.....	46
3.1.2	Criterios para la evaluación de la investigación.....	46
3.1.3	Cálculo de la probabilidad de éxito del trabajo.....	48
3.2	Conclusiones del capítulo.....	50
<b>Conclusiones finales del trabajo.....</b>		<b>51</b>
<b>Recomendaciones.....</b>		<b>51</b>
<b>Bibliografía y referencias.....</b>		<b>52</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>56</b>
Anexo 1.	Diagnóstico de proyectos.....	56
Anexo 2.	Modelo pedagógico.....	61
Anexo 3.	Guión de contenidos.....	62
Anexo 4.	Visión del proyecto.....	62
Anexo 5.	Especificación de requisitos.....	63
Anexo 6.	Listado de recursos audiovisuales.....	64
Anexo 7.	Manual de diseño.....	65
Anexo 8.	Diseño de pruebas pedagógicas.....	66
Anexo 9.	Modelo para la recogida de información referente al peso de los criterios.....	69
Anexo 10.	Modelo para la recogida de información referente a la calificación de los criterios. ..	70
Anexo 11.	Proceso de desarrollo de SWE (Relación Disciplinas-Artefactos-Roles).....	73
Anexo 12.	Gráficas y figuras.....	74
Anexo 13.	Tablas resultados de la evaluación de expertos.....	76

## Índice de figuras y tablas

Figura 1.	Proceso de desarrollo (Actividades-Artefactos-Roles).....	73
Figura 2.	Evolución del mercado mundial TIC 2002-2006 (FERNANDO 2006).....	74
Figura 3.	Gráfico sobre el incremento de los usuario de Internet entre los años 1999 y 2007 (ITU 2009).....	74
Figura 4.	Proceso de desarrollo software. (PRESSMAN 2002b).....	74
Figura 5.	Proceso de desarrollo de software RUP (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).....	74
Figura 6.	Áreas relacionadas en el desarrollo de SWE.....	75
Figura 7.	Ciclo de desarrollo para el SWE.....	75
Figura 8.	Flujo de actividades del Modelado conceptual.....	75
Figura 9.	Flujo de actividades para la Gestión de requisitos.....	75
Tabla 1.	Peso otorgado por los expertos a los criterios.....	76
Tabla 2.	Tablado resultados donde se verifica la consistencia en el trabajo de los expertos.....	76
Tabla 3.	Calificación de cada criterio.....	76

## **Introducción**

La industria del software y servicios informáticos ha sido una de las más prolíferas en los últimos años. Esta afirmación se demuestra en un análisis que realiza (FERNANDO 2006) sobre el crecimiento que ha experimentado esta industria entre los años 2002 y 2006 y su valor en el mercado mundial, que van desde una tasa de crecimientos 0.7% a 4.8% en el referido período. Este crecimiento no es de sorprender si se considera el papel que desempeña el software dentro de las tecnologías de la información y las comunicaciones, en lo adelante TIC, y sus usos actuales y futuros donde es un eslabón fundamental para el surgimiento de nuevas tendencias (LÓPEZ 2003).

En Cuba no fue hasta a partir de 1996, cuando se comenzaron a realizar acciones en el sentido de la informatización de la sociedad. Según el informe de Cuba para la Cumbre sobre la Sociedad de la Informatización, celebrada en Túnez, “La Industria Cubana del Software está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos nacional, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del considerable capital humano disponible. La Universidad de las Ciencias Informáticas y el sistema de empresas cubanas vinculadas a este trabajo jugarán un papel importante en el desarrollo de la Industria Cubana del Software, y en la materialización de los proyectos asociados al programa cubano de informatización.” (MINREX 2005).

La promoción de la industria cubana del software en el ámbito internacional ha tenido como línea estratégica aprovechar la enorme credibilidad que tiene Cuba en sectores tales como la salud, la educación y el deporte. Continuar la producción sostenida de software de alta calidad en prestaciones, imagen y soporte, para satisfacer las necesidades nacionales en estos sectores, tiene ya una positiva repercusión en el incremento de la exportación (MINREX 2005).

La Universidad de las Ciencias Informáticas, UCI, mencionada anteriormente en el informe del MINREX, surgida al calor de la batalla de ideas, “es una universidad productiva, cuya misión es producir software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio – trabajo como modelo de formación, según se expresa en la Carta del Rector, publicada en el sitio Oficial de la universidad (MORELL 2004).

En la misma misiva, el rector describe la organización de la producción en más de treinta Polos Productivos y se destacan resultados en las esferas de la salud y la educación, entre otros; promoviendo el desarrollo de productos y servicios informáticos en aquellas ramas donde Cuba tiene un reconocido prestigio en el mundo a través del concurso de los mejores

especialistas del país para lograr una solución de calidad y de impacto internacional, acorde con lo expresado en el informe del MINREX.

Específicamente en la esfera de la Educación, se han definidos varias áreas de producción, entre la que consta el desarrollo de Software Educativo, en lo adelante SWE. Para este tipo de desarrollo se crearon varias líneas de trabajo, siendo las principales: desarrollo de libros electrónicos, multimedia educativas, en diferentes formatos e hiperentornos de aprendizaje; desarrollo sobre plataformas de teleformación para aumentar sus prestaciones y cursos en línea; y desarrollo de simuladores. En todos los casos, se iniciaron en un marco de cooperación con otras instituciones entre las que constan el Ministerio de Salud Pública, MINSAP, la dependencia de Copextel, Sistemas Informáticos y de Software, SIS-Copextel, el Ministerio de Educación, MINED, específicamente con el Departamento Nacional de Software Educativo y el Ministerio de Educación Superior, MES, entre las más significativas.

Los primeros desarrollos de SWE se iniciaron en el 2003, en colaboración con el MINED y en el 2004 con SIS-Copextel con la colección “Guardería”, una colección de cuentos infantiles para niños menores de cuatro años. A partir de allí se iniciaron una serie de relaciones de trabajo con estas y otras instituciones con variados resultados que van desde la terminación exitosa de varios productos, algunos para la comercialización, pasando por proyectos con más de cinco años que recién terminan hasta otros que se han quedado en la intención, de ahí que surgiera la necesidad de determinar las causas que han incidido en tan diversos resultados.

Además de la poca experiencia que existía en la UCI en el desarrollo de este tipo de proyectos, que persiste aun en la fecha, y del personal inexperto en el tema, que no llegaba a cinco años de trabajo en el tema; las estrategias de trabajo con las diferentes instituciones y la complejidad de los productos a desarrollar eran factores determinantes en la culminación exitosa de los mismos.

Para el caso de los libros electrónicos, desarrollados para el MINSAP, el nivel de complejidad de los productos era muy bajo y el desarrollo, aunque empíricamente, fue guiado por un modelo de factoría. Los resultados de este proyecto meritaban un reconocimiento a la Universidad por parte de esta institución y tuvo un gran impacto en la enseñanza de medicina en el país. Otros proyectos más complejos, como la colección “Galenomedia” también para el MINSAP, fueron abortados.

Con el MINED se iniciaron varios proyectos en diferentes esquemas de trabajo, siempre con una participación muy activa de sus especialistas. Como resultado se terminó la colección “Premédico” que engloba catorce productos, y después de seis años de desarrollo, el

proyecto “A Jugar”, el resto de los proyectos comenzados, han sido abortados, congelados o modificados.

Por otra parte, con SIS-Copextel, se han desarrollado varios proyectos que se han caracterizados por tener como finalidad la comercialización. Sin embargo, dos de esos proyectos fracasaron, por causas ajenas a la Universidad; otros, ya terminados, han presentado varias dificultades durante el desarrollo: tiempos de desarrollo por encima de lo pautado, mala gestión de los requisitos del software, etc.

Resumiendo, se pudo observar en la mayoría de los proyectos: tiempos de desarrollo demasiado largos, inconformidades del cliente, sobreesfuerzo del equipo de desarrollo, entre otros. Realizando un análisis de las posibles causas que podrían generar estos fenómenos, en el Anexo 1 se puede revisar el análisis de las encuestas que se realizaron al efecto, se encontró que se violan muchas de las buenas prácticas para el desarrollo del software.

En la mayoría de los proyectos, el desarrollo se realiza de forma empírica, es decir, no se guía por ninguna metodología o, el mejor de los casos, se basan en las actividades de RUP aunque no se define una estrategia de aplicación de esta metodología al proyecto; como consecuencia de esto no se identifican explícitamente todas las actividades y los roles dentro del proyecto o no se ajustan a las particularidades de los proyectos de SWE, lo que puede implicar que la asignación de tareas y recursos no corresponda con la capacidad de los integrantes o las características del proyecto.

Las estimaciones de tiempo y recurso no se realizan acorde a la realidad, en la mayoría de los proyectos no participan todas las partes involucradas en el proyecto. Los cronogramas que se definen son muy generales permitiendo que no haya un control estricto del cumplimiento de las tareas del proyecto y que no se haga una gestión de riesgo adecuada en función de las tareas críticas del proyecto.

Otro problema que se observó es la no formalización de las responsabilidades de otras instituciones que intervienen en el proyecto de manera tal que su actuación en este ámbito sea muy diversa y en muchas ocasiones poco saludable.

En todos los casos, se ha seguido un modelo de trabajo donde el guión o modelo pedagógico es dado por la entidad que solicita el producto, lo que implica una entrada al proceso de desarrollo con formatos y términos muy variados que ocasiona que el desarrollador no esté familiarizado con un documento único de entrada y en consecuencia puede realizar una interpretación errónea de la información.

Otro elemento que se ha podido observar es que no se realiza un levantamiento de requisitos antes de comenzar cualquier actividad del proyecto lo que provoca errores de interpretación que pueden influir en el diseño gráfico, la gestión de recursos audiovisuales y/o en la implementación del software implicando demoras e insatisfacciones, además de que la gestión de cambios que se realiza es escasa lo que provoca que una vez terminado el producto tenga un número de no conformidades considerable.

La falta de documentación de los productos ha dificultado el mantenimiento y corrección de los productos y ha influido en la liberación de calidad, quedándose en muchos casos en una validación de la interfaz por falta de información.

Otros temas sobre la gestión de configuración y la gestión de recursos humanos han influido en el desarrollo de los proyectos de SWE, a pesar de las políticas que en ese sentido ha establecido la UCI.

Entre las tantas carencias que se pueden observar durante el desarrollo de los proyectos de SWE, la necesidad de una guía metodológica que permita organizar y controlar el proceso de desarrollo se hace imprescindible como punto de partida para una gestión del proceso con calidad y eficiencia. En un artículo de Juan Palacio titulado "Gestión y procesos en la empresas de software" se señala "...trabajar sin métodos es una opción pero no una metodología" (PALACIO 2005), enunciando que se puede trabajar basado en el conocimiento de los desarrolladores o se trabaja basándose en un modelo de trabajo. En el primer caso, el protagonismo total del éxito o fracaso del resultado es de los desarrolladores y se le atribuye a su experticia y capacidad de organización y previsión, recayendo el desarrollo en las personas. Esta variante de trabajo que muchos llaman "artesanal" podría funcionar en empresas pequeñas, grupos pequeños de trabajo que logran una alta cohesión, no así para empresas con envergadura industrial.

Cuando se extrapola este método a una institución o empresa desarrolladora de software, con un capital humano promedio de dos mil personas, joven, cambiante y sin experiencia, no se puede confiar el éxito del desarrollo en las pocas personas expertas que existan sino en la capacidad de la empresa de organizarse y lograr funcionar como sistema. Si a ello se le suma la tendencia internacional de desarrollo de software con calidad, se hace inminente la organización del proceso de desarrollo de SWE como elemento base para lograr resultados repetibles, escalabilidad, mejora continua y conocimiento acumulado.

En consecuencia con todo lo analizado se plantea como **problema científico**: la falta de una guía que identifique actividades, roles y artefactos que se ajusten a las características y necesidades de los proyectos de SWE afecta la capacidad de organizar y controlar



adecuadamente el proceso de desarrollo, lo que podría afectar la calidad de este y hacer menos eficiente la obtención de un producto final con la calidad requerida. Dicho problema permite que se plantee como **hipótesis de la investigación**: es posible proponer un proceso para el desarrollo de SWE a ser usado en la UCI partiendo de un estudio crítico de diferentes modelos, que ayude a organizar y controlar el proceso de desarrollo.

El problema antes descrito genera como **objeto de estudio** de la investigación: los procesos de desarrollo de SWE, enmarcando los resultados de esta en el desarrollo de proyectos de SWE como **campo de acción**.

Para darle solución al problema antes mencionado se plantea como **objetivo general**: proponer un proceso para el desarrollo de los proyectos de SWE en la UCI que permita organizar y controlar el proyecto de una manera más efectiva y en este mismo sentido se plantean como **objetivos específicos**:

- Identificar las carencias y las posibilidades de los procesos de desarrollo existentes.
- Proponer un proceso de desarrollo que se beneficie de las posibilidades de los procesos estudiados y supla las carencias de los mismos.
- Evaluar la propuesta usando un método heurístico.

Para darle cumplimiento a los objetivos antes expuestos se definen las **tareas**:

- Estudiar el concepto de SWE y las características de este.
- Evaluar las carencias y posibilidades de los diferentes procesos de desarrollo de SWE.
- Establecer las premisas para la propuesta de proceso a partir del estudio realizado.
- Definir los elementos significativos de la propuesta.
- Evaluar la propuesta mediante consulta a expertos.

Con el fin de formar un criterio sólido sobre el estado de las investigaciones en el área de la modelación de procesos de SWE se utilizó el **método histórico-lógico**, realizando revisiones críticas de la bibliografía existente; se utilizó el **método hipotético-deductivo** al establecer como supuesto que la existencia de un proceso de desarrollo para los proyectos de SWE puede influir en la eficiencia del proceso de los proyectos de este tipo y el **método sistémico**: para lograr que los diferentes elementos que forman parte del procesos funcionen como un todo de manera armónica.

Además, se empleó la **entrevista, mediante el uso del cuestionario**, para encuestar a las personas que están relacionadas con el proceso de desarrollo y lograr conclusiones sobre la situación problemática que origina la investigación y una vez desarrollado el modelo evaluar su influencia en las variables de investigación y finalmente el **análisis estadístico**, donde a

partir de los resultados obtenidos en los cuestionarios se logra tener un criterio de éxito de la propuesta realizada.

La **novedad científica** del presente trabajo se pone de manifiesto al obtener un proceso para el desarrollo de los proyectos de SWE fácilmente aplicable a cualquier entorno de desarrollo de este tipo de proyecto.

Como aportes **teórico y práctico** se listan los siguientes:

- Se obtendrá una revisión crítica sobre los procesos existentes para el desarrollo de SWE.
- Servirá como base teórica para la definición de herramientas que permitan la automatización del proceso de desarrollo, o parte de este, de los proyectos de SWE.
- La propuesta podrá ser usada por los integrantes de los proyectos de SWE como guía para la actividad productiva.
- Podrá usarse como bibliografía para la docencia del segundo perfil o postgrado.
- Los resultados obtenidos no producirán afectaciones sociales o medioambientales.

El presente **trabajo está estructurado** en tres capítulos. El primero de esto es el Fundamento Teórico, donde se realiza un estudio del estado del arte de los modelos de procesos de desarrollo que existen y sus características, se hace una valoración crítica del estado del arte y se establecen las premisas de la propuesta. En el capítulo dos se presenta la propuesta del modelo, describiendo al efecto los diferentes procesos, las actividades que se llevan a cabo, los roles que desarrollan estas actividades y los artefactos que se van generando. Para concluir, en el capítulo tres se somete la propuesta a la evaluación de expertos para establecer el criterio de éxito.

## **Capítulo 1. Fundamento teórico**

En el presente capítulo se abordarán definiciones y conceptos asociados al desarrollo del software y fundamentalmente del SWE. Además, se realizará un estudio de los principales procesos de desarrollo de SWE para identificar las carencias y ventajas y de esta manera establecer las premisas para la propuesta que se realizará.

### **1.1 El software educativo**

Tal como se vio en la introducción del presente trabajo, el desarrollo de la industria del software y servicios informáticos ha ido experimentando un alto crecimiento en los últimos años, la gráfica de la figura 2 del Anexo 12 apoya esta afirmación, siendo el mercado de las TIC el que marca principalmente el crecimiento en esta rama de la industria.

Con este crecimiento se llega cada vez más a muchas esferas de la economía y la sociedad; y la educación no queda exenta de ello.

En concordancia con lo expresado por (BURATTO *et al.* 2001), el avance en las TIC impone un reto a las técnicas de enseñanza, que obliga a los docentes a la búsqueda de nuevos métodos y modalidades para lograr un aprovechamiento óptimo del uso de los medios tecnológicos. A la vez, permite jugar con los diversos medios audiovisuales para lograr diferentes objetivos pedagógicos, ayudando al estudiante a asimilar la información que se le transmite, facilitando así el proceso de aprendizaje; en este mismo sentido, el empleo de la computadora ha jugado un papel protagónico siendo el SWE uno de los más populares medios con el fin de enseñar.

#### **1.1.1 ¿Qué es SWE?**

Una de las definiciones de SWE más usada es la dada por (MARQUÈS 1996), donde expresa: “Se emplea el término software educativo, para referir a los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje...”.

Sin embargo, esta definición ha evolucionado en los últimos años conjunto con Internet y las nuevas formas de comunicación, aprovechando sus bondades a favor de su desarrollo y generalizando su uso a otros dispositivos, por ejemplo los teléfonos celulares. Es así como se incrementa el uso de Internet en la enseñanza a distancia a través de la educación virtual o e-learning, que permiten al profesor de una manera más sencilla y cómoda implementar sus productos o como se le ha dado por llamar objetos de aprendizajes y tener una atención más personalizada con cada estudiante (BRICEÑO and MOLINA 2002). El cada vez mayor uso del objeto de aprendizaje como forma de enseñanza virtual, junto con un mayor número

de tecnologías que permiten no solo la comunicación en red sino también el trabajo colaborativo, permiten la generación de comunidades virtuales de aprendizaje, entendidas como grupos de personas que se reúne gracias a entornos basados en Web con el fin de trabajar alrededor de alguna temática particular, denominados “Software Social”, siendo estas, otras formas en que se presenta el SWE.

Por su parte (GROS 2000) expresa, “...El calificativo de “educativo” se añade a cualquier producto diseñado con una intencionalidad educativa. ...pensados para ser utilizados en un proceso formal de aprendizaje y por ese motivo se establece un diseño específico a través del cual se adquieran unos conocimientos, una habilidades, unos procedimientos, en definitiva, para que un estudiante aprenda.”

Continúa diciendo,...“entre estos productos hay algunos que están centrados en la transmisión de un determinado contenido mientras que otros son más procedimentales, se dirigen hacia el soporte en la adquisición de una determinada habilidad o desarrollo de estrategias.” Siendo esta una forma más general y abarcadora de definir el SWE.

(CATALDI *et al.* 2000; MARQUÈS 1999b) definen dentro de las clasificaciones más comunes: tutoriales, simuladores, entornos de programación, bases de datos y herramientas de autor; donde cada una de esta categoría sustenta una o varias teorías de aprendizaje; siendo necesario incluir entre estas categorías los productos que se utilizan a través de Internet con el fin de transmitir un conocimiento específico, entre los que se pueden encontrar gestores de contenidos educativos o LMS, por sus siglas en inglés, plataformas educativas, wikis, blogs y cualquier otra tipología siempre y cuando este sustentado por al menos una teoría de aprendizaje. Además, debe asumirse que un SWE puede estar incluido en varias de estas clasificaciones, en dependencia del objetivo pedagógico para el que esté diseñado.

Entonces, concluyendo, se puede definir SWE como todo programa, producto o medio que se emplea para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sustentado por una o varias teorías de aprendizaje y diseñado para lograr un objetivo pedagógico específico.

Si bien el empleo del SWE es el más difundido en la enseñanza, este puede no lograr el impacto que se espera en el estudiante si no se utiliza según la estrategia pedagógica con que se concibió. Para ello (GROS 2000) sugiere que deben cuidarse dos puntos fundamentales: el primero, los profesores o tutores deben planificar la ejecución y hacerla coherente a su práctica habitual y, el segundo, los alumnos deben tener claros los resultados esperados del aprendizaje.

Debe destacarse que todas estas características del SWE no modifican en ningún aspecto el proceso de desarrollo, sino que son elementos a tener en cuenta durante la concepción del modelo pedagógico y en las evaluaciones pedagógicas del software.

### **1.1.2 El SWE en el mundo**

Dado que en los inicios el SWE era más limitado por las formas en que se presentaba, su uso era más reducido a las capacidades tecnológicas de las instituciones o personas interesadas, sin embargo, el cada vez más pujante avance de las TIC y el mayor acceso a Internet por la población mundial, han posibilitado que el SWE llegue a más persona de formas más diversas y a costos más reducidos.

Aunque no existen estadísticas oficiales que traten el uso de las TIC en la Educación y por consiguiente del SWE, es evidente que el crecimiento anual que experimenta el uso de Internet en los diferentes países resulta favorable a la difusión del uso este; principalmente en las variantes más actuales en que se presenta, tales como la educación a distancia y los software sociales que se valen de este medio para su desempeño.

La figura 3 del Anexo 12 muestra un gráfico estadístico tomado de (ITU 2009) donde se muestra el crecimiento que ha experimentado el uso de Internet desde el año 1999 al 2007, que aunque muestra un crecimiento disparejo entre los países en vía de desarrollo y los desarrollados, no deja de ser positivo.

Incluso algunos gobiernos han visto en esta creciente accesibilidad la posibilidad de instruir a la población en temas de interés para el país valiéndose del SWE. Un ejemplo de ello lo implementa Venezuela con el proyecto educacional “Contenidos Educativos Digitales (CED)” que tiene como objetivos<sup>1</sup>:

- Promover el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sistema educativo venezolano, en las comunidades y organizaciones sociales que hacen vida en el país, contribuyendo al bienestar de todos los ciudadanos y ciudadanas.
- Promover la participación comunitaria en los proyectos educativos que desarrolla el Gobierno nacional, por medio del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología.
- Democratizar el acceso al conocimiento e información a través de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Por otra parte, en el libro “Los sistemas educativos europeos ¿Crisis o transformación?” (PRATS *et al.* 2005) se alude a la necesidad de incorporar las TIC en la educación de una

manera más generalizada. Además, se aborda sobre las iniciativas de varias instituciones en diferentes países que hacen uso de las TIC con fines educativos.

A pesar de la ya mencionada carencia de datos oficiales sobre el uso del SWE en los diferentes países, existe un gran número de espacios para compartir experiencias en el uso y desarrollo del SWE entre los investigadores del mundo destacando esto la importancia que se le confiere al tema. Ejemplo de estos son los variados eventos y publicaciones que convoca la Asociación para el Progreso de la Computación en la Educación, AACE en sus siglas en inglés<sup>2</sup> y la Red Iberoamericana de Informática Educativa, RIBIE<sup>3</sup>, por mencionar solo mencionar algunos.

### **1.1.3 El SWE en Cuba**

En Cuba, con el propósito de dar un uso masivo de las TIC, desde 1996 el gobierno ha venido haciendo un grupo de acciones para crear las condiciones que permitan un uso adecuado de estas. Dentro de los objetivos que persigue esta transformación están: (ONE 2006)

- Elevar la calidad de la Educación.
- Preparación Recursos Humanos.
- Proceso Educación continua.
- Ampliar Cultura general de la población.
- Diversificación del procesos docente educativo.
- Universalización del conocimiento.

Entre las acciones tomadas para dar cumplimiento a estos objetivos y en completa relación con la revolución educacional que se gesta en Cuba, el MINED creó el programa de informática que tiene entre sus fundamentos<sup>4</sup>:

1. Los principios de la Educación Cubana.
  - 1.1. El principio del carácter masivo de la educación.
  - 1.2. El principio de estudio y trabajo.
  - 1.3. El principio de la participación de toda la sociedad en las tareas de la educación del pueblo.
  - 1.4. El principio de la coeducación.
  - 1.5. El principio de la gratuidad.
2. Los lineamientos estratégicos para la Informatización de la Sociedad cubana.

3. Las estrategias para aprovechar las TIC en el logro de los Objetivos de la Educación para Todos, aprobadas en el Foro Mundial sobre la Educación.

Con el propósito de apoyar una parte de este programa, en este mismo año, 1996, se crean los Centros de Estudio de Software Educativo en cada uno de los Institutos Superiores Pedagógicos del país (LABAÑINO 2007). Y más tarde, en el 2003, surge el Departamento Nacional de Software Educativo del MINED, InstEd Software, con propósito de dirigir, coordinar, organizar y controlar la producción e introducción en la práctica de SWE para la escuela cubana desde el ámbito de la red de Centros de Estudio de Software Educativo de los Institutos Superiores Pedagógicos, bajo un esquema de investigación-producción<sup>5</sup>.

Después de esto se sucedieron varios productos que fueron utilizados en la preparación de los Profesores Generales Integrales (PGI). Y más tarde se generalizó esta experiencia a los diferentes niveles de enseñanza de la educación cubana, donde se comenzó a trabajar las colecciones con un concepto de hiperentornos de aprendizaje más maduro.

Además de estas grandes transformaciones en el MINED, se observa la marcada intensión de las entidades del MES, de emplear los Entornos Virtuales de Aprendizaje y la Educación a distancia para la enseñanza tanto en el pregrado como en la formación postgraduada; y entre otras iniciativas, la de emplear el SWE en la enseñanza de idioma.

## **1.2 La UCI en el desarrollo de SWE**

En el 2003, la UCI en conjunto con el MINED e InstEd Software, comienzan a desarrollar SWE basado en los hiperentornos de aprendizaje y más tarde se incorporan nuevas líneas de producción.

En los inicios, el desarrollo de los proyectos se dirigían desde la Infraestructura Productiva, específicamente desde la, en ese entonces, Dirección de Software Educativo y Multimedia. Con la evolución de la Universidad se transformaron las estructuras administrativas y la dirección de los proyectos pasó a las facultades donde reside el mayor capital humano, manteniéndose la Dirección de Software Educativo y Multimedia como guía metodológica y gestora de los proyectos. Bajo esta nueva estructura, se dispone de aproximadamente doscientas personas<sup>6</sup> entre estudiantes y profesores, vinculados directamente al desarrollo de SWE, con la posibilidad de incorporar más si fuera necesario.

Dentro de los proyectos que se han desarrollado en la UCI, constan:

- Proyecto “A Jugar”, en colaboración UCI-MINED para niños de la enseñanza preescolar.

- Proyecto Guardería, por solicitud de SIS-Copextel, colección de cuentos infantiles para niños de cuatro a siete años, con tres productos como resultado.
- Colecciones Premédicos, realizado también en colaboración con el MINED, para la formación básica del programa latinoamericano de medicina (UCI and MINED 2006), que tiene como resultado catorce productos.
- Libros electrónicos para la formación en Ciencias Médicas, productos para el MINSAP, que consisten en el montaje de materias en formato de libros electrónicos para la formación de pregrado, postgrado y tecnología de la salud para el entorno nacional y en los programas de formación de médicos en diferentes partes del mundo (UCI and MINSAP 2006). Cuentan más de sesenta proyectos terminados.
- Proyectos Desarrollo de contenidos educativos, realizado en colaboración con SIS-Copextel y el CENIT de Venezuela. Son productos educativos que abordan diferentes temáticas de interés nacional para niño, jóvenes y adultos venezolanos (UCI *et al.* 2005). En el 2004 comienza con el volumen I sobre La Constitución Venezolana, producto en formato multimedia, al que le suceden en el 2005 otros tres productos del mismo corte, y continúa en el año 2006 con un total de veintidós. En el año 2007 se cambia la tecnología y se desarrollaron sesenta contenidos educativos en formato Web y cierra en el 2008 con el desarrollo de veinte de estos.
- Proyecto MENPET, lo constituye el desarrollo de cinco productos educativos en formato multimedia para el Ministerio de Energía y Petróleo (MENPET) de Venezuela.
- Proyecto Español para Anglóparlante, en colaboración con la Universidad de la Habana y el MES.

Adicionalmente, se ha comenzado la migración de la colección de la Escuela Cubana a tecnologías libres; se han firmado contratos para el desarrollo de productos educativos con empresas extranjeras y se desarrollan otros proyectos internos como la colección de Cuentos Infantiles, constituyendo esta línea de desarrollo sobre tecnología multimedia, la más explotada.

Entre otras áreas de desarrollo están los proyectos de Teleformación donde se encuentran los proyectos: Desarrollo, personalización y soporte de herramientas para la teleformación, el Repositorio de Objetos de Aprendizaje y la Herramienta de autor Web para la gestión de objetos de Aprendizajes, donde se han realizado proyectos para la misma universidad y con Venezuela para diferentes instituciones; y en el área de Realidad Virtual se hallan proyectos de desarrollo de simuladores, donde cuentan como resultado el Sistema de conducción y el simulador de tiros, y el proyecto de Laboratorios Virtuales.



Todo lo antes mencionado hace evidente la alta productividad que se tiene en esta área del desarrollo de software y la necesidad de organizar el proceso de desarrollo, que permita un desempeño más eficiente durante el ciclo de vida del proyecto.

### **1.3 El proceso de desarrollo software para el SWE**

Es innegable que si se desea desarrollar software cualquiera sea su tipología o peculiaridad, ha de regirse por un proceso que pautе sus etapas, herramientas y establezca sus características, es por ellos que se dedicará este epígrafe a analizar este concepto y algunas propuestas que existen para el desarrollo de SWE en el mundo.

En “El proceso unificado de desarrollo del software”, RUP en sus siglas en inglés, (JACOBSON *et al.* 2000) señalan que proceso define “quién” está haciendo “qué”, “cuándo” y “cómo” para alcanzar un determinado objetivo. Este proceso de manera efectiva debe proporcionar normas para el desarrollo eficiente de software de calidad.

Otra definición la da (PRESSMAN 2002a), en “Ingeniería de software. Un enfoque práctico”, donde plantea que un proceso es un marco de trabajo de las tareas que se requieren para construir software de alta calidad. Según la figura 3 Anexo 12, el proceso es un marco común donde se define un pequeño número de actividades del marco de trabajo que son aplicables a todos los proyectos del software, con independencia de su tamaño o complejidad. Un conjunto de tareas -cada una de ellas es una colección de tareas de trabajo de ingeniería del software, hitos de proyectos, productos de trabajo, y puntos de garantía de calidad- que permiten que las actividades del marco se adapten a las características del proyecto del software y a los requisitos del equipo del proyecto. Finalmente, las actividades de protección –como la garantía de calidad del software, gestión de configuración del software y medición- abarcan el modelo de procesos. Las actividades de protección son independientes de cualquier actividad del marco de trabajo y aparecen durante todo el proceso.

Como especifica Pressman en el concepto anterior, las actividades de protección aparecen durante todo el proceso; dentro de ellas está la garantía de la calidad, la que es muy importante debido a su influencia determinante sobre la calidad del producto final.

#### **1.3.1 Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)**

Dentro de los Procesos de Desarrollo de Software se encuentra RUP. Uno de los procesos más usados en la actualidad como metodología de desarrollo.

Utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado, UML en sus siglas en inglés, RUP define un marco de trabajo arquitectónico que identifica la forma en que se utilizarán para construir el

sistema y las interfaces que conectaran los componentes. Utilizando una combinación del desarrollo incremental e iterativo, el proceso unificado define la función del sistema aplicando un enfoque basado en escenarios (desde el punto de vista del usuario). Entonces acopla la función con un marco de trabajo arquitectónico que identifica la forma que tomará el software (PRESSMAN 2002a).

Ampliando la denominación de Pressman, se dice que RUP se caracteriza por ser:

1. Dirigido por casos de uso: Define que los casos de usos se refieren a lo que los usuarios desean, los cuales se obtienen a partir de la modelación del negocio y la captura de requisitos. Los casos de usos son los que guían el desarrollo del software que pasan a través de flujos de trabajo existentes.
2. Centrado en la arquitectura: Porque en la arquitectura se muestra la visión completa que debe tener el sistema propuesto y se representa en un lenguaje común entre los integrantes del equipo de trabajo y los usuarios. Aquí se describen los elementos del modelo que son primordiales para su desarrollo, las bases del sistema que son importantes para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente.
3. Iterativo e Incremental: Porque propone que cada fase se desarrolle en iteraciones, que se pueda dividir en pequeños proyectos para mejorar su comprensión y desarrollo. Estas iteraciones están presentes en las actividades de los flujos de trabajo, las cuales hacen referencia a pasos en los distintos flujos de trabajo de la metodología del RUP, y los incrementos al crecimiento del producto.

Este proceso se define en dos ejes o dimensiones: por el eje horizontal, las diferentes fases por las que transita el proyecto denotando la parte dinámica del modelo, el tiempo, y por el vertical, las diferentes disciplinas que se desarrollan dentro del proceso, la visión estática. En la figura 4 Anexo 12 se puede observar una representación del proceso en sus dimensiones.

En su visión dinámica, la visión de la estructura del ciclo de vida de RUP se basa en un desarrollo iterativo, organizado por hitos para revisar el avance y planear la continuidad o los posibles cambios de rumbo. Cuatro son las fases que dividen este ciclo de vida (JACOBSON *et al.* 2000; PALACIO 2005):

- **Inicio**. Es la fase de la idea, de la visión inicial de producto, su alcance. El esbozo de una arquitectura posible y las primeras estimaciones. Concluye con el “hito de objetivo”.

- **Elaboración.** Comprende la planificación de las actividades y del equipo necesario. La especificación de las necesidades y el diseño de la arquitectura. Termina con el “hito de Arquitectura”.
- **Construcción.** Desarrollo del producto hasta que se encuentra disponible para su entrega a los usuarios. Termina con el “hito del inicio de la capacidad operativa”.
- **Transición.** Traspaso del producto a los usuarios. Incluye: manufactura, envío, formación, asistencia y el mantenimiento hasta lograr la satisfacción de los usuarios. Termina con el “hito de entrega del producto”

En su visión estática, el modelo RUP está compuesto por (JACOBSON *et al.* 2000; PALACIO 2005):

- Roles: analista de sistemas, diseñador de sistema, diseñador de pruebas, roles de gestión y roles de administración, son los más comunes.
- Actividades: RUP determina el trabajo de cada rol a través de actividades. Cada actividad del proyecto debe tener un propósito claro, y se asigna a un rol específico. Las actividades pueden tener duración de horas o de algunos días; y son elementos base de planificación y progreso.
- Artefactos: Son los elementos de entrada y salida de las actividades. Son productos tangibles del proyecto. Las cosas que el proyecto produce o usa para componer el producto final (modelos, documentos, código, ejecutables...)
- Disciplinas: son “contenedores” empleados para organizar las actividades del proceso. RUP comprende seis disciplinas técnicas y tres de soporte. Las primeras se refieren a las disciplinas que se encargarán de construir el software desde la concepción hasta su implantación, y las segundas las encargadas de garantizar y apoyar el desarrollo (COMITÉ-TÉCNICO-ISO/TC-176 2000; GROS 2000; ISAKOWITZ *et al.* 1995).

Dentro de las disciplinas ingenieriles se encuentran (AMBLER 2007; RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003):

1. **Modelación del negocio:** El propósito de esta disciplina es la de modelar el contexto del negocio del sistema que se desea desarrollar.
2. **Gestión de requisitos:** El propósito de esta disciplina es dirigir los requisitos del proyecto, incluyendo la identificación, modelado y documentación de esos requisitos. El principal entregable de esta disciplina es la Especificación de Requisitos del Software (SRS), también referida como el Modelo de requisitos, que abarca los requisitos capturados.

3. **Análisis y diseño:** El propósito de esta disciplina es la de desarrollar una arquitectura robusta del sistema basada en los requisitos, donde se transformarán los requisitos en diseño y se asegurará que las versiones de implementación e implantación estén reflejadas en el sistema.
4. **Implementación:** El propósito de esta disciplina es la de definir subsistemas organizados en capas, transformar los elementos del diseño en elementos de implementación, dígame código fuente, ejecutables, etc., e integrar los resultados obtenidos por el equipo de desarrolladores.
5. **Prueba:** Esta disciplina tiene como propósito la realización de una serie de prácticas bases que permiten evaluar y asegurar la calidad del producto.
6. **Despliegue:** Esta disciplina se basa en garantizar que el producto de software está listo para ser usado por los usuarios finales.

Además se encuentran las disciplinas de soporte: Gestión de Configuración y Cambios, Gestión de proyecto y Entorno que no serán tratadas en esta propuesta, aunque se recomienda que sean revisadas en su aplicación al SWE.

- Flujos de trabajo: son la unión de los roles, actividades, artefactos y disciplinas, y constituyen la secuencia de actividades que producen resultados visibles.

Se puede decir que el RUP brinda un marco integral para el desarrollo de software, que sirve de base y guía para que muchas empresas en el mundo, además de su gran capacidad de ajustarse a las necesidades y características del proyecto. Sin embargo, para el desarrollo de SWE hay varias actividades que escapan a su concepción.

A modo de ejemplo abordamos la disciplina de la modelación del negocio, donde además de un modelo de negocio y de dominio, se necesita de un modelo pedagógico, esencial para la concepción del producto y la definición de los requisitos del sistema.

También es este sentido se puede citar la actividad de diseño de interfaz, que aunque en RUP se concibe y es un requisito de calidad para muchos software, sobre todo de interacción con el usuario, este se ve minimizado al objetivo y las funcionalidades del sistema. No siendo así para el caso del desarrollo de SWE, donde esta actividad, según la definición de RUP, pudiera contemplarse como una disciplina es sí misma, por su magnitud e importancia. Dicha magnitud está dada por su fuerte influencia en el cronograma de desarrollo, pudiéndose considerar un producto del proyecto; su capacidad de modificar requisitos funcionales y casos de uso de interfaz; y su influencia en atributos de calidad tales

como: la calidad del entorno audiovisual, la calidad en los contenidos y la navegación e interacción (MARQUÈS 1996).

No obstante, varias de las disciplinas, actividad, roles y artefactos de RUP se pueden usar, tal cual están definidos, en una propuesta de proceso para el desarrollo de SWE, y serán tomados en cuenta en el presente trabajo.

### **1.3.2 Adaptando RUP para el desarrollo de Software Educativo**

Una propuesta de adaptación de RUP para el desarrollo de SWE la realizan (DÍAZ-ANTÓN *et al.* 2002). En esta, a partir de un estudio de RUP, y basándose en varias definiciones de expertos, se hace una sugerencia de actividades identificadas que deben sumarse a cada fase del desarrollo de la siguiente manera:

#### **En la fase de Inicio**

Incluye un análisis de las necesidades educativas y del entorno educativo, así como el diseño instruccional del proyecto. Los requerimientos de diseño gráfico se satisfacen a través del desarrollo del plan creativo de la interfaz donde se integra el trabajo de diseñadores gráficos, analistas de sistemas y docentes especialistas en el área. Y se establecen los criterios de evaluación.

#### **En la fase de Elaboración**

Aquí se incluye las actividades de refinamiento del modelo instruccional y de los requerimientos de diseño gráficos y recursos comunicacionales, según las pautas pedagógicas establecidas.

#### **En la fase de Construcción**

En esta fase se adiciona la prueba del diseño instruccional, comunicacional y gráfico, contra los criterios de evaluación previamente establecidos en la fase de inicio.

#### **En la fase de Transición**

Finalmente se agrega la realización de la evaluación del producto por parte del docente y del estudiante objeto del programa educativo, utilizando el Modelo Sistémico de Calidad del Software-MOSCA (PÉREZ *et al.* 2003).

Este modelo adaptado constituye sin duda alguna un paso en el desarrollo de software con calidad, partiendo de un proceso robusto y probado en la industria como lo es RUP, anteriormente analizado.

Sin embargo, la propuesta se queda a nivel de planteamiento sin especificar los procedimientos o las descripciones de las actividades que serán realizadas en cada fase y en consecuencia, no define los productos o artefactos a obtener en estas.

Tampoco se realiza una asignación de roles a cada actividad. Y, finalmente, no especifica en que disciplina específica va cada una de estas actividades, lo cual puede generar la poca comprensión de usuarios no expertos.

Por tanto, puede ser usada como elemento a tener en cuenta, pero es necesaria una definición más profunda de un conjunto de elementos, que permita su uso en el desarrollo del software y sea capaz de asegurar la calidad.

### **1.3.3 Metodología extendida para creación de software educativo desde una visión integradora**

Esta nueva propuesta la traen (CATALDI *et al.* 2003), partiendo de la premisa: “Las metodologías propias de la ingeniería del software no cautelan aspectos pedagógicos-didácticos del producto software educativo a desarrollar”.

Para ello inicialmente hacen un estudio de los ciclos de vida de desarrollo de software más usados en la ingeniería de software, decidiendo por el prototipo evolutivo por la ventaja de la realización de los cambios en etapas tempranas y la posibilidad de emisión varios prototipos evaluables durante el desarrollo, obteniéndose de este modo paralelamente una metodología integral también para el proceso de evaluación del programa (CATALDI *et al.* 2000).

Una vez tomada esta decisión y tomando las fases que define este prototipo como punto de partida hace una propuesta de actividades, necesarias para el desarrollo de SWE, carentes en el modelo, quedando finalmente:

- Proceso de identificación de la necesidad educativa
- Proceso de selección del modelo de ciclo de vida
- Proceso de iniciación, planificación y estimación del proyecto
- Proceso de seguimiento y control del proyecto (programa)
- Proceso de gestión de calidad del software
- Proceso de exploración de conceptos
- Proceso de asignación del programa (sistema)
- Proceso de análisis de requisitos educativos
- Proceso de análisis de requisitos del software
- Proceso de diseño de los contenidos y del software

- Proceso de implementación e integración de módulos
- Proceso de instalación
- Proceso de operación y soporte
- Proceso de mantenimiento
- Proceso de retiro
- Proceso de verificación y validación
- Proceso de evaluación de los prototipos del software
- Proceso de evaluación interna y externa del software
- Proceso de evaluación contextualizada
- Proceso de configuración
- Proceso de documentación técnica
- Proceso de documentación didáctica
- Proceso de formación y capacitación del personal

Además hacen mención a los documentos que se generan en cada actividad y los métodos, técnicas o herramientas que se han de emplear en estas.

También hacen una sugerencia de los roles para el equipo de desarrollo, que categorizan en cuatro grupos:

- Profesionales del área en la que se quiere desarrollar el software: Profesores y especialistas en pedagogía para determinar los contenidos a incluir y expertos en el área de desarrollo
- Profesionales desarrolladores de software: Analistas y programadores. Para el análisis del proyecto y la codificación.
- Coordinador del proyecto: Como en todo proyecto soportado por una ingeniería de base, recaerá en el ingeniero de software.
- Personal técnico de apoyo (diseño gráfico y sonido): De acuerdo a las dimensiones del desarrollo habrá operadores, diseñadores gráficos, especialistas en sonido, vídeo.

Como aspecto positivo de esta metodología está la integración armoniosa de las dos principales vertientes del desarrollo de SWE, la pedagogía y la ingeniería de software; además de definir los productos que se generan en cada actividad y proponer herramientas para realizarlas.

Sin embargo, en un área tan específica como el diseño, define el proceso a un nivel de detalles que no le da posibilidades a los especialistas para decidir la forma más eficiente de realizar sus tareas, usualmente dependiente de las características del producto. Tampoco

tiene en cuenta el proceso de gestión de recursos audiovisuales, que pueden ir desde la selección de recursos elaborados hasta su producción, proceso tan complejo como influyente en la planificación del proyecto y el tiempo de desarrollo.

Finalmente, subordina el proceso de desarrollo al ciclo de vida Prototipado-Evolutivo, el cual basa su desarrollo, valga la redundancia, a la obtención frecuente de prototipos que permiten ir asegurando la calidad del producto mediante pruebas; y desde ese punto de vista, esto puede resultar ventajoso, sin embargo, depende en gran medida de la complejidad del producto, pues para proyectos pequeños, de baja complejidad, puede resultar contraproducente y ineficiente.

#### **1.3.4 Modelo propuesto para el diseño y desarrollo multimedia con fines educativos**

Otro modelo es el presentado por (MARQUÉS 2002), "DISEÑO Y DESARROLLO MULTIMEDIA", donde plantea que el desarrollo de la multimedia se divide en tres fases:

##### **Fase Análisis instructivo**

Esta fase se inicia planteando los objetivos a partir de las necesidades detectadas, se analiza al público, la información que debe contener, la manera en que esta será manejada por el usuario, el contexto, y el plazo de entrega.

A partir de las necesidades detectadas se realiza un primer esbozo de la multimedia, donde se consideran los aspectos: objetivos educativos, contenido, actividades que se ofrecerán a los usuarios, entorno audiovisual y navegación, documentación que acompañará al material y por último el sistema de teleformación. A medida que se define esta primera aproximación de la multimedia, se va definiendo el diseño funcional de la multimedia.

Una vez concebida una primera idea de la multimedia se deriva en el guión instructivo, también llamado guión educativo o diseño funcional. Este punto se centra en el objetivo pedagógico, especialmente en los contenidos, objetivos y estrategia didáctica, entre otros. Se considera al guión instructivo como el primer guión del programa, en esta actividad se propone que trabaje un equipo integrado por profesores con amplia experiencia didáctica en el tema en cuestión y pedagogos o psicopedagogos, especialistas en tecnología educativa, que proporcionen instrumentos de análisis y de diseño pedagógicos y faciliten la concreción del trabajo y la coordinación de todos los miembros del equipo.

Y por último, se realiza un estudio de viabilidad teniendo en cuenta aspectos pedagógicos, funcionales, técnicos, económicos y comerciales.



Si resulta positivo el estudio, se procede a determinar el marco del proyecto, donde se realiza la selección de los recursos necesarios y plataforma de trabajo, se define el plan de trabajo, las especificaciones técnicas y se refinan las necesidades pedagógicas.

### **Fase Desarrollo.**

En esta fase se realiza el guión multimedia, también llamado por el autor diseño orgánico. El guión multimedia detalla las características generales, el mapa de navegación, sistemas de navegación, actividades, el entorno visual, y otras funciones.

El próximo paso en esta fase es la elaboración de los contenidos (se considerarán los textos y los elementos multimedia, su estructuración e interrelaciones, etc.) y la documentación que incluye ficha resumen, manual de usuario, guía didáctica, y otros materiales complementarios. En estas actividades estarían involucrados expertos temáticos y profesores especialistas en la materia de que trate el programa, y también de los técnicos en diseño y desarrollo multimedia.

Seguidamente se realiza lo que se le llama el prototipo alfa-test (primera versión de prueba), teniendo en cuenta las actividades de análisis, programación, producción de los elementos audiovisual, digitalización e integración de los medios. Esta actividad estaría a cargo de analistas informáticos, programadores y especialistas en multimedia.

Una vez obtenido este prototipo se realiza una evaluación interna, teniendo en cuenta ciertos parámetros de calidad referidos a aspectos técnicos, aspectos pedagógicos, y aspectos funcionales, realizada por el equipo de diseño y desarrollo del material.

A partir de esta revisión interna se corrigen los errores encontrados, y se obtiene una segunda versión de prueba (beta-test). Esta versión de prueba es sometida a otra revisión, esta vez externa, es decir, por personal ajeno del proyecto, principalmente por personal técnico, profesores y estudiantes.

Una vez corregidos los errores encontrados, si así fuera, se obtiene la primera versión del programa.

### **Fase Post-producción.**

Es la última fase, dedicada a la edición, distribución, mantenimiento, post-venta y teleformación.

Esta propuesta contempla detalladamente las actividades desde un enfoque pedagógico, exponiendo fases, instrumentos, entregables y roles. Sin embargo, no define el proceso desde una vista integral, donde las actividades de la ingeniería de software están tan relacionadas al aspecto pedagógico. Dejando para estas disciplinas a la imaginación y la

capacidad del equipo de desarrollo. Siendo este uno de los principales problemas a los que se enfrenta el desarrollo de SWE, que tienden mucho a uno u otro enfoque (CATALDI *et al.* 2000). Además, esta propuesta no abarca todas las tipologías de SWE existentes, sino que está enfocada al desarrollo de multimedia.

### **1.3.5 Modelo de desarrollo del Software Educativo en Cuba**

El desarrollo de SWE en Cuba se rectora, principalmente por el Departamento de Nacional de Software Educativo, perteneciente al MINED. Para ello, se emplea una guía que pauta a grandes rasgos la producción de software.

Esta metodología tiene como características que se guía por el modelo en cascada. Define como etapas de producción: análisis y requerimientos, diseño, construcción, prueba y mantenimiento. Y hace una propuesta de roles, y de las principales actividades por áreas de conocimiento. Los roles que propone son: pedagogos, psicólogos, expertos en la materia a tratar, informáticos, guionistas, diseñadores, didactas, técnicos en audio y vídeo, entre otros. Y las actividades que realizan son:

1. Elaboración del guión.
2. Gestión de recursos multimedia.
3. Procesamiento de la información.
4. Programación.
5. Realización de las pruebas.

Además hace una sugerencia de actividades que se deben tener en cuenta en la elaboración de un cronograma de desarrollo. También proponen una guía de evaluación pedagógica del software.

Al realizar un análisis crítico de esta metodología se pudo realizar varias observaciones. El primer problema es que está guiado por el modelo en cascada, que exige que se termine una fase para continuar con la siguiente, encontrándose, en sentido contrario, con un problema similar a la propuesta realizada por (CATALDI *et al.* 2003). En este caso, el mencionado ciclo de vida no permite tener una idea exacta del producto hasta su terminación, lo que puede implicar que el resultado no cumpla los objetivos pedagógicos del software y constituya una pérdida de tiempo. En cualquier caso, debe analizarse las características del producto que se quiere desarrollar y en función de ello decidir cual es el ciclo de vida más adecuado.

Otro problema es que esta metodología no detalla el flujo de trabajo de las actividades ingenieriles, por tanto no estandariza los resultados de estas actividades, dependientes entonces de la capacidad del equipo desarrollador. Aunque es válido aclarar que si especifica las actividades relacionadas con la modelación pedagógica y concepción del producto.

Desde un punto de vista crítico, esta metodología puede servir para que las personas con poco conocimiento sobre el tema adquieran una visión sobre el proceso productivo, pero no resulta válida en el desarrollo para un entorno de desarrollo industrial, que requiere procesos bien definidos e involucra gran cantidad de personas con diversos niveles de conocimiento, donde el aseguramiento de la calidad es el factor primordial.

### **1.3.6 Calidad en el SWE.**

Un aspecto importante en todo desarrollo de software es la calidad tanto del producto final como del proceso, es por ellos que deben definirse indicadores o pautas que permitan su verificación.

En el caso del SWE, se dice que tiene calidad cuando el producto satisface tanto las expectativas de los docentes como de los usuarios, a un menor costo, libre de defectos y cumpliendo ciertas especificaciones de instrucción y tecnológicas (PÉREZ *et al.* 2003).

Según (PÉREZ *et al.* 2003) la calidad del SWE está determinada no sólo por los aspectos técnicos del producto sino por el diseño pedagógico y los materiales de soporte. Este último es uno de los más problemáticos ya que existen pocos programas que ofrezcan un soporte didáctico.

Las definiciones anteriores apuntan a que un SWE tiene calidad cuando logra dos aspectos esenciales: satisfacer las expectativas de los clientes y cumplir con los guiones técnico y pedagógico previamente especificados.

Dichos aspectos son evaluados previamente para cumplir con unos estándares de calidad, los que determinan el grado de la misma en el producto (DÍAZ-ANTÓN *et al.* 2006).

La evaluación de SWE se ha centrado tradicionalmente en dos momentos (DÍAZ-ANTÓN *et al.* 2006):

- Durante su utilización real por los usuarios, para juzgar su eficiencia y los resultados que con él se obtienen.
- Durante el proceso de diseño y desarrollo, con el fin de corregir y perfeccionar el programa.

Todos estos elementos han de tenerse en cuenta durante la propuesta para lograr que sea un aporte real al desarrollo de los SWE.

## **1.4 Conclusiones del capítulo**

Si bien varias son los modelos que trabajan el problema del desarrollo de SWE, persisten los autores que describen el proceso desde un enfoque pedagógico, tal es el caso de (MARQUÈS 2002), donde hace una descripción exhaustiva de las actividades, productos y roles que se encarga de la arista pedagógica, y dejan la solución técnica a la capacidad del equipo de desarrollo, restándole la importancia que lleva. Otros, sin embargo, plantean un proceso de desarrollo tan general, que omiten elementos importantes del desarrollo. Y finalmente, los que avistando las necesidades de integración entre las disciplinas ingenieriles y pedagógicas proponen modelos integrados (CATALDI *et al.* 2003; DÍAZ-ANTÓN *et al.* 2002), aunque aún a un nivel investigativo, con varias carencias para su explotación en la industria.

No obstante, el análisis de este aspecto evidencia que para producir SWE con calidad, que funcione técnicamente y que cumpla los objetivos pedagógicos, es necesaria que ocurra una **integración orgánica de los procesos de desarrollo**.

Bajo este enfoque y mirando la producción desde una perspectiva industrial, resulta primordial la identificación de las diferentes áreas que intervienen en el desarrollo que permita establecer de una manera efectiva la relación entre las mismas y los procesos y actividades de estas durante la producción. De aquí que se identifique la **interrelación entre cuatro áreas fundamentales**, tal como se muestra en la figura 6 del Anexo 12, donde en cada una de ella se identifican y describen los procesos inherentes que intervienen.

Y en el mismo sentido, se hace imprescindible un **equipo de proyecto multidisciplinario**, punto en común de varios de los autores estudiados, (CATALDI *et al.* 2003; FERNÁNDEZ 1999; IVANCEVICH *et al.* 2002; JACOBSON *et al.* 2000; MARQUÈS 2002), que expresan la necesidad de integrantes especializados en sus áreas de conocimiento para garantizar un buen desempeño y calidad de las actividades. Los principales roles que se destacan son: los expertos en contenido, diseñadores instruccionales, programadores y diseñadores gráficos, y en algunos casos se especifican una especie de líder de proyecto, en (IVANCEVICH *et al.* 2002) se exponen algunas de las características que debe tener un administrador de proyectos de SWE.

Esta premisa se encuentra sus vertientes contraria, tal es el caso de (BAUZÁ 2003), que basa el desarrollo desde una perspectiva individual, donde una misma persona puede desempeñar varios, sino todos, los roles de diferente área del conocimiento. Desde un

apunto de vista crítico, esta solución solo resulta factible en producciones de pequeña escala, sin compromisos de entregas y a expensas de que la calidad en las otras áreas que no son de su desempeño no sea la esperada. Pero si se trata para una producción fabril, donde se busca aumentar la producción, el menos tiempo y costo, y con alta calidad, esta solución no resulta factible, pues limitaría el desarrollo en paralelo que pudiera suceder. Esto sin mencionar que la preparación integral de un profesional competente para el desarrollo de este tipo de proyecto implica extensos tiempos de formación y gasto de recursos y los resultados son imprevisibles.

Aunque es válido señalar que los integrantes de un equipo de desarrollo de software debe tener una noción general de las etapas y actividades del desarrollo pues esto contribuye a una mejor comunicación entre el equipo.

Del estudio realizado también se desprende que el proceso de desarrollo de SWE está definido por nueve procesos, todos estrechamente relacionados entre si, estos son:

- El Diseño Instruccional y/o Modelado de negocio
- Gestión de requisitos
- Análisis y diseño del sistema
- Diseño gráfico
- Gestión audiovisual
- Implementación
- Prueba
- Implantación

---

<sup>1</sup> Tomados del sitio del CETIC adscrito al CENIT disponible en <http://www.cetic.edu.ve/>

<sup>2</sup> Sitio Oficial de la AACE disponible en <http://www.AACE.org>

<sup>3</sup> Sitio Oficial de la RIBIE disponible en <http://www.ribie.org>

<sup>4</sup> Tomado de la página web del Ministerio de Educación disponible en <http://www.mined.cu>

<sup>5</sup> Tomado del sitio oficial del Departamento Nacional de Software Educativo, InstEd Software disponible en <http://www.insted.rimed.cu/>

<sup>6</sup> Estadística publicada en el sitio de la producción de UCI.

## **Capítulo 2. Proceso para el desarrollo de SWE**

En este capítulo se presenta la propuesta del proceso de desarrollo de SWE, que puede ser de gran impacto en los proyectos de este tipo.

Para ello, se establecen las características del proceso, sus disciplinas y las actividades asociadas. Se identifican los roles que participan y los principales artefactos que se generan. Además se propone un modelo para la gestión de la calidad durante el proceso.

### **2.1 Premisas para el proceso**

#### **2.1.1 RUP como metodología base**

El proceso de desarrollo que se está proponiendo para los proyectos de SWE, se basa en las disciplinas definidas en RUP (JACOBSON et al. 2000), aunque se le realizan modificaciones necesarias para ajustarlo al desarrollo de este tipo de proyectos.

La selección de RUP como metodología está dada por varias razones, contando con su robustez como metodología de desarrollo y la amplia popularidad que ha ganado entre las empresas de desarrollo; permite ser configurado a las necesidades y tipo de proyecto por su gran capacidad de ajustar sus componentes a las características del proyecto y de los desarrolladores (JACOBSON *et al.* 2000; SMITH 2003). Posee una amplia documentación que sirve de apoyo a los desarrolladores menos expertos, siendo esta una de las características de la comunidad de desarrolladores de la universidad. Además, es la metodología que se estudia en las asignaturas de Ingeniería de Software establecida por el Departamento Central de Ingeniería y Gestión de Software y Práctica Profesional, asegurando un mínimo de conocimiento de los estudiantes, que es la principal fuente de recursos humanos para los proyectos, y por último, las políticas de la Dirección de Calidad para la generación de documentación a partir del expediente de proyecto se basa en los documentos establecidos en RUP.

Debe destacarse que la presente propuesta se centrará en las disciplinas de ingeniería de dicho proceso, y se asumirán las disciplinas de soporte tal como las plantea, dígame Gestión de proyecto, Gestión de configuración y Ambiente, sugiriéndose que en próximas investigaciones se traten estas y de esta forma lograr un proceso más robusto y integral.

#### **2.1.2 ¿Modelo de Negocio o Diseño Instruccional?**

RUP inicia su flujo de trabajo con la disciplina Modelado de Negocio (JACOBSON *et al.* 2000), que se encarga de modelar el contexto del negocio del sistema que se desea desarrollar y define un flujo de trabajo con este fin. Esta disciplina está enfocada

principalmente al desarrollo de software de gestión, donde existe un negocio establecido y en los casos en que el negocio no sea visible, propone modelar el dominio del sistema con el fin de identificar los principales conceptos del sistema y representarlos gráficamente.

Al tratar de aplicar esta disciplina al modelado de un SWE los resultados son insuficientes, pues las funcionalidades de este tipo de software vienen a determinarse luego de definir estrategias y planes de formación que en la mayoría de los casos son definidos al efecto del SWE para solventar un problema de aprendizaje específico, y para ello las actividades establecidas en la disciplina de Modelado del Negocio no resuelven esta necesidad.

Esta afirmación quedó demostrada en la aplicación de la metodología al desarrollo de SWE en la asignatura de Ingeniería de Software I, durante el curso 2005-2006 en la Facultad 8, donde se experimentó con algunos grupos de docentes el uso de RUP para diseñar proyectos de SWE usando UML y OMMA-L como lenguaje de modelado. Los resultados de los proyectos de cursos evidenciaron las carencias de la metodología para definir un Modelo de Negocio que reflejara la didáctica del software y en consecuencia, se cargaba mucho más el flujo de Requerimiento, no cumpliendo objetivo el desarrollo del flujo de Modelado de Negocio.

Por otro lado, cuando se estudian las metodologías de desarrollo de SWE existentes, muchas parten del Diseño Instruccional, definiéndose este como el proceso de análisis de las necesidades de los estudiantes e identificación de los objetivos instructivos, y el desarrollo de estrategias para identificar y mitigar estas necesidades; teniendo sus raíces en el estudio del comportamiento humano (MORRISON *et al.* 2004; SRINIVAS 2008). Incluido el desarrollo de los materiales instruccionales y las actividades para lograr los objetivos; y las pruebas y evaluaciones de todas las instrucciones y actividades desarrolladas.

Sin embargo, aunque el Diseño Instruccional surgió a partir del empleo de las computadoras para planificar instrucciones y con estas lograr objetivos de aprendizaje, ya su utilidad se va más allá, al desarrollo y planificación de contenidos que ayuden a adquirir conocimiento en una temática dada, y con esto al desarrollo de materiales instructivos que ayuden en este proceso. Por ello, el decir que el diseño instruccional está enfocado al desarrollo de SWE se queda muy por debajo de las posibilidades reales de esta ciencia, y es la razón por la que en este trabajo se define este proceso como Modelado Conceptual, que se auxilia de algunas actividades del Modelado de Negocio y del Diseño instruccional con el único fin de modelar pedagógicamente un SWE.

Por lo anterior dicho, se recomienda que el desarrollo de un SWE sea precedido de un diseño instruccional, lo que garantiza la efectividad del software para solventar objetivos instruccionales establecidos.

### **2.1.3 Nuevas disciplinas que se añaden al proceso**

Resulta de gran importancia en el campo de las tecnologías educativas las teorías de la comunicación (HEREDIA and ESCAMILLA 2009), teniendo sus inicios en el modelo Shanon-Weaver Model (1948) y evolucionando con la interacción hombre-máquina para dar paso a otros modelos de comunicación como el Cognitive System Engineering (CSE) (HOLLNAGEL and WOODS 1963) que describen el proceso de comunicación e interacción entre el hombre y el computador. Siguiendo esta idea, gana especial atención la estrecha comunicación que se ha de establecer entre el estudiante y el SWE a través de su interfaz y los recursos lúdicos (PIERCE 1980), para lograr el máximo aprovechamiento del primero sobre los contenidos y las instrucciones del segundo, que permitan así lograr el objetivo con que fue desarrollado dicho software.

Por tal motivo, y teniendo en cuenta que varios autores, tales como (MARQUÈS 1996; PÉREZ *et al.* 2003), le confieren especial importancia al desarrollo de los elementos de interfaz gráfica de acuerdo a requisitos específicos de calidad, se precisa de una disciplina que describa como han de desarrollarse estas tareas. A esto se le suma la poca atención que le confiere RUP al diseño gráfico, dado por la naturaleza de su enfoque.

Tales fundamentos son los que inducen a tomar la decisión de establecer en la presente propuesta el diseño gráfico como una disciplina. Y por razones semejantes, la Gestión de Recursos Audiovisuales también se incorpora como disciplina, por su necesidad de asegurar los recursos audiovisuales del SWE adecuados a las características del software.

Debe señalarse que ambas disciplinas no contemplan actividades ingenieriles en su flujo de trabajo, pero a pesar de ello, tienen una fuerte influencia en el proceso de desarrollo por los resultados que se obtienen de estas y su relación con las demás disciplinas del proceso, y por tales motivos influyen fuertemente en el tiempo de desarrollo del proyecto.

### **2.1.4 Condiciones de éxito**

Para lograr el objetivo sobre el que se fundamenta la presente propuesta, se parte del supuesto de que el recurso humano domina los elementos básicos de alguna metodología de desarrollo, preferiblemente RUP o tiene alguna experiencia en el desarrollo de proyectos de SWE. Además, debe garantizarse que las responsabilidades de las entidades y personas



participantes en el proyecto estén formalizadas, siendo la condición idónea el establecimiento de relaciones contractuales al efecto.

### **2.1.5 El ciclo de vida del proyecto**

El ciclo de vida de los proyectos de SWE debe estar determinado por su tamaño y nivel de complejidad. Un proyecto de SWE debe ser de corta duración para lograr el impacto esperado y asegurar la efectividad de su diseño.

RUP propone un ciclo iterativo e incremental basándose en el supuesto del gran esfuerzo que ha de realizarse para desarrollar un software comercial, pudiendo durar entre varios meses hasta un año o más. Fundamentando la posibilidad de dividir el trabajo en partes más pequeñas o mini-proyectos que constituyen una iteración que resulta en un incremento, donde las iteraciones hacen referencias a pasos en el flujo de trabajo, y los incrementos, al crecimiento del producto (JACOBSON *et al.* 2000).

En el presente trabajo se propone el prototipado-evolutivo (DAVIS 1992). El principal fundamento recae en la posibilidad que brinda este modelo: obtener prototipos durante el desarrollo del proceso; permitiendo la validación del modelo pedagógicos en varias etapas. Además, con una adecuada estrategia de desarrollo e implantación permite obtener resultados visibles para el cliente a corto plazo.

El principal inconveniente que presenta este tipo de ciclo de vida es la inserción frecuente de nuevos requisitos al sistema (CENTERS\_FOR\_MEDICARE\_AND\_MEDICAID\_SERVICE 2005; DAVIS 1992), pero ello debe resolverse si se gestionan los requisitos adecuadamente.

Además de los dos ya mencionados, existen otros ciclos de vida que pueden ser utilizados como son: el desarrollo en cascada, el desarrollo en espiral y el desarrollo ágil, entre otros. (BENEDIKTSSON *et al.* 2006; CENTERS\_FOR\_MEDICARE\_AND\_MEDICAID\_SERVICE 2005)

En cualquier caso, la selección debe estar determinada por las características del proyecto ha desarrollar y en función del modelo ha de planificarse las etapas y los hitos del proyecto, que permitan al gestor del proyecto planificar y controlar el proceso de desarrollo.

## **2.2 ¿Cómo se estructura el proceso?**

El proceso, desde una vista lineal, quedaría como muestra la figura 7 del Anexo 12, donde este se inicia con el Modelado conceptual, diseño instruccional enfocado a tener como resultado un SWE. Una vez concluido este proceso se inicia la Gestión de requisitos donde evolutivamente se contemplan los requisitos del sistema, del diseño pedagógico y diseño

gráfico, dando paso a los procesos Análisis y Diseño del Sistema, Diseño Gráfico y Gestión Audiovisual, que pueden comenzar a ejecutarse en paralelo. En el proceso de diseño se define la arquitectura del sistema y está relacionado con el proceso de Diseño Gráfico por la posibilidad de este de modificar requisitos. Con el proceso de Gestión Audiovisual se obtienen los recursos audiovisuales que se incorporarán en el software. Dependiente del Diseño de Sistema se inicia el proceso de Implementación donde se desarrolla el sistema. Finalmente, se realizan los procesos de Prueba, que valida funcionalidad e impacto en el aprendizaje y el de Implantación, en los casos que lo requieran.

### **2.2.1 Modelado conceptual**

El *Modelado conceptual* constituye la disciplina más importante en el desarrollo de un SWE. Es la primera disciplina que se ejecuta y aunque puede refinarse durante el desarrollo del proyecto, generalmente permanece invariable. Tiene como principal objetivo modelar pedagógicamente el sistema que se va a desarrollar.

Todo modelo pedagógico debe tener en cuenta cuatro factores fundamentales (MORRISON *et al.* 2004): el público al que va dirigido el modelo, los objetivos pedagógicos que se quieren lograr, los métodos que se desarrollarán para lograr estos objetivos y los procedimientos de evaluación que comprobarán cuán efectivo fue el modelo desarrollado.

De tal forma que las actividades para este proceso quedarían como se ilustra en la figura 8 del Anexo 12.

Comienza analizando si existe un diseño instruccional previo, de ser así, se estudia este diseño instruccional y se procede al diseño conceptual del SWE. De lo contrario, se procede a realizar las actividades asociadas al diseño instruccional que permiten obtener la información requerida para el modelo pedagógico del software. A continuación se realiza una explicación más detallada de cada actividad.

#### **Estudio del diseño instruccional**

Si existe un diseño instruccional previo, debe realizarse un análisis de este para detectar posibles carencias, familiarizarse con el modelo definido e identificar la información que será punto de partida para las próximas actividades.

#### **Análisis contextual y caracterización de la audiencia**

El análisis contextual permite reconocer las características del entorno que pueden influir en el logro de los objetivos y con ello acotar el alcance de la solución. También posibilita al diseñador instruccional acercarse más a la realidad del usuario final mediante ejemplos y escenarios que faciliten el aprendizaje (ALESSI and TROLLIP 1991).

Deben tenerse en cuenta tres tipos de contextos principalmente: el contexto orientado, que se centra en el estudiante; el contexto instructivo, que brinda información sobre el ambiente, las tareas y la organización; y finalmente el contexto de transferencia, que se basa en la transferencia de conocimiento a nuevas situaciones (MORRISON *et al.* 2004).

A continuación se prosigue con la caracterización de la audiencia, cuyo objetivo principal es identificar las características más críticas de los usuarios del software, que puedan influir en el logro de los objetivos instruccionales del modelo y que deben ser tomados en cuenta en el plan instruccional.

Cuando se realiza una caracterización de la audiencia también hay otros tipos de información que puede ayudar a identificar las competencias individuales que deben tomarse en cuenta a la hora de realizar el diseño pedagógico: la formación académica, las características personales y sociales y otras no convencionales como la diversidad cultural y discapacidades para el aprendizaje. El diseñador instruccional debe evaluar los elementos que se derivan de las actividades anteriormente descritas y definir hasta qué punto son relevantes en el modelo que se está diseñando para cubrir las necesidades identificadas en la actividad anterior (MORRISON *et al.* 2004).

### **Valoración del problema y Análisis de las necesidades**

Cuando se desarrolla un SWE se hace pensando que el mismo es la solución -o parte de ella- a determinado problema instruccional, de ahí que dicho problema haya sido de esta forma identificado. Por ello en esta actividad se realiza un estudio de la veracidad del problema pedagógico y se identifican las necesidades pedagógicas asociadas a este.

Para identificar las necesidades se pueden utilizar tres técnicas: la *valoración de las necesidades*, el *análisis de los objetivos*, o la *valoración de rendimiento*; y aunque bastaría con utilizar una de estas técnicas, usualmente se emplea una combinación de ellas (MORRISON *et al.* 2004).

La selección de una o más técnicas a utilizar está determinada por la viabilidad que puedan tener las mismas para las situaciones que se presentan.

La *valoración de las necesidades* es más efectiva cuando se conoce muy poco de la organización o el entorno donde se requiere el entrenamiento. Por otra parte, el *análisis de los objetivos* parte de un problema a solucionar; generalmente, es llevado a cabo por una persona que tiene amplio conocimiento de la audiencia y el problema a resolver. Finalmente la *valoración del rendimiento* se utiliza cuando se tiene supuestamente identificado el problema y se solicita el diseño instruccional; en este caso debe hacerse un estudio de la veracidad del problema y de ser positivo se prosigue a la solución.

## **Análisis de las tareas**

El análisis de las tareas es la actividad más importante (HANNUM *et al.* 1999; MORRISON *et al.* 2004). Consiste en una colección de pasos para definir el contenido de una unidad instruccional (MORRISON *et al.* 2004; ROTHWELL and KAZANAS 1998), que responda a las necesidades identificadas.

El análisis de las tareas tiene como función (HANNUM *et al.* 1999):

- Clasificar las tareas como resultados de aprendizajes.
- Contabilizar las tareas.
- Seleccionar las tareas.
- Descomponer las tareas.
- Secuenciar las tareas y los componentes de estas.
- Clasificar los resultados de aprendizaje.

Existen tres técnicas para el análisis de los contenidos y las tareas (MORRISON *et al.* 2004; ROTHWELL and KAZANAS 1998): el análisis de tópicos que se emplea principalmente cuando se necesita definir conocimiento cognitivo; el análisis procedural, que se usa para tareas psicomotoras, tareas de empleo o secuencias cognitivas que involucran una serie de pasos, y el método de incidente crítico, que es útil cuando es necesario analizar habilidades interpersonales, es decir, puede identificar diferentes puntos de vistas sobre un tema a tratar.

## **Diseño de objetivos y estrategias instruccionales**

Los objetivos instruccionales o de desempeño, tienen tres funciones principales: la primera es la de seleccionar y organizar las actividades instructivas y los recursos necesarios que faciliten un aprendizaje efectivo; la segunda, proveer una plataforma para concebir como será evaluado el estudiante; y la tercera, definir las habilidades o conocimientos que deben alcanzar los estudiantes una vez terminada una materia.

Los objetivos están incluidos en tres grupo fundamentales: *cognitivos*, *psicomotores* y *afectivos*. Los *cognitivos* se enfocan en incrementar el conocimiento y/o las habilidades intelectuales. Los objetivos *psicomotores* se enfocan en construir habilidades motoras, que requieren del uso y coordinación del cuerpo humano. Mientras que los *afectivos* se enfocan en inculcar valores. Todas las tareas deben clasificarse en uno de estos dominios para poder describir clara y objetivamente lo que debe lograr el estudiante. Dentro de una unidad de instrucción pueden incluirse más de un dominio de aprendizaje.

Una vez que se definen los objetivos se procede al diseño de la estrategia instruccional, la cual surge del análisis de estos objetivos (ROTHWELL and KAZANAS 1998) y no es más que un plan para exponer a los estudiantes a experiencias que les ayuden a adquirir conocimiento, habilidades intelectuales, habilidades motoras o nuevas actitudes.

### **Diseño de los contenidos**

Se inicia esta actividad con la definición de la secuencia más apropiada en que se presentarán los contenidos relacionados con los objetivos instructivos (MORRISON *et al.* 2004).

Existen varios métodos para secuenciar la información, dentro de estos se encuentra el método "esquema de Posner y Strike" (MORRISON *et al.* 2004) que es por el que nos guiaremos para el presente trabajo; otras formas de secuenciación se pueden encontrar en (ENGLISH and REIGELUTH 1995; ROTHWELL and KAZANAS 1998).

Una vez definida la secuencia de los objetivos se procede a analizar la forma más conveniente de presentar la información. Para ello hay dos momentos, el primero es definir la estrategia preinstruccional. Esta no es más que la forma en que se introduce a los estudiantes a las unidades de información y se definen cuatro formas de introducción: la preevaluación, la definición de objetivos a lograr, recuento general y organización avanzada.

En segundo lugar, se deben definir las pautas a seguir a la hora de especificar la información textual. En este punto se establecen los estilos de la estructura de la información, de las señales que se envían al estudiante y de los títulos; la definición es muy general y debe centrarse en explicar su objetivo en el modelo pedagógico, para que luego se tengan en cuenta estas especificaciones en la etapa de diseño gráfico.

Una vez secuenciados los contenidos se procede a desarrollar los materiales instructivos.

### **Diseño de la solución**

Esta actividad consiste en realizar una representación de la pantalla instruccional, especificar los principales detalles del modelo que hará funcionar al sistema y listar los recursos adicionales necesarios. Para esto, se debe definir detalladamente cómo estará estructurado el programa, cómo se progresa o fluye a través de cualquier opción posible dentro de él, elegida por el usuario o por la computadora. Debe incluir, por tanto, un análisis de la modularidad y jerarquía, de ser necesario, la utilización de mapas conceptuales favorece el trabajo, y tener en cuenta las características del público al que va dirigido (COLECTIVO-DE-AUTORES-MINED 2004).

Para el diseño de la solución deben tenerse en cuenta algunos principios dados por (GONZÁLEZ 2000; MARQUÈS 1999a):

- Originalidad y uso de tecnología avanzada.  
Resulta deseable que se presenten entornos originales, distintos de otros materiales conocidos. Se recomienda la yuxtaposición de dos o más sistemas simbólicos.
- Facilidad de uso e instalación.  
Contribuyendo a que sean agradables, fáciles de usar y autoexplicativos.
- Sistema de ayuda.  
Los sistemas de ayuda deben permitir al usuario conocer en donde se encuentra en cada momento.
- Flexible navegación e interacción.  
Con este principio debe lograrse que la navegación dentro del software sea intuitiva, el usuario puede decidir en cada momento hacia donde desea moverse. Debe mostrar varias formas de acceder a la información. El análisis de las respuestas por el software debe ser avanzado, permitiendo diferencias no significativas entre lo introducido por el usuario y lo esperado por el sistema.
- Capacidad de motivación.  
Las actividades de los programas deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido, sin provocar ansiedad y evitando que los elementos lúdicos interfirieran negativamente en los aprendizajes.
- Adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo.  
El sistema debe ser capaz de enfocarse en las características del usuario, desarrollo cognitivo, capacidades, intereses y necesidades, siendo posible identificar los progresos que vaya alcanzando el usuario.

### **Validación del modelo**

La validación del Modelo garantiza que se ha conceptualizado el software según las necesidades de los clientes, además comprueba la actualidad y el impacto de los contenidos.

Se inicia con el diseño de las pruebas, donde se establecen los parámetros a medir en cada caso y el plan de prueba. Luego se procede a realizar las pruebas según su pertinencia. (ROTHWELL and KAZANAS 1998) definen que las evaluaciones van en dos sentidos, hacia el contenido y hacia los métodos utilizados para transmitir los contenidos, por tanto se propone que se realicen las Revisiones de experto y la Exposición a usuarios.

Las Revisiones de experto son conducidas por expertos en contenido y evalúan el contenido de la instrucción.

La Exposición a usuarios consiste en exponer, por parte del diseñador instruccional, a personas con cierta responsabilidad en el curso, los contenidos y los métodos empleados. Durante esta prueba se evalúa el grado de aceptación y de familiarización del modelo respecto al problema instruccional.

Finalmente se realiza la etapa de análisis y evaluación de los resultados de las pruebas donde se procede a refinar el modelo pedagógico o a la siguiente fase del proceso.

### **2.2.2 Gestión de requisitos**

La disciplina en cuestión es una aproximación sistemática para obtener, organizar y documentar los requisitos del sistema, este proceso establece y mantiene los acuerdos entre el cliente y el equipo de proyecto, en cuanto a los cambios de las funcionalidades del sistema (OBERG et al. 2002).

Durante este proceso se tiene en cuenta a RUP (JACOBSON et al. 2000) que define para la gestión de requisitos cuatro pasos invariantes, a su vez estrechamente relacionados entre sí:

1. Enumerar los requisitos candidatos.
2. Comprender el contexto del sistema.
3. Capturar los requisitos funcionales.
4. Capturar los requisitos no funcionales.

Como parte de la disciplina Gestión de Requisitos se realizan algunas variaciones a las actividades, que tienen como punto de partida al proceso de Modelado Conceptual y puede recibir retroalimentación del proceso Diseño Gráfico, quedando este flujo de trabajo de la manera en que se puede observar en la figura 9 del Anexo 12.

#### **Análisis del diseño propuesto**

Durante esta actividad se realiza un estudio del modelo pedagógico identificando elementos que pudieran resultar determinantes en la definición del sistema, se revisan los requisitos primarios y se propone una solución macro. Además, se define la visión del proyecto.

#### **Capturar requisitos del diseño gráfico**

La captura de los requisitos a partir del diseño gráfico obviamente depende de la ejecución total o parcial de ese proceso. El diseño gráfico puede modificar estructuras y elementos de interfaz que pueden traer consigo modificaciones al sistema.

### **Definir sistema**

Fomenta el acuerdo sobre el ámbito del sistema y esboza los requisitos clave (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).

### **Gestión de cambio**

Se gestionan los cambios en los requisitos y se valora su impacto global (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).

## **2.2.3 Análisis y Diseño del sistema**

El análisis y diseño explica cómo transformar los productos de trabajo de los requisitos en los productos de trabajo que especifiquen el diseño del software que el proyecto va a desarrollar (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).

Las finalidades de análisis y diseño son:

- Transformar los requisitos en un diseño del sistema en creación.
- Evolucionar una arquitectura sólida para el sistema.
- Adaptar el diseño para que se ajuste al entorno de implementación, con un diseño pensado para el rendimiento.

En la presente propuesta no se sugieren variaciones a las disciplinas de Análisis y Diseño presentadas RUP.

## **2.2.4 Diseño gráfico**

El Diseño gráfico, en los adelante DGr, comprende los procesos de concepción y realización de este para un producto o colección de SWE en función del sistema propuesto hasta el momento.

Debe aclararse que el diseño de este flujo de actividades es el resultado de la experiencia de trabajo adquirida en el desarrollo de proyectos de SWE a lo largo de cinco años, y se estableció como política de trabajo entre los diferentes integrantes de las diferentes áreas de desarrollo, dígame diseñadores gráficos, desarrolladores y diseñadores instruccionales, entre otros.

## **Análisis de las necesidades**



Durante esta actividad se realiza un estudio de la documentación existente para la realización del diseño. Se aconseja que se realicen encuentros donde participen los diseñadores instruccionales y los analistas del sistema, para lograr una armonía y un entendimiento de lo que espera el diseñador instruccional del DGr y del funcionamiento del sistema definido por el analista.

### **Propuesta de diseño gráfico**

Durante esta actividad el diseñador gráfico realiza y/o refina la propuesta del diseño de la interfaz, la cual debe ser aprobada por un equipo de revisores donde no deben faltar el analista del sistema y el diseñador instruccional. De no ser aprobada esta actividad se regresa a la actividad anterior, Análisis de las necesidades.

### **Realización del diseño**

Una vez aprobado el diseño, se terminan de realizar los restantes elementos del diseño que se requieren para completar la interfaz de usuario del sistema. Esta actividad suele realizarse en iteraciones, que al finalizar cada una pasa por un proceso de aprobación como en el caso de la propuesta de diseño gráfico.

## **2.2.5 Gestión de recursos audiovisuales**

La búsqueda y producción de los recursos audiovisuales se realiza durante la presente disciplina, que al igual que el DGr, no pertenece a la ingeniería de software, sin embargo, el tiempo y la calidad con que se realicen sus actividades resulta determinante para el éxito de la solución de software.

Al igual que el flujo de diseño gráfico, se estableció el presente flujo de trabajo como política entre los integrantes del proyecto de las diferentes áreas del desarrollo, en este caso, diseñadores gráficos, gestores audiovisuales, diseñadores instruccionales y desarrolladores, principalmente.

### **Análisis de las necesidades**

Esta actividad tiene como objetivo lograr que los gestores de recursos comprendan la caracterización de los elementos audiovisuales descritas por los expertos en contenido y diseñadores instruccionales durante la etapa de Modelado Conceptual. Una vez revisado cada elemento, se establece una prioridad entre los recursos a gestionar según las necesidades del equipo de desarrollo.

### **Gestión de los recursos**

Una vez establecido el orden de gestión de los recursos se procede a la localización de estos. Ello tiene el siguiente orden:

1. Búsqueda en los repositorios internos.
2. Búsqueda en los repositorios externos.

Si no se encuentra el recurso, el gestor debe identificar posibles variantes que han de ser llevados a consulta con el diseñador instruccional, donde este decide si alguna de estas variantes sirve al propósito instructivo con que fue identificado el recurso. En algunos casos se hace necesario la compra o solicitud de la licencia de uso de uno o varios recursos, en dicho caso, se sugiere revisar el flujo de trabajo definido por (BAEZ 2007), donde se pauta la gestión legal asociado a un recurso audiovisual.

Si no hubiera resultados para el elemento en cuestión se procede a su producción, que implica la participación de un equipo especializado en la producción del recurso en cuestión. Durante esta actividad, se requiere la participación activa del diseñador instruccional para lograr los resultados más convenientes.

Los recursos audiovisuales en cualquiera de sus variantes, gestionados o producidos, están obligados a cumplir con los requisitos técnicos definidos en los Requisitos No funcionales.

### **Aceptación de los recursos**

Este proceso termina con la revisión de los recursos según los requisitos técnicos y pedagógicos pautados, de ser aprobados se guardan en el repositorio de recursos. Si no son aprobados se vuelve a la actividad de análisis de las necesidades.

### **2.2.6 Implementación**

Esta disciplina explica cómo desarrollar, organizar, realizar pruebas de unidad e integrar los componentes implementados basándose en las especificaciones de diseño (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003). La finalidad de la implementación es:

- Definir la organización del código, en términos de los subsistemas de implementación organizados en capas.
- Implementar los elementos de diseño en términos de los elementos de implementación.
- Probar y desarrollar componentes como unidades.
- Integrar los resultados producidos por los implementadores en un sistema ejecutable.

En la presente propuesta no se sugieren variaciones a la disciplina de Implementación presentadas RUP.

### **2.2.7 Prueba**

Son varios los autores que han propuesto modelos de evaluación para SWE. Entre ellos se encuentran (DÍAZ-ANTÓN *et al.* 2002; DORREGO 1994; GONZÁLEZ 2000; MARQUÈS 1999a; PÉREZ *et al.* 2003; ROTHWELL and KAZANAS 1998) y todos concuerdan con que la evaluación tiene dos sentidos fundamentales, el pedagógico y el técnico.

Para integrar las pruebas del modelo pedagógico al flujo que establece RUP deben programarse las Pruebas de Impacto y las Pruebas de Aceptación del Modelo en el Plan de prueba.

Las Pruebas de Aceptación del Modelo se realizan finalizadas las pruebas técnicas, cuando se tiene un producto de software libre de problemas y evalúan si el producto cumple con los objetivos instructivos correspondientes.

Las Pruebas de Impacto se realizan en la disciplina de Despliegue como parte de las Pruebas de Aceptación y tienen como objetivo evaluar el impacto del producto final en la audiencia. Las pruebas que se sugieren son: (ROTHWELL and KAZANAS 1998)

- Pruebas pilotos individuales: estas pruebas se realizan con el objetivo de analizar como un estudiante asimila los materiales instructivos.
- Pruebas pilotos a grupos: tienen como objetivo determinar cuan bien un grupo piloto de estudiantes son capaces de asimilar los contenidos y los métodos instructivos.

### **2.2.8 Implantación**

La disciplina del Implantación describe las actividades asociadas a garantizar que el producto de software esté disponible para los usuarios (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003). En la presente propuesta no se sugieren variaciones a la disciplina de Implantación presentada en RUP.

## **2.3 Roles**

En el presente epígrafe se presenta una relación de los roles y los artefactos que generan. Resulta pertinente aclarar que los roles que se exponen en este epígrafe son los relacionados con los aportes presentados en esta propuesta, el resto de los roles serán los propuestos por RUP y no serán descritos; para conocer más sobre estos roles puede revisarse en (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).

El primer rol que se relaciona es el **diseñador instruccional (DI)**, el cual debe tener amplios conocimientos sobre:

- Teorías de aprendizajes, teorías de psicología educativa y métodos de cognición (MORALES 2006)
- Técnicas de recopilación y análisis de información (MORRISON et al. 2004)
- Metodologías y técnicas para el análisis de tareas, diseño de estrategias instruccionales y diseño de los contenidos (MORALES 2006; TROUPIN 2000)
- Metodologías y técnicas de evaluación de diseño instruccional
- Arquitectura de información

Este es el encargado, en primer lugar, de valorar si la solución al problema planteado está en un diseño instruccional (MORRISON *et al.* 2004). Diseña las estrategias que permitan suplir las necesidades de aprendizaje teniendo en cuenta las características del público al que va dirigido el curso. Elabora los planes instruccionales (WADE 1995) y diseña las herramientas necesarias para evaluar al estudiante y el contenido, durante el Modelado Conceptual y la disciplina de Prueba (En el Anexo 9 se exponen algunos aspectos a la hora de diseñar pruebas y validaciones pedagógicas). Además, vela porque exista una coherencia entre la tecnología a usar y los objetivos instruccionales (AGUIRRE 2007).

El **DI** es responsable de desarrollar el Modelo pedagógico a lo largo de las actividades del Modelado Conceptual: Estudio del contexto y caracterización de la Audiencia, Valoración del problema y análisis de las necesidades, Análisis de las tareas, Diseño de los objetivos y estrategias instruccionales, Diseño de los contenidos, aunque la tarea del desarrollo de los contenidos es responsabilidad del **Experto en contenido**, el diseñador apoya en la selección de los recursos audiovisuales que se usarán para enriquecer la información; Diseño de la Solución y finalmente, Estudio del Diseño Instruccional propuesto. Durante la actividad Diseño de la Solución, el **DI** debe estructurar la información en las pantallas del software y determinar, con ayuda del **Analista del sistema**, las funcionalidades imprescindibles que debe contener el software para lograr los objetivos instructivos propuestos, que también se reflejan en el Modelo Pedagógico.

El segundo rol que se presenta es el **Experto en contenido**, al que ya se le hizo referencia anteriormente. Es el encargado de proporcionar información que ayude a identificar los vacíos del contenido identificado, clarificar las necesidades de la formación y diseñar el plan (WADE 1995).

Además, suministran a tiempo y de forma ordenada los contenidos requeridos. Ofrecen sugerencias sobre el diseño y revisan el contenido para que sea preciso y completo y proporciona observaciones sobre el diseño y la redacción. Apoya al **DI** durante la secuenciación de los contenidos en la actividad Diseño de los contenidos y desarrolla los contenidos identificados que quedan plasmados en el Guión de contenidos.

El **Analista de sistema** dirige y coordina la adquisición de requisitos esquematizando la funcionalidad del sistema y delimitándolo (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003). Además de las responsabilidades descritas en RUP, el analista deberá participar en la actividad de Diseño de la Solución, en el Modelado conceptual, para apoyar durante la identificación de las funcionalidades básicas del producto.

En el proceso de DGr, el principal rol es el **Diseñador gráfico**, quien es el encargado de guiar y desarrollar las actividades del diseño de gráfico. Son entregables de este proceso el Manual de diseño y los Productos de diseño que se almacenan en los repositorios del proyecto.

El **gestor de recursos audiovisuales** es el encargado de realizar las actividades relacionadas análisis y localización de los recursos audiovisuales y debe tener conocimientos en gestión de información. Durante este proceso se generan productos audiovisuales que se almacenan en los repositorios del proyecto

**Otros roles** que pudieran participar en el proceso son: **Psicólogos, sociólogos, Pedagogos**, etc., que pudieran apoyar en las actividades del Modelado Conceptual. Si el proyecto tiene un alto componente de ilustraciones y animaciones se incorporan **Ilustradores y Animadores** para agilizar las actividades del diseño gráfico; y si fuera necesario, durante la producción de material audiovisual, pudieran participar **Sonidistas, Fotógrafos, Camarógrafos** y otros especialistas del área.

## **2.4 Artefactos**

En el presente epígrafe se hará una descripción de los artefactos que no se encuentran en RUP o que han sido modificados y que son necesarios para la documentación que ha de generarse en la presente propuesta.

Parte de estos artefactos han sido propuestos por (PIÑERO *et al.* 2008) y será asumidos en la presente propuesta.

## **Modelo pedagógico**

Este documento es resultado de la Modelación conceptual. El Modelo Pedagógico deberá contener: Introducción, Descripción General, Definición estructural y la descripción detallada de componentes del modelo (PIÑERO *et al.* 2008) (Ver anexo 3 para más detalles).

## **Guión de contenido**

Se obtiene como resultado del proceso de elaboración de los contenidos de acuerdo a las definiciones del Modelo Pedagógico. El Guión de Contenidos deberá contener los siguientes elementos: Especificación de los contenidos y Listado con los recursos audiovisuales con su descripción (PIÑERO *et al.* 2008) (Ver anexo 4 para más detalles).

## **Visión de proyecto**

Documento que contiene las expectativas que deberá cubrir el Proyecto. La Visión del proyecto deberá contener los siguientes elementos: Propuesta de Nombre del Proyecto, Situación actual, Solución sugerida, Requisitos de calidad percibida, Entorno de desarrollo, Clientes y usuarios, Etapas y Entregables, y el Esquema de control y seguimiento propuesto para el proyecto (PIÑERO *et al.* 2008) (Ver anexo 5 para más detalles).

## **Especificación de requisitos**

Es el resultado del proceso de levantamiento de requerimientos y se guía por las características básicas definidas en el Modelo Pedagógico. Deberá contener: Descripción General de la solución, Requerimientos Funcionales y Requerimientos no Funcionales (PIÑERO *et al.* 2008) (Ver anexo 6 para más detalles).

## **Descripción de los casos de uso**

En este artefacto se define el Modelo de casos de uso y se describen los mismos. El modelo de casos de uso modela las funciones deseadas para el sistema y su entorno y sirve como contrato entre el cliente y los desarrolladores. Se utiliza como entrada esencial para las actividades de análisis, diseño y prueba (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003). Se propone que durante la realización de este modelo se tenga en cuenta el lenguaje APEM-L propuesto por (CIUDAD, FEBE A. 2007) en los casos que lo requiera. En los casos que se considere más prudente, este artefacto puede variarse por la propuesta de (CIUDAD, FEBE A. and HERRERA 2009) de realizar las **Descripciones de las vistas de presentación** en lugar de la **Descripción de casos de uso**.

## Documento de arquitectura del sistema

Proporciona una visión general arquitectónica completa del sistema, mediante una serie de vistas arquitectónicas diferentes para representar diferentes aspectos del sistema (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003).

Al igual que en el Modelo de casos de uso, se propone que se tenga en cuenta la propuesta de (CIUDAD, FEBE A 2006) para el uso de patrones arquitectónicos si fueran aplicables al proyecto en cuestión.

## Planillas de adquisición de recursos audiovisuales

Este artefacto se obtiene durante la Gestión de requisitos y parte del Guión de contenidos que se obtuvo durante la el Modelado Conceptual. Contiene una definición de las características técnicas que han de tener los recursos audiovisuales y una descripción detallada de cada recurso (Ver Anexo 7 para su descripción).

Los recursos audiovisuales serán referenciados empleando un código identificador único en todo el guión (que a la vez es el nombre del fichero a entregar). Este nombre se conforma de la siguiente manera:

La letra que identifica el tipo de recurso + número consecutivo para diferenciar a uno del otro. Ej. I34 – se refiere a la imagen 34, V22- Se refiere al video 22, PC13, se refiere a la palabra caliente número 13, y así sucesivamente.

A continuación se puede observar la relación entre las letras y el tipo de recurso más usada.

Tipo de recurso	Identificador
Imagen fija	I
Sonidos	S
Videos	V
Animaciones	A
Locuciones.	L
Palabras Calientes	PC

En la escritura de cada guión, el experto hará referencia a los recursos según la identificación antes mencionada.

Deberá crearse una planilla de adquisición por cada tipo de recurso. La que tiene como objetivo la caracterización necesaria para su localización física.

## Manual de diseño

Este artefacto se obtiene a partir de la realización de un proceso investigativo, tomando como base el Modelo Pedagógico y la Especificación de Requerimientos (PIÑERO *et al.* 2008). Debe contener la definición de: Estrategia de Identidad, Identificador(es),

Aplicaciones de la Identidad Visual y Pautas generales de diseño de interfaz gráfica (LEMUS 2009; PIÑERO *et al.* 2008) (Ver anexo 8 para más detalles).

## **2.5 Actividades relacionadas al proceso de desarrollo**

Durante el desarrollo de proyectos de SWE se generan varios productos que pueden ser respaldados por propiedad intelectual. Iniciando por el modelo pedagógico, los productos de diseño gráficos, los recursos audiovisuales que se produzcan o se gestionen, hasta los productos de software. Es por ello que se sugiere que durante el proceso de desarrollo se realice una adecuada gestión legal. En (BAEZ 2007) se realiza una propuesta que puede tenerse en cuenta para ello.

En determinados escenarios: la Modelación conceptual, el Diseño gráfico y la Gestión audiovisual pueden ser actividades subcontratadas. Es por ellos que deben definirse durante la Gestión del proyecto los elementos de control que permitan mitigar cualquier riesgo que pudiera derivarse de esta actividad, de forma tal que no den al traste con el desempeño del proyecto. Además, deben establecerse las políticas pertinentes que garanticen el flujo de información entre las actividades externas e internas del proyecto y que permitan en todo momento el control de los productos de trabajo.

Durante la etapa de Planificación en la Gestión de proyecto deben identificarse los hitos que permitan ir obteniendo prototipos que permitan la evaluación constante de los productos de trabajo.

Además, se propone el uso del Modelo de Evaluación del Proceso de desarrollo del Software Educativo (MEPDSE) propuesto por (MARTÍNEZ and RAMOS 2007) con el objetivo de garantizar la calidad del proceso y en consecuencia del producto. Dicho modelo permite hacer revisiones sistemáticas al proceso de desarrollo e ir identificando y corrigiendo tempranamente los problemas. Provee un marco de evaluación ajustado a este tipo de proceso, identifica los puntos críticos y establece las medidas de calidad para las evaluaciones que suceden durante el ciclo de desarrollo. Al finalizar la evaluación brinda el grado de satisfacción del proyecto y propone medidas correctivas si fueran necesarias.

## **2.6 Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se dio cumplimiento al objetivo del trabajo relacionado con la definición del proceso para el desarrollo de proyectos de SWE.

Partiendo de un proceso bien establecido como lo es RUP, se identificaron las necesidades para adaptarlo al proceso de desarrollo que se estudia y en base a esto se realizó la propuesta. La misma está integrada por las disciplinas del proceso, las actividades que se



realizan en estas disciplinas y los roles y artefactos que intervienen, en el Anexo 11 figura 1 se puede observar la relación antes mencionada.

Se destaca que aunque esta propuesta es de gran utilidad, no es de estricto cumplimiento en su definición; antes de aplicarla debe analizarse las dimensiones y características del proyecto y usar los elementos realmente necesarios que permitan un resultado exitoso.

Además, se propuso el uso de MEPDSE como estrategia de evaluación del proceso, que permitirá ir gestionando la calidad durante el desarrollo de manera que el resultado pueda ser el deseado y se sugirió la integración con resultados de otras investigaciones que permitan obtener un marco de trabajo más completo.

## **Capítulo 3. Valoración de la propuesta del proceso de desarrollo de SWE**

La evaluación de las investigaciones científicas juega un papel fundamental, en términos de control de calidad, en los sistemas de producción científica certificada; incidiendo determinadamente en la dirección del desarrollo del conocimiento de las diversas disciplinas (MENÉNDEZ 2004).

En el presente capítulo, se realiza la valoración de la investigación valiéndose del método multicriterio “Evaluación de expertos” expuesto en (HERNÁNDEZ 2009) para evaluar la calidad científica, impacto y resultados esperados. Finalmente, se concluye sobre el criterio de éxito de su implantación y los principales señalamientos que le realizan a la propuesta.

### **3.1 Aplicación del método “Evaluación de expertos”**

Para llevar a cabo la evaluación se efectuaron un conjunto de pasos tal como se define en (HERNÁNDEZ 2009), los cuales se detallan a continuación.

#### **3.1.1 Criterios para la selección de los expertos**

La selección de los expertos se basó en los siguientes criterios:

1. Experiencia en el desarrollo y/o gestión de proyectos de software educativo.
2. Conocimientos de pedagogía o diseño instruccional.
3. Experiencia en la gestión de la calidad de software.
4. Conocimiento sobre metodología de la investigación.
5. Nivel científico.

#### **3.1.2 Criterios para la evaluación de la investigación**

Se elabora los criterios que fueron utilizados en la evaluación, estos se agrupan por categorías.

##### Grupo No 1: Criterios de mérito científico.

1. Valor científico de la propuesta.  
Peso.....
2. Calidad de la investigación.  
Peso.....
3. Contribución científica.

Peso.....

4. Responsabilidad científica y profesionalidad del investigador.

Peso.....

#### Grupo No 2: Criterios de implantación

5. Necesidad de empleo de la propuesta.

Peso.....

6. Claridad y completitud de la propuesta.

Peso.....

7. Aplicabilidad de la investigación a los proyectos de desarrollo de software educativo.

Peso.....

8. Adaptabilidad a diferentes tipologías de proyectos de software educativo.

Peso.....

9. Reusabilidad de los procesos en otros proyectos de desarrollo de software.

Peso.....

10. Capacidad del proceso para la admisión de cambios que impliquen mejoras.

Peso.....

#### Grupo No 3. Criterios de impacto.

11. Posibilidad de uso de la propuesta en los proyectos productivos.

Peso.....

12. Posibilidad de usar como base teórica para la definición de herramientas que permitan la automatización del proceso de desarrollo (o parte de este) de los proyectos de SWE.

Peso.....

#### Grupo No 4. Criterios económicos

13. Eficiencia en los proyectos que utilicen los resultados derivados del trabajo.

Peso.....

14. Repercusión en la asignación de los recursos del proyecto.

Peso.....

Una vez definidos los criterios se determina el peso relativo de cada grupo: es decir se asigna el por ciento que representa cada grupo de criterios del total de acuerdo con los intereses a evaluar.

Grupo No.1.....	30
Grupo No.2.....	40
Grupo no.3.....	15
Grupo No.4.....	15

Los cuestionarios para la asignación del peso de los criterios y la evaluación se pueden ver en los anexos 9 y 10.

### **3.1.3 Cálculo de la probabilidad de éxito del trabajo.**

Una vez entregadas las encuestas, se procesa la información a partir del método definido por (HERNÁNDEZ 2009).

1. Se procesa el resultado de las encuestas. Debe tenerse en cuenta que la suma del valor dado por parte de los expertos a cada criterio de un grupo no exceda del peso relativo asignado a este tal como muestra la Tabla 1 Anexo 13.
2. Se verifica la consistencia en el trabajo de los expertos, para lo que se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado ( $\chi^2$ ). Para esto se sigue el procedimiento siguiente, los resultados se muestran en la Tabla 2 del Anexo 13:
  - Sea C el número de criterios que van a evaluarse y (E) el número de expertos que realizan la evaluación.
  - Para cada criterio se determina ( $\sum E$ ) que representa la sumatoria del peso dado por cada experto, ( $E_p$ ) que representa la puntuación promedio de cada criterio y ( $\Delta C$ ) que representa la diferencia entre ( $\sum E$ ) y ( $M\sum E$ ).
  - Se calcula el peso medio de cada criterio ( $M\sum E$ ) y se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión.

$$S = \sum (\sum E - \sum \sum E / C)^2$$

- Conociendo la dispersión se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall

$$W = S / E^2 (C^3 - C) / 12$$

- El coeficiente de concordancia de Kendall permite determinar el Chi cuadrado real  $X^2_{\text{real}} = E (C-1)W$
- El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido de las tablas estadísticas.

Si se cumple:

$$X^2_{\text{real}} < X^2_{(\alpha, c-1)} \text{ Existe concordancia en el trabajo de los expertos}$$

$$M\Sigma E = \Sigma E / C = 700 / 14 = 50$$

$$S = 620$$

$$W = 0,00039$$

$$X^2 = 0,035 \quad X^2_{0,025; 13} = 5,009$$

$$X^2 < X^2_{\text{tabla}} \quad \textbf{Existe concordancia en el criterio de los expertos}$$

3. Posteriormente se identifica el peso relativo de cada criterio (P) y se calcula el Índice de Aceptación (IA) de la propuesta. Para esto se sigue el procedimiento siguiente, en la Tabla 3 del Anexo 13 se pueden observar los resultados.

- Conociendo el número de experto que realizan la evaluación (E) y la sumatoria de las puntuaciones de cada criterio  $\Sigma C$  se puede calcular el peso de cada criterio (P).
- Conociendo el peso de cada criterio (P) y la calificación dada por los evaluadores (c) en una escala de 1-5 se puede calcular el valor de  $P \times c$ .
- Para recoger la calificación dada por los expertos a cada uno de los criterios se definió un modelo el cual se expone en los anexos del trabajo. (Ver Anexo 10)
- Con el valor anterior se calcula el Índice de Aceptación del proyecto (IA).
- $IA = P \times C / 5$

4. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta, para esto se ubica el Índice de Aceptación (IA) calculado anteriormente en rangos que están predefinidos ya, en dependencia de donde se ubique, será la probabilidad de éxito que tenga la propuesta.

El Índice de Aceptación calculado es **0,82085**

**Rangos predefinidos de Índice de Aceptación.**

$IA > 0,7$  Existe alta probabilidad de éxito

$0,7 > IA > 0,5$  Existe probabilidad media de éxito

$0,5 > IA > 0,3$  Probabilidad de éxito baja

0,3 > IA Fracaso seguro

Como el índice de aceptación IA es mayor que 0,7 la probabilidad de éxito del proyecto es alta.

### **3.2 Conclusiones del capítulo**

Una vez aplicado el método de experto se obtuvo como resultado que la probabilidad de que el proyecto sea exitoso es alta, lo que significa que su aplicación a los proyectos reales de desarrollo de SWE tiene una alta posibilidad de influir positivamente en la organización y control de estos de forma más efectiva. No obstante, la falta de validación en la práctica no permite conocer las principales deficiencias del mismo y en consecuencia no se puede afirmar que se han suplido las carencias de los procesos estudiados.

Como datos más relevantes de la validación realizada se encuentra que los criterios a los que les fueron asignado más peso fueron:

5. Posibilidad de uso de la propuesta en los proyectos productivos.
6. Eficiencia en los proyectos que utilicen los resultados derivados del trabajo.

Mientras que entre los que menos pesos recibieron se destacan:

1. Reusabilidad de los procesos en otros proyectos de desarrollo de software.
2. Capacidad del proceso para la admisión de cambios que impliquen mejoras.

Evidenciándose así la necesidad latente de establecer un proceso que pauté el desarrollo de los proyectos de SWE en la UCI.

En cuanto a la valoración de los expertos respecto a la categoría que se le asignó a la propuesta resultó ser Bien, destacando que tiene novedad científica y resultados destacados, siendo una evaluación favorable al proyecto, aunque se señalaron algunos aspectos que han de ser refinados tales como:

1. La referencia a posibles arquitecturas sobre las que se puede trabajar, realizando los comentarios descriptivos necesarios en los flujos que corresponda.
2. Analizar la capacidad real de reusar las disciplinas propuestas en otros proyectos de desarrollo de software.

## **Conclusiones finales del trabajo**

Partiendo de un proceso bien establecido como lo es RUP, se identificaron las necesidades para adaptarlo al proceso de desarrollo que se requiere y en base a esto se realizó la propuesta, valiéndose a la vez, del estudio de otras metodologías existentes que permitieron aumentar la visión del investigador y crear un criterio sólido sobre las necesidades de la propuesta.

El principal resultado de este trabajo lo constituye la propuesta de proceso para el desarrollo del proyecto de SWE, que consta de las disciplinas del proceso, las actividades que se realizan en estas disciplinas y los roles y artefactos que intervienen.

Finalmente se realizó una evaluación de la propuesta mediante el método “Evaluación de expertos” que arrojó una probabilidad de éxito alta, aunque su capacidad real de ayudar en la organización y control del proceso no fue comprobada en la práctica, por tanto, el objetivo general del trabajo ha sido cumplido parcialmente.

Se destaca que aunque esta propuesta es de gran utilidad, no es de estricto cumplimiento en su definición; antes de aplicarla debe analizarse las dimensiones y características del proyecto y usar los elementos realmente necesarios que permitan un resultado exitoso.

## **Recomendaciones**

Como continuidad de la presente investigación se recomienda:

- Que el proceso sea evaluado en la práctica, lo que permitirá validar su incidencia en la organización y el control de los proyectos y realizarle las mejoras necesarias en este sentido.
- Implementar la propuesta en soporte Web para brindar la posibilidad de difundirla y lograr una generalización de su aplicación.
- Desarrollar una Herramienta de transformación de modelos que permita la trazabilidad entre los diferentes artefactos que se generan durante las actividades, que permitan realizar un proceso más limpio y controlado.
- Investigar sobre la aplicación o posibles modificaciones de las disciplinas de soporte de RUP para proyectos de SWE.
- Continuar trabajando en la integración con nuevas investigaciones que se realizan en la Universidad en el área de desarrollo del SWE.

## Bibliografía y referencias

- AGUIRRE, I. R. *Desarrollo de cursos en línea*. UNIVERSO, 2007.
- ALESSI, S. H. and S. R. TROLLIP. *Computer Based Instruction: Methods and Development*. 2nd Edition. New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1991. 432 p. 0131685929
- AMBLER, S. W. *Agile Modeling and the Rational Unified Process (RUP)*, Ambysoft Inc., 2007.
- BAEZ, D. C. *Estrategia para la protección legal durante el proceso de producción de Software Educativo en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. Departamento de la Especialidad. Ciudad de la Habana, Cuba, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007. 104. p.
- BAUZÁ, G. B. *El Guión multimedia*. Madrid, Anaya Multimedia, 2003. 575 p. 84-415-1459-3
- BENEDIKTSSON, O.; D. DALCHER, et al. *Comparison of Software Development Life Cycles: A Multiproject Experiment*. *IEE Proceedings-Software*, 2006. 153: 87-101.
- BRICEÑO, S. and R. MOLINA. *Aspectos pedagógicos de la evolución del software educativo*. *Karisma*, 2002. 6.
- BURATTO, C.; A. L. CANAPARO, et al. *La informática como Recurso Pedagógico-Didáctico en la Educación*, Monografías.com, 2001. 20.
- CATALDI, Z.; F. LAGE, et al. *Metodología Extendida para la creación de Software Educativo desde una Visión Integradora*. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2003. 2: 1-32.
- Revisión de marcos educativos para el diseño y uso de programas didácticos, 2000: 7.
- CENTERS\_FOR\_MEDICARE\_AND\_MEDICAID\_SERVICE. *Selecting a development approach*. CMS. Boulevard Baltimore, USA, Department of Health and Human Services, 2005.
- CIUDAD, F. A. *ApEM – L como una nueva solución a la modelación de aplicaciones educativas multimedia en la UCI*. Departamento de la Especialidad de la Facultad 9. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2007. 86. p.
- . *Utilización del patrón Modelo - Vista - Controlador (MVC) en el diseño de software educativos*. *III Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas: Uciencia 2007 – I Taller de Software Educativo y Multimedia*. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2006.
- CIUDAD, F. A. and Y. HERRERA. *Diseño de aplicaciones educativas y mutlimedias utilizando una nueva versión del lenguaje de modelación ApEM-L*. *Memorias XIII Convención y Feria Internacional Informática'09 – IV Congreso de Tecnologías, Contenidos multimedia y Realidad Virtual*. Ciudad de la Habana, Ministerio de la Informática y las Telecomunicaciones, 2009.
- COLECTIVO-DE-AUTORES-MINED. *Regularidades en la confección de un software educativo*. La Habana. Cuba, MINED, 2004. 3.
- COMITÉ-TÉCNICO-ISO/TC-176. *Norma internacional. ISO 9000. (Traducción certificada). Sistemas de gestión de la calidad-Conceptos y vocabularios*. Suiza, Organización Internacional de Normalización (ISO), 2000. 42.
- DAVIS, A. M. *Operational prototyping: a new development approach*. *IEEE Software*, IEEE Computer Society, 1992. 9: 70-78.



- DÍAZ-ANTÓN; PÉREZ, *et al.* Propuesta de una "Metodología de desarrollo de software educativo bajo un enfoque de calidad sistémica", 2002.
- . *Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico*  
2006. [2007]. Disponible en:  
<http://www.sectormatematica.cl/pedagogia/27%20evaluacion.pdf>
- DORREGO, E. *Modelo para la producción y evaluación formativa de medios instruccionales, aplicado al video y al software. 2º Congreso Ibero-Americano de Informática na Educação.* Lisboa, Portugal Fundação Calouste Gulbenkian 1994.
- ENGLISH, R. E. and C. M. REIGELUTH. *Formative Research on Sequencing Instruction with the Elaboration Theory*, ERIC, 1995. 36.
- FERNÁNDEZ, M. *Modelos de desarrollo de software educativo. Agenda academina*, 1999. 6: 135-139.
- FERNANDO. *Importancia de la industria del software a nivel mundial*, 2006. [Disponible en:
- GONZÁLEZ, M. A. Evaluación de Software Educativo, orientaciones para su uso pedagógico. en: *CONEXIONES Informática y Escuela: Un enfoque Global*. 1. BOLIVARIANA, E. U. P. Medellín, Colombia, Universidad de EAFIT, 2000. 1: 261 - 291.p.
- GROS Del software educativo a educar con software. *Quaderns Digitals*, 2000: 1.
- HANNUM, W. H.; D. H. JONASSEN, *et al.* *Task Analysis Methods for Instructional Design*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1999. 280 p.
- HEREDIA, Y. and J. G. ESCAMILLA. *Perspectivas de la tecnología educativa. la educ@ción*, 2009. 1: 1-13.
- HERNÁNDEZ, R. A. *Una Introducción a la Gestión de Proyectos*. Ciudad Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009. 106.
- HOLLNAGEL, E. and D. D. WOODS. *Joint cognitive systems. Foundations of Cognitive Systems Engineering*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 1963. p. 0849328217
- ISAKOWITZ; STOHR, *et al.* *RMM: A Methodology for Structured Hypermedia Design*. Communications of the ACM, 1995. 34-44 p.
- ITU. *Measuring the Information Society. The ICT Development Index*. Switzerland, International Telecommunication Union, 2009. p. ISBN 92-61-12831-9
- IVANCEVICH, J. M.; T. N. DUENING, *et al.* *How to Manage the E-Learning Development Team. Learning Circuit*, Learning Circuit, 2002.
- JACOBSON, I.; G. BOOCH, *et al.* *El Proceso Unificado de Desarrollo del Software*. Madrid, Pearson Educación, S.A., 2000. 464 p. 8478290362
- LABAÑINO, C. *El software educativo en el contexto de la escuela cubana*. Informática 2007. Evento virtual, La Habana, Cuba, Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), 2007. 10 p.
- LEMUS, L. *Pautas para el diseño de interfaz de productos multimedia*. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009. 2.
- LÓPEZ. *Innovación y propiedad intelectual en la industria del software y los servicios informáticos. Situación y perspectivas para los países en desarrollo.: Reunión Regional OMPI-CEPAL sobre el Sistema Nacional de Innovación: Propiedad Intelectual, Universidad y Empresa*. Santiago de Chile, 2003.

- MARQUÉS. *DISEÑO Y DESARROLLO MULTIMEDIA*, 2002. [2007]. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/disdesa.htm>
- MARQUÈS, P. *Diseño y desarrollo de multimedia*, 2002. [2007]. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/disdesa.htm>
- . *El software educativo*, Universidad Autónoma de Barcelona, 1996. [2007]. Disponible en: [http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques\\_software/#index](http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/#index)
- . *Entornos formativos multimedia: elementos, plantillas de evaluación/criterios de calidad*, 1999a. [2009]. Disponible en: <http://www.pangea.org/peremarques/calidad.htm>
- *Multimedia educativo: Clasificación, funciones, ventajas e inconvenientes.*, 1999b.
- MARTÍNEZ, Y. and R. RAMOS. *Modelo de Evaluación del Proceso de desarrollo del Software Educativo. II Taller de proyectos de software educativo y multimedia. UCIENCIA*. RAMIREZ, R. Ciudad de la Habana, UCI, 2007.
- MENÉNDEZ, L. S. *Evaluación de la investigación y sistema de ciencia. Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM)*. Madrid, Rubes Editorial, 2004. 6-10.
- MINREX. *La informatización en Cuba*, 2005. [2007]. Disponible en: [http://www.cubaminrex.cu/Sociedad\\_Informacion/Cuba\\_SI/Informatizacion.htm](http://www.cubaminrex.cu/Sociedad_Informacion/Cuba_SI/Informatizacion.htm)
- MORALES, C. R. *La Importancia del diseñador instruccional en el diseño de cursos en línea. Didáctica, Innovación y Multimedia*, 2006. 3.
- MORELL, M. G. *Carta del Rector*, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2004. [2009]. Disponible en: [www.uci.cu](http://www.uci.cu)
- MORRISON, G. R.; S. M. ROSS, *et al. Designing Effective Instruction*. 4th Edition. United States of America, John Wiley & Sons, Inc, 2004. 434 p. 0-471-45154-1
- OBERG, R.; L. PROBASCO, *et al. Applying Requirements Management with Use Case*. RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION. Somers, NY, IBM-Corporation, 2002. 22.
- ONE, O.-N.-D.-E. *Uso social de las TICs. Experiencia cubana*. Third Regional Workshop on Information Society Measurement in Latin America and the Caribbean, Panamá, International Telecommunication Unit- ITU, 2006. 21 p.
- PALACIO *Gestión y procesos en empresa de software. Navegapolis*, 2005: 1-3.
- PÉREZ, M.; G. DÍAZ-ANTÓN, *et al. Calidad Sistémica del Software Educativo*, 2003. 14.
- PIERCE, J. R. *An introduction to information theory: symbols, signal and noise*. 2, illustrated, revised. Courier Dover Publications, 1980. 305 p. 0486240614
- PIÑERO, Y.; P. Y. PIÑERO, *et al. Desarrollo de Proyectos de Software Educativo a través de esquemas de trabajo. Serie científica de la UCI*, 2008. 1: 12.
- PRATS, J.; F. RAVENTÓS, *et al. Los sistemas educativos europeos ¿Crisis o transformación?* Barcelona, Fundación "la Caixa", 2005. p. *Colección Estudios Sociales*.
- PRESSMAN, R. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. 5ta edición. México, McGraw-Hill, 2002a. p. 8448132149
- . *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. 5ta edición. México, McGraw-Hill, 2002b. p. 8448132149
- RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION. *Rational Unified Process*, 2003.
- ROTHWELL, W. J. and H. C. KAZANAS. *Mastering the Instructional Design Process : A Systematic Approach*. 2nd. Edition Pfeiffer, 1998. 464 p. 978-0787909482

- SMITH, J. *A Comparison of the IBM Rational Unified Process and eXtreme Programming*. RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION. Somers, NY, IBM-Corporation, 2003. 21.
- SRINIVAS, H. *Special Feature on Instructional Design*, The global development research center-GDRC, 2008.
- TROUPIN, P. *The Role of Instructional Design in Multimedia Development. Learning Circuits*, 2000.
- UCI and MINED. *Química 1. Colección "Enseñanza Técnico-Profesional"*. Ciudad de la Habana, UCI, 2006.
- UCI and MINSAP. *Medicina General Integral I. Colección "Academia"*. Ciudad de la Habana, UCI, 2006.
- UCI; SIS, et al. *Comité de Tierra Urbana. Leyes. Multimedias educativas para la República Bolivariana de Venezuela*. Ciudad de la Habana, UCI, 2005.
- WADE, P. A. *Cómo elaborar herramientas de aprendizaje de alto impacto: Guía práctica para desarrollar materiales de formación efectivos*. Editorial Ramón Areces. California, John Wiley & Sons Inc, 1995. 119 p. 8480043369, 9788480043366

## Anexos

### Anexo 1. Diagnóstico de proyectos

#### 1.1 Encuesta a desarrolladores

Nombre de la persona: \_\_\_\_\_

Proyecto: \_\_\_\_\_

Responsabilidad: \_\_\_\_\_

**Indique el estado en que se encuentra el proyecto:**

Organización                       Ejecución                       Cierre

**Cuestionario:**

1. ¿Experiencia en el desarrollo de este tipo de proyecto?

Más de 5 años       Entre 5 y 3 años       Entre 3 y 1 año       Menos de 1 año

2. ¿En la realización de los proyectos emplean alguna metodología?

Si                               No

Especificar nombre en caso positivo: \_\_\_\_\_

3. ¿Cuanto cree que influye la carencia de un modelo o metodología estándar en la presencia de problemas durante su ejecución?

Mucho                       Bastante                       Poco                       Nada

4. Mencione los principales problemas que encontró durante el desarrollo de los proyectos que ha enfrentado.

Poca información del proyecto.

Mala planificación de tareas.

Poca control de las tareas.

Ausencia de una metodología de trabajo.

Poca experiencia.

Mala comunicación entre clientes y desarrolladores.

Mala gestión de cambio de requisitos.

Otras:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ¿Que nivel de satisfacción tiene el equipo de trabajo con respecto a los resultados del proyecto?

Alto                       Medio                       Bajo

## 1.2 Encuesta a Líderes

Nombre de la persona: \_\_\_\_\_

Proyecto: \_\_\_\_\_

**Indique el estado en que se encuentra el proyecto:**

Organización                       Ejecución                       Cierre

**Cuestionario:**

1. ¿Experiencia en el desarrollo de este tipo de proyecto?

Más de 5 años       Entre 5 y 3 años       Entre 3 y 1 año       Menos de 1 año

2. ¿Durante el desarrollo del proyecto se sigue algún proceso definido?

Si                       No

Especificar nombre en caso positivo: \_\_\_\_\_

3. ¿En la realización de los proyectos emplean alguna metodología?

Si                       No

Especificar nombre en caso positivo: \_\_\_\_\_

4. ¿Cuanto considera que influye la carencia de un modelo o metodología estándar en la prevención de problemas durante el desarrollo del software?

Mucho                       Poco                       Nada

5. ¿Cuando se comienza un proyecto se definen las responsabilidades de cada parte?

Siempre                       A veces                       Nunca

6. ¿En la definición del cronograma de trabajo participan todas las áreas o entidades que intervienen en el proyecto?

- Siempre                       A veces                       Nunca

7. Mencione los principales problemas que encontró durante el desarrollo de los proyectos que ha enfrentado.

- Poca información del proyecto.  
 Mala planificación de tareas.  
 Poca control de las tareas.  
 Ausencia de una metodología de trabajo.  
 Poca experiencia.  
 Poca preparación de los desarrolladores.  
 Mala comunicación entre clientes y desarrolladores.  
 Cambio de requisitos.

Otras: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. ¿Considera que el control de la calidad durante el proceso es importante?

- Si                                       No

9. Enuncie los tres factores en orden de importancia que le ayudan a desarrollar un software con calidad.

1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_

10. ¿Que nivel de satisfacción tiene el equipo de trabajo con respecto a los resultados del proyecto?

- Alto                                       Medio                                       Bajo

## 1.3 Análisis de las Encuestas

### Resultados de encuestas a los desarrolladores

Encuestados	1	2	3	4	5	6	7	Cuantificación
<b>Indique el estado en que se encuentra el proyecto:</b>								
Organización		x	x		x			3
Ejecución				x			x	2
Cierre	x					x		2
<b>¿Experiencia en el desarrollo de este tipo de proyecto?</b>								
más de 5 años								0
entre 5 y 3 años								0
entre 3 y 1 año	x					x	x	3
menos de 1 año		x	x	x	x			4
<b>¿En la realización de los proyectos emplean alguna metodología?</b>								
Si	x							1
Especificar nombre en caso positivo								0
RUP, OMMA-L	x							1
No		x	x	x	x	x	x	6
<b>¿Cuanto considera que influye la carencia de un modelo o metodología estándar en la prevención de problemas durante el desarrollo del software?</b>								
Mucho	x			x				2
Bastante		x	x		x	x	x	
Poco								0
Nada								0
<b>Mencione los principales problemas que encontró durante el desarrollo de los proyectos que ha enfrentado.</b>								
Poca información del proyecto.	x					x		2
Mala planificación de tareas.	x	x		x		x		4
Poco control de las tareas.							x	1
Ausencia de una metodología de trabajo.		x	x	x	x	x		5
Poca experiencia.	x	x	x		x		x	5
Mala comunicación entre clientes y desarrolladores.	x			x		x	x	4
Cambio de requisitos.	x			x		x	x	4
<b>Otras</b>								
No está establecido el contrato con los clientes						x		1
Problemas organizativos								0
<b>¿Que nivel de satisfacción tiene el equipo de trabajo con respecto a los resultados del proyecto?</b>								
Alto	x			x	x	x		4
Medio		x					x	2
Bajo			x					1

## Resultados de encuestas a los líderes de proyecto

Encuestados	1	2	3	4	5	6	7	8	Cuantificación
<b>Indique el estado en que se encuentra el proyecto:</b>									
Organización					x	x	x		3
Ejecución	x	x	x	x				x	5
Cierre									0
<b>¿Experiencia en el desarrollo de este tipo de proyecto?</b>									
más de 5 años									0
entre 5 y 3 años									0
entre 3 y 1 año			x					x	2
menos de 1 año	x	x		x	x	x	x		6
<b>¿Durante el desarrollo del proyecto se sigue algún proceso definido?</b>									
Si								x	1
Especificar nombre en caso positivo									0
No	x	x	x	x	x	x	x		7
<b>¿En la realización de los proyectos emplean alguna metodología?</b>									
Si								x	1
Especificar nombre en caso positivo									0
RUP, OMMA-L								x	1
No	x	x	x	x	x	x	x		7
<b>¿Cuanto considera que influye la carencia de un modelo o metodología estándar en la prevención de problemas durante el desarrollo del software?</b>									
Mucho		x	x	x	x	x	x	x	7
Poco	x								1
Nada									0
<b>¿Cuando se comienza un proyecto se definen las responsabilidades de cada parte?</b>									
Siempre	x	x	x	x	x	x			6
A veces							x	x	2
Nunca									0
<b>¿En la definición del cronograma de trabajo participan todas las áreas o entidades que intervienen en el proyecto?</b>									
Siempre	x		x		x				3
A veces		x		x		x			3
Nunca							x	x	2
<b>Mencione los principales problemas que encontró durante el desarrollo de los proyectos que ha enfrentado.</b>									
Poca información del proyecto.			x						1
Mala planificación de tareas.	x				x		x	x	4
Poco control de las tareas.		x	x		x			x	4
Ausencia de una metodología de trabajo.	x	x		x	x	x	x		6
Poca experiencia.	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Poca preparación de los desarrolladores.	x	x			x	x	x	x	6
Mala comunicación entre clientes y desarrolladores.		x	x	x			x	x	5
Cambio de requisitos.	x	x	x						3
Otras									
Mala confección de los guiones		x							1
Problemas organizativos			x						1
<b>¿Considera que el control de la calidad durante el proceso es importante?</b>									
Si	x	x	x	x	x	x	x	x	8
No									0
<b>Enuncie los tres factores en orden de importancia que le ayudan a desarrollar un software con calidad.</b>									
Experiencia del equipo de trabajo	1								1



Tiempo	2							1	
Empleo de una metodología	3			2		2	3	1	5
Permanencia del equipo de trabajo		1							1
Control de cambio de los Requisitos		2							1
Estructura que gestione las necesidades de entorno		3							1
Control de calidad del producto			1						1
Planificación			2	3					2
Control de las tareas			3		2				2
Integración de las partes				1	1	3	1	1	5
Preparación adecuada de los integrantes del proyecto					3	1	2	2	4
<b>¿Que nivel de satisfacción tiene el equipo de trabajo con respecto a los resultados del proyecto?</b>									
Alto									0
Medio	x	x	x	x					4
Bajo						x			1

## Anexo 2. Modelo pedagógico

Contiene el diseño instruccional de los productos educativos. Es resultado del proceso de Modelado conceptual. El Modelo pedagógico deberá contener:

### Introducción

La introducción debe proporcionar una visión global del documento. Se debe definir: Propósito de la especificación del Modelo Pedagógico y alcance de los requerimientos educativos que este define.

### Descripción General

Se describen los factores que inciden en la definición del Modelo Pedagógico. Debe tener un enfoque global pero deberá puntualizar los siguientes elementos:

- Problema detectado.
- Lista de necesidades.
- Descripción del entorno
- Caracterización del público (Generales, Específicas, Estilos de aprendizajes, Otras informaciones.)
- Descripción del proceso de enseñanza aprendizaje a realizar
  - Tareas Instruccionales.
  - Objetivos instruccionales.
  - Diseño de Secuencia de Contenidos.
    - Secuenciados por niveles de prioridad y complejidad.
  - Diseño de los contenidos.
  - Desarrollo de la estrategia instruccional.
  - Mapa conceptual.

### Definición estructural

Se definen de manera general las secciones, módulos o partes del modelo y se realiza una fundamentación pedagógica de los mismos.

## **Descripción detallada de componentes**

*Se describen las funcionalidades y servicios de cada uno de los componentes del modelo, exponiendo su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje.*

## **Anexo 3. Guión de contenidos**

Es el resultado del proceso de elaboración de los contenidos de acuerdo a las definiciones del Modelo Pedagógico. El Guión de contenidos deberá contener los siguientes elementos:

### **Especificación de los contenidos**

*Se define a partir de la estructura y especificaciones del Modelo Pedagógico.*

### **Descripción de los recursos audiovisuales**

*Deberán quedar claramente descritos los siguientes elementos:*

- **Identificador:** Nombre corto, comúnmente un número consecutivo mediante el cual se referencia al recurso audiovisual desde la descripción del caso de uso.
- **Descripción:** Describe los requerimientos pedagógicos del recurso para facilitar su gestión.

## **Anexo 4. Visión del proyecto**

Documento emitido por el cliente y suscrito por las Partes, contentivo de las expectativas que deberá cubrir el Proyecto. La Visión del proyecto deberá contener los siguientes elementos:

### **Propuesta de Nombre del Proyecto**

#### **Introducción**

*Proporciona una visión global del proyecto, aclarando propósito y alcance.*

#### **Situación actual**

*Describe las necesidades que dan lugar al proyecto, sus antecedentes, descripción e impacto.*

#### **Solución sugerida**

*Proporciona una visión de la solución sugerida, especificando las normas y estándares que deben observarse durante la ejecución del Proyecto, criterios de aceptación, resultados esperados e impacto. Deberán indicarse aquí definiciones de empaquetamiento de la solución, para ello deberá establecer los requerimientos de presentación y la cantidad de copias a ser suministradas.*

#### **Requisitos de calidad percibida**

*Describe los principales elementos de calidad que serán apreciados durante y una vez finalizado el proyecto.*

## **Entorno de desarrollo**

*Describe el entorno en el cual se deberá desarrollar el proyecto. Relaciona las restricciones que puedan incidir en el desempeño, riesgos asociados y otras consideraciones especiales; de igual manera los recursos que estarán disponibles durante el proceso.*

## **Clientes y usuarios**

*Enunciará las personas, naturales o jurídicas, involucradas en el Proyecto.*

## **Etapas y Entregables**

*Definirá las etapas de trabajo, especificando el tiempo estimado de ejecución y los entregables que se obtendrán al término de las mismas.*

## **Esquema de control y seguimiento**

*Describe los requerimientos para establecer el sistema de control y seguimiento, periodicidad, elementos a tener en cuenta; así como los hitos fundamentales que se deberán supervisar durante la ejecución del Proyecto.*

## **Anexo 5. Especificación de requisitos**

Es el resultado del proceso de levantamiento de requerimientos y se guía por las características básicas definidas en el Modelo pedagógico. La Especificación de requisitos deberá contener:

### **Nombre del Proyecto**

#### **Introducción**

*Debe proporcionar una visión global de la especificación de requerimientos; definiendo propósito y alcance.*

#### **Descripción General**

*Se describen los factores que inciden en la ejecución del proyecto y sus requerimientos generales. Debe tener un enfoque global.*

#### **Requerimientos Funcionales**

*Deben relacionarse cada uno de los requerimientos funcionales y sus respectivas descripciones. Pueden ser agrupados por la clasificación que se estime conveniente. Dentro de las categorías y agrupaciones definidas los requerimientos deberán especificarse como sigue:*

*Nombre del Requerimiento # 1. Descripción del requerimiento;*

*Nombre del Requerimiento # 2. Descripción del requerimiento;*

*y así sucesivamente.*

#### **Requerimientos no Funcionales**

*Deben enumerarse cada uno de los requerimientos no funcionales y sus respectivas descripciones. Podrán clasificarse o agruparse según convenga; pero deberán especificarse como mínimo los aspectos siguientes:*

*Performance: esquematiza las características de ejecución del sistema [Tiempo de respuesta para una transacción (promedio y máximo), Rendimiento (Ejemplo: transacciones por segundo), Capacidad (Ejemplo: el número de clientes o transacciones que el sistema puede hospedar), Utilización de recursos: memoria, disco, comunicación, etc.]*

*Restricciones de diseño: esta sección indica cualquier restricción de diseño sobre el sistema a ser construido. Las restricciones de diseño representan decisiones de diseño que han sido acordadas y deben ser adheridas. Ejemplos: incluye lenguajes de programas, requerimientos del proceso de programas, uso reglamentado de herramientas de desarrollo, componentes adquiridos, etc.*

*Requerimientos de documentación online de usuarios y ayudas del sistema: describe los requerimientos de ayuda y documentación online.*

*Requerimientos Técnicos de los Recursos Audiovisuales*

*Características. Se definen teniendo en cuenta los formatos y propiedades de cada uno de los tipos de recursos audiovisuales. Para todos los casos se especifica el formato y la limitante de tamaño de los ficheros (KB, MB).*

*La especificación de propiedades varía según el recurso*

<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Propiedades</b>
Video	Resolución (Dimensiones)
Audio (locuciones, efectos de sonido, música)	Frecuencia, Canal
Imagen	Resolución (Dimensiones)

*Dentro de las categorías y agrupaciones definidas los requerimientos no Funcionales deberán especificarse como sigue:*

*Nombre del Requerimiento no Funcional # 1. Descripción del requerimiento*

*Nombre del Requerimiento no Funcional # 2. Descripción del requerimiento, y así sucesivamente.*

## **Anexo 6. Listado de recursos audiovisuales**

Este artefacto se obtiene durante la Gestión de requisitos y parte del Guión de contenidos que se obtuvo durante la el Modelado conceptual. Se realiza un listado por cada tipo de recurso audiovisual para lograr un mejor control de la gestión. Este artefacto debe contener:

### **Tipo de Recurso**

*Se especifica el tipo de recursos que se gestionará, normalmente la gestión se realiza por paquetes.*

### **Requerimiento técnico**

*Se especifican los requisitos técnicos asociados al tipo de recurso que se va a gestionar en la planilla.*

<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Propiedades</b>
Video	Resolución (Dimensiones)
Audio (locuciones, efectos de sonido, música)	Frecuencia, Canal
Imagen	Resolución (Dimensiones)

### **Lista de recursos**

*Todas las planillas tendrán los siguientes campos generales*

Referencia	Descripción	Localización

La casilla de referencia se refiere a un identificador único conformado de la siguiente manera: Letra que identifica el tipo de recurso + un número consecutivo. (Ej. I04 – se refiere a Imagen 4, V05- se refiere a video 5, etc.). En la casilla de descripción se describe la media para su identificación. En ocasiones se especifica una columna localización, cuando se tienen localizados los recursos que se desean, sin embargo, esto están sujetos a revisión de un especialistas para comprobar que cumple con los requerimientos de calidad según su utilidad para el software.

#### **Especificación por tipos de medias**

- **Imagen fija (I):** Referencia, Descripción.

- **Sonidos (S):** Referencia, Descripción, Tipo de Sonido, Categoría

En la casilla Tipo de sonido deberá indicarse si es: Efecto sonoro, música. Si se marca la casilla Música entonces se llenarán las casillas: Título y Categoría. La casilla Categoría se refiere a si es la canción infantil o no, o instrumental o cantada.

- **Videos (V):** Referencia, Descripción, Referencia al storyboard que escribe las escenas del video.

En el storyboard debe especificarse el número de la escena (No), la descripción de la escena (Escena), diálogo asociado a la Escena, normalmente debe generar una locución, que de ser en off se agregaría a la plantilla de Locuciones con una referencia (Narración) y cualquier aclaración que se considere pertinente (Notas).

<b>Storyboard</b>				
Referencia del Video				
No.	Escena	Visual	Narración	Notas

- **Animaciones (A):** Referencia, Descripción.

Se debe especificar si hay locuciones asociadas e identificarlas.

- **Locuciones (L):** Referencia, Texto, Personajes que intervienen.

En esta planilla se escriben los textos que deberán ser grabados para apoyar las animaciones, diaporamas, videos, etc. (entiéndase también como locuciones voz en off)

En la casilla Texto se escribe el texto que se dice en la locución.

En la casilla Personajes que intervienen se debe especificar bien si es la voz de una o más personas y muy importante qué tipo de voz, si la de un niño, un adulto o impersonal.

## **Anexo 7. Manual de diseño**

Se obtiene a partir de la realización de un proceso investigativo, tomando como base el Modelo pedagógico y la Especificación de requisitos. Este artefacto debe contener:

### **Estrategia de Identidad**

Contiene la planificación para la concepción y gestión óptima de la marca.

## **Identificador(es)**

*Conceptualización, Definición de elementos del identificador, tipografía, color.*

## **Aplicaciones de la Identidad Visual**

*Pautas para el diseño de etiquetas de CD, cajas y embalaje.*

*Pautas para el diseño de manual de usuario (opcional, de acuerdo a si está especificado en el documento Visión del Proyecto).*

*Presentación audiovisual general.*

## **Pautas generales de diseño de interfaz gráfica.**

### ***Diagramación general***

*(Imagen donde se identifiquen las diferentes áreas que componen de manera general a todas las pantallas).*

### ***Dimensiones***

*(Imagen a línea de cada pantalla tipo, superpuesta a la imagen a todo color de la pantalla tipo correspondiente (50% de opacidad) donde se especifiquen las dimensiones de las mismas mediante cotas)*

### ***Pauta Cromática***

*(Muestra [cuadrado] de cada color utilizado y junto a cada muestra debe aparecer el código hexadecimal o RGB del color. Se debe mostrar alguna pantalla tipo [a todo color] donde aparezcan representados los colores utilizados.)*

### ***Pauta Tipográfica***

*(Lista con los nombres de todas las tipografías empleadas en el producto utilizando para esto la misma tipografía que se está nombrando. Se debe especificar de cada una de ellas el modo o estilo (cursiva, negrita, etc.), el puntaje (tamaño) y el color en todos los lugares donde se empleen. Se debe mostrar al menos una pantalla tipo donde convivan todas o la mayoría de las tipografías utilizadas.)*

### ***Estilo de Menús y Botones***

*(Se mostrará una o varias imágenes (según sea necesario) que representen todas las características del menú o los menús, se describen las características de los botones y los diferentes estados por los que pueden transitar)*

### ***Estilo de Imágenes.***

*(Describe el estilo de las imágenes que se utilizarán (blanco y negro o a todo color) y además el formato (.png, .jpg, etc.) y las dimensiones de las mismas)*

### ***Pautas de Impresión.***

*(Define las áreas o contenidos imprimibles del producto y su formato de impresión)*

### ***Otras pautas***

*(Descripción de otros elementos que sean necesarios)*

### ***Prototipos de Pantallas***

*(Se deben mostrar tantas pantallas como sean necesarias para tener completa claridad del diseño del producto en su totalidad)*

## **Anexo 8. Diseño de pruebas pedagógicas**

Describe los elementos que han de tenerse en cuenta durante el diseño de las pruebas p validaciones pedagógicas.

## El programa como objeto material

**Equipo requerido** (Descripción de los requerimientos de equipos mínimos que exige el programa para funcionar, esta información suele aparecer en los folletos que acompañan al CD, medio de almacenamiento ya usual)

**Usabilidad** (Medida en que el sistema es fácil de aprender y fácil de utilizar. Para ello se analizan los siguientes aspectos:

- **Facilidad de aprendizaje:** Medida en que el usuario novel comprende cómo utilizar inicialmente el sistema y cómo a partir de esta utilización llegar a un máximo nivel de conocimiento y uso del sistema.
- **Flexibilidad:** Multiplicidad de todas formas en las que el usuario y el sistema intercambian información.
- **Solidez:** Características de la interacción que permiten lograr los objetivos, y su asesoramiento.
- **Mecanismos de soporte:** Recursos de ayuda y forma en que el usuario puede ayudarlos.)

## El programa como objeto pedagógico

**Contenido** (El contenido es preciso, actual y adecuado a los alumnos a los que está dirigido el software. El contenido no tiene prejuicios ni estereotipos.

- **Contenido científico:** Se trata de evaluar la calidad y la cantidad de la información ofrecida. Los indicadores son los siguientes:
  - **Exactitud, actualidad:** Fechas de edición; referencias o fuentes citadas; términos técnicos; datos estadísticos.
  - **Adecuación:** Valor absoluto (significación de los contenidos en sí mismos), valor relativo (adecuación en nivel de tratamiento a la situación pedagógica dada).
- **Contenido socio-cultural e ideológico:** Qué representación de la sociedad encierra el programa; cómo representa otras sociedades. Los indicadores son los siguientes:
  - **Visión sociocultural:** A qué grupos sociales se refieren los ejemplos, los personajes, los problemas planteados. Qué muestran las ilustraciones: representación racial, género, referencias geográficas, etc.
  - **Personajes:** Reales, imaginarios; sexo; edad; raza; nacionalidad; condición o estado...
  - **Situaciones y temas:** Vida cotidiana (en la casa, en la escuela, en el trabajo), situaciones excepcionales (crisis, héroes).
- **Contenido pedagógico:** Se trata de determinar la adecuación pedagógica de los objetivos y contenidos, frente a los usuarios, su nivel y el programa que están desarrollando. Los indicadores son los siguientes:
  - **Intenciones formativas:** Lo que pretende el programa, los objetivos de aprendizaje que persigue, explícita o implícitamente.
  - **Niveles de aprendizaje:** Qué niveles de aprendizaje (hechos, conceptos, principios, habilidades, valores) pretende desarrollar el programa.
  - **Organizadores y autoevaluación:** Contiene síntesis (resúmenes), ejercicios (con o sin respuestas), complementos informativos.

**Comunicación** (Se trata de evaluar la forma del mensaje, es decir el conjunto de recursos que permiten transmitir un mensaje de un emisor a un receptor)

- **Sentido de la comunicación:** Dirección y control de la interacción programa-usuario unidireccional, bidireccional, control de usuario sobre la secuencia, multitareas, multivías...
- **Formas del mensaje:** Los aspectos formales de los códigos elegidos (texto, audio, fotos, animación, gráficos, colores) se justifican en sí y frente a la función que se espera de ellos.

**Método** (Qué metodología, implícita o explícita, contiene el software para la exposición de las ideas, la organización del trabajo, las formas de uso que determina.)

- **Organización:** Estructura del manual, forma de exposición y organización de las secuencias.
  - **Secuencias:** Se componen de una serie de partes que están presentes regularmente.
  - **Estructura:** El programa es un elemento de enseñanza, aprendizaje o de enseñanza-aprendizaje.
  - **Elementos de organización interna:** El programa incluye instrucciones de empleo, índices, objetivos, léxico, preguntas/ejercicios/, respuestas razonadas, recapitulaciones y evaluaciones.
  - **Papel del maestro:** Se limita a dar instrucciones de uso; es necesario para complementar, aclarar o integrar la información; es hacer un seguimiento del uso y de los logros del estudiante.
  - **Exigencias de aprendizaje:** El programa exige principalmente al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, construir conceptos, seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, hacer preguntas, construir respuestas originales, relacionar lo aprendido con otros conocimientos.
  - **Distribución de tiempos:** Un estudiante típico, en una sesión de trabajo normal con el programa, distribuye su tiempo aproximadamente en: aprender a navegar y buscar la información desplazándose por el programa, leer texto, preguntas, realizar tareas o ejercicios.
  - **Adaptabilidad:** En qué medida el software impone obligaciones para su uso

## Calidad educativa

**Creatividad** (El software estimula la creatividad y permite la toma de decisiones)

**Retroalimentación** (La retroalimentación es positiva, oportuna, informativa y pertinente a las respuestas del usuario)

**Posibilidades de intervención del docente** (El docente puede cambiar o añadir contenidos con facilidad. El profesor puede ajustar los parámetros para cada estudiante fácilmente)

**Técnicas de preguntas** (Las preguntas son apropiadas al contenido y miden el dominio del estudiante)

## Calidad técnica

**Claridad** (Las explicaciones sobre procedimientos e instrucciones son claras. La interfaz es sencilla y de fácil uso. La secuencia de los elementos del menú es lógica.)

**Gráficos y audio** (Los gráficos favorecen el centrado de la atención en el contenido y no distraen. Los gráficos y el audio se utilizan para motivar y resultan adecuados a la población, principalmente a los infantes)



## **Anexo 9. Modelo para la recogida de información referente al peso de los criterios.**

### **Guía para informar el peso de los criterios.**

Fecha de recepción...00/00/00.....

Fecha de entrega....00/00/00.....

Nombre y Apellidos del evaluador.....

**Le otorgará un peso a cada criterio de acuerdo a su opinión y el peso total de cada grupo debe sumar:**

Grupo No.1..... 30

Grupo No.2..... 40

Grupo no.3..... 15

Grupo No.4.....15

Para que el peso total asignado sea 100.

#### Grupo No 1: Criterios de mérito científico.

1. Valor científico de la propuesta.

Peso.....

2. Calidad de la investigación.

Peso.....

3. Contribución científica.

Peso.....

4. Responsabilidad científica y profesionalidad del investigador.

Peso.....

#### Grupo No 2: Criterios de implantación

5. Necesidad de empleo de la propuesta.

Peso.....

6. Claridad y completitud de la propuesta.

Peso.....

7. Aplicabilidad de la investigación a los proyectos de desarrollo de software educativo.

Peso.....

8. Adaptabilidad a diferentes tipologías de proyectos de software educativo.

Peso.....

9. Reusabilidad de los procesos en otros proyectos de desarrollo de software.

Peso.....

10. Capacidad del proceso para la admisión de cambios que impliquen mejoras.

Peso.....

Grupo No 3. Criterios de impacto.

11. Posibilidad de uso de la propuesta en los proyectos productivos.

Peso.....

12. Posibilidad de usar como base teórica para la definición de herramientas que permitan la automatización del proceso de desarrollo (o parte de este) de los proyectos de SWE.

Peso.....

Grupo No 4. Criterios económicos

13. Eficiencia en los proyectos que utilicen los resultados derivados del trabajo.

Peso.....

14. Repercusión en la asignación de los recursos del proyecto.

Peso.....

**Anexo 10. Modelo para la recogida de información referente a la calificación de los criterios.**

Fecha de recepción...00/00/00.....

Fecha de entrega.... 00/00/00.....

Nombre y Apellidos del Evaluador.....

**Criterios de medida que se evalúan en una escala de 1 - 5**

Grupo No 1: Criterios de mérito científico.

1. Valor científico de la propuesta.

Calificación.....

2. Calidad de la investigación.

Calificación.....

3. Contribución científica.

Calificación.....

4. Responsabilidad científica y profesionalidad del investigador.

Calificación.....

#### Grupo No 2: Criterios de implantación

5. Necesidad de empleo de la propuesta.

Calificación.....

6. Claridad y completitud de la propuesta.

Calificación.....

7. Aplicabilidad de la investigación a los proyectos de desarrollo de software educativo.

Calificación.....

8. Adaptabilidad a diferentes tipologías de proyectos de software educativo.

Calificación.....

9. Reusabilidad de los procesos en otros proyectos de desarrollo de software.

Calificación.....

10. Capacidad del proceso para la admisión de cambios que impliquen mejoras.

Calificación.....

#### Grupo No 3. Criterios de impacto.

11. Posibilidad de uso de la propuesta en los proyectos productivos.

Calificación.....

12. Posibilidad de usar como base teórica para la definición de herramientas que permitan la automatización del proceso de desarrollo (o parte de este) de los proyectos de SWE.

Calificación.....

Grupo No 4. Criterios económicos

13. Eficiencia en los proyectos que utilicen los resultados derivados del trabajo.

Calificación.....

14. Repercusión en la asignación de los recursos del proyecto.

Calificación.....

**Categoría final del proyecto**

\_\_\_ Excelente: Alta novedad científica, con aplicabilidad y resultados relevantes.

\_\_\_ Bueno: Novedad científica, resultados destacados.

\_\_\_ Aceptable: Suficientemente bueno con reservas.

\_\_\_ Cuestionable: No tiene relevancia científica y los resultados son malos.

\_\_\_ Malo: No aplicable.

1. Exponga su valoración sobre el trabajo. (si procede)
2. Enuncie sus sugerencias para mejorar la calidad del proyecto. (si procede)
3. Mencione los elementos críticos que considera deben mejorarse. (si procede)

### Anexo 11. Proceso de desarrollo de SWE (Relación Disciplinas-Artefactos-Roles)

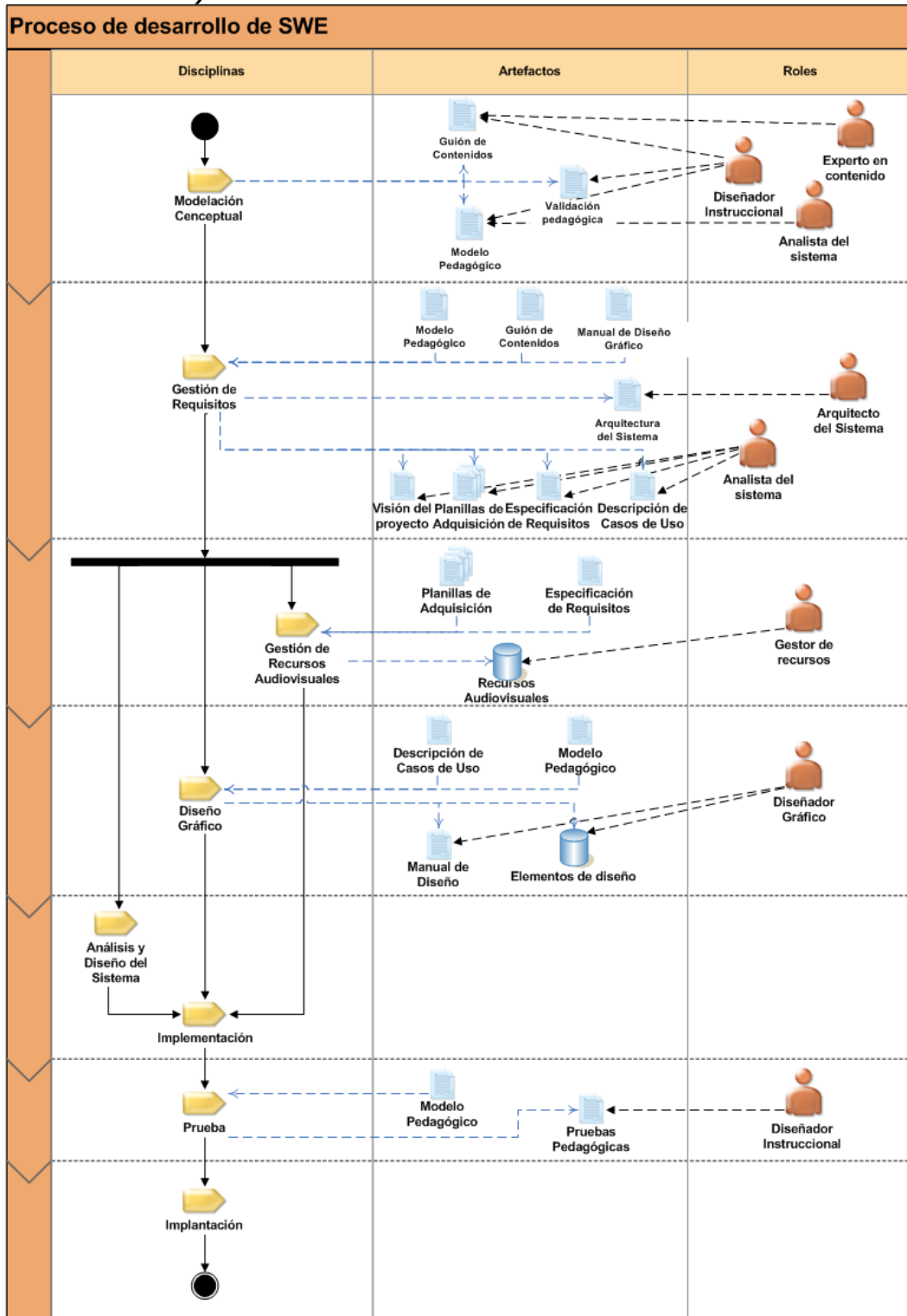


Figura 1. Proceso de desarrollo (Actividades-Artefactos-Roles).

## Anexo 12. Gráficas y figuras.

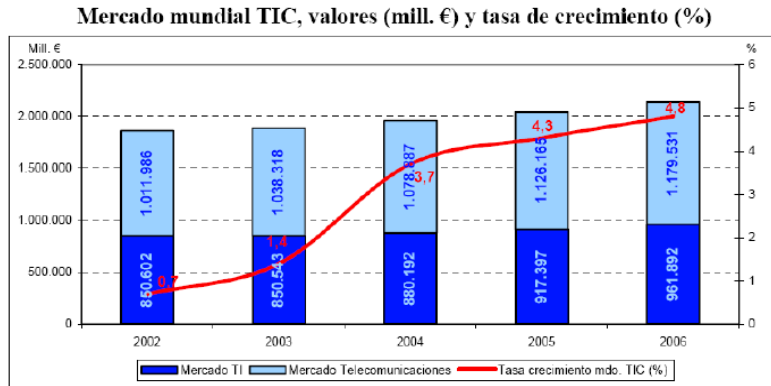


Figura 2. Evolución del mercado mundial TIC 2002-2006 (FERNANDO 2006)

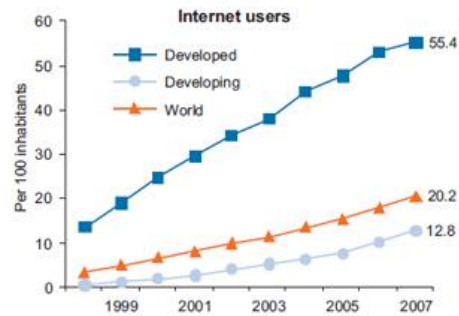


Figura 3. Gráfico sobre el incremento de los usuario de Internet entre los años 1999 y 2007 (ITU 2009)

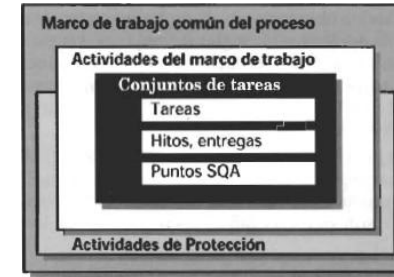


Figura 4. Proceso de desarrollo software. (PRESSMAN 2002b)

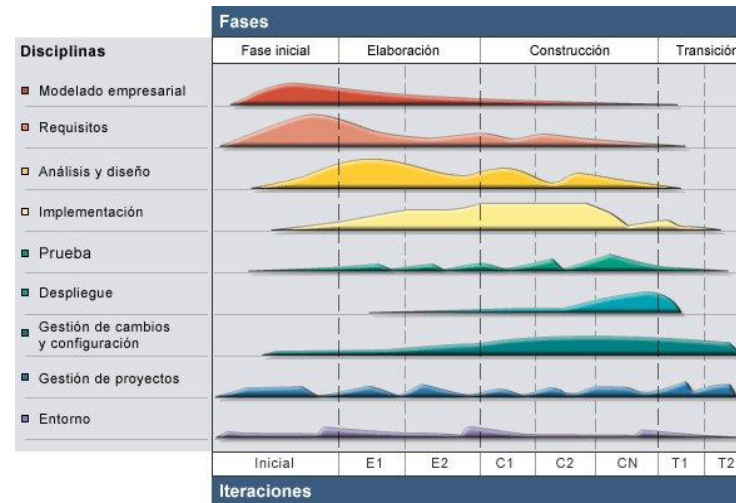


Figura 5. Proceso de desarrollo de software RUP (RATIONAL-SOFTWARE-CORPORATION 2003)

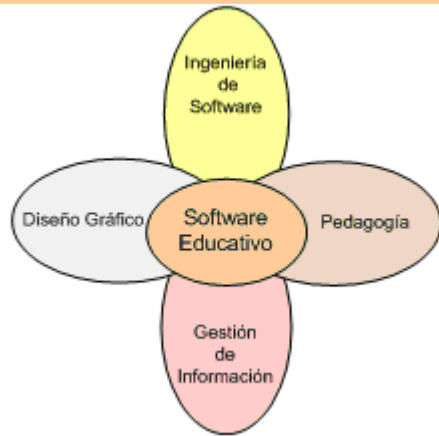


Figura 6. Áreas relacionadas en el desarrollo de SWE.

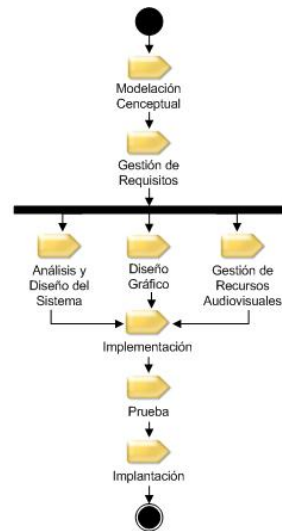


Figura 7. Ciclo de desarrollo para el SWE.

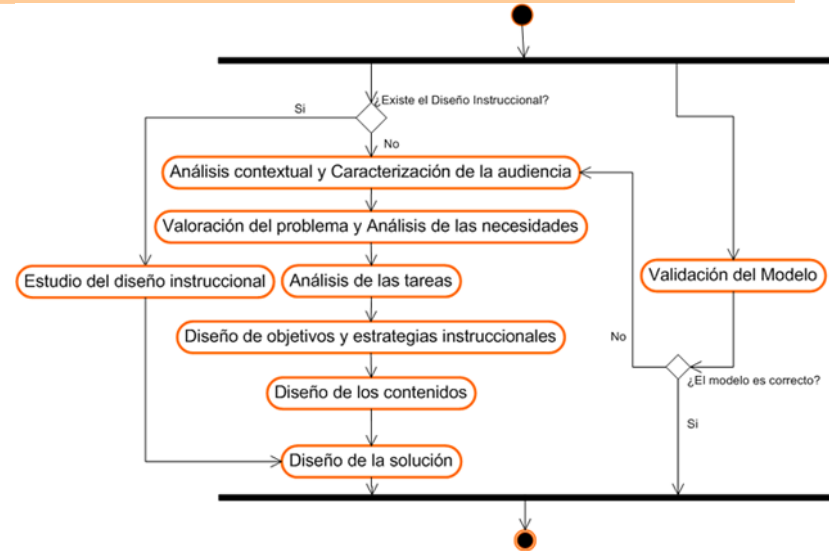


Figura 8. Flujo de actividades del Modelado conceptual

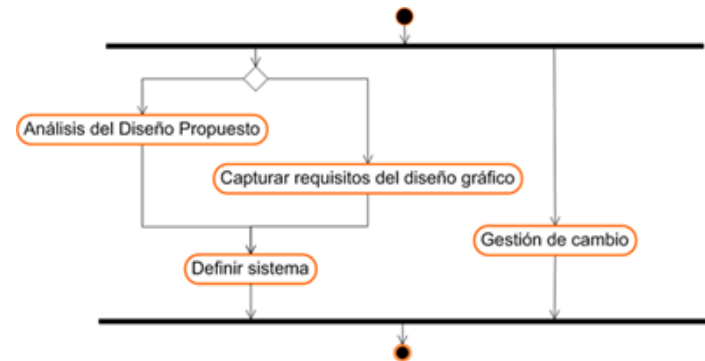


Figura 9. Flujo de actividades para la Gestión de requisitos

### Anexo 13. Tablas resultados de la evaluación de expertos

Tabla 1. Peso otorgado por los expertos a los criterios.

G	C/E	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>p</sub>
30	C <sub>1</sub>	6	10	8	6	4	7	2	6,857
	C <sub>2</sub>	10	6	7	10	3	6	2	6,857
	C <sub>3</sub>	6	5	8	7	7	7	8	6,857
	C <sub>4</sub>	8	9	7	7	6	10	8	8
40	C <sub>5</sub>	8	8	9	8	8	6	8	7,714
	C <sub>6</sub>	6	6	6	9	5	7	3	6,286
	C <sub>7</sub>	8	8	8	9	3	10	7	8,143
	C <sub>8</sub>	5	6	6	6	7	7	8	6,571
	C <sub>9</sub>	5	8	4	5	7	4	5	5,286
	C <sub>10</sub>	8	4	7	3	10	6	9	6
15	C <sub>11</sub>	10	8	8	5	2	10	13	8,714
	C <sub>12</sub>	5	7	7	10	18	5	7	7
15	C <sub>13</sub>	8	10	9	10	15	10	5	8,571
	C <sub>14</sub>	7	5	6	5	5	5	15	7,143
T		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 2. Tablado resultados donde se verifica la consistencia en el trabajo de los expertos.

C/E	ΣE	Ep	ΔC	ΔC <sup>2</sup>
C <sub>1</sub>	48	6,857	2,00	4
C <sub>2</sub>	48	6,857	2,00	4
C <sub>3</sub>	48	6,857	2,00	4
C <sub>4</sub>	56	8	6,00	36
C <sub>5</sub>	54	7,714	4,00	16
C <sub>6</sub>	44	6,286	6,00	36
C <sub>7</sub>	57	8,143	7,00	49

**Ep:** Puntuación promedio de cada criterio

**ΣE:** Sumatoria de las puntuaciones de cada criterio

**MΣE:** Media de los ΣE

**ΔC:** Diferencia entre ΣE y MΣE

**C:** Número de criterios

C <sub>8</sub>	46	6,571	4,00	16
C <sub>9</sub>	37	5,286	13,00	169
C <sub>10</sub>	42	6	8,00	64
C <sub>11</sub>	61	8,714	11,00	121
C <sub>12</sub>	49	7	1,00	1
C <sub>13</sub>	60	8,571	10,00	100
C <sub>14</sub>	50	7,143	0,00	0
DC	700	100	76	620

Tabla 3. Calificación de cada criterio

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
C <sub>1</sub>				X		0,06857	0,27428
C <sub>2</sub>				X		0,06857	0,27428
C <sub>3</sub>				X		0,06857	0,27428
C <sub>4</sub>					X	0,08	0,4
C <sub>5</sub>					X	0,07714	0,3857
C <sub>6</sub>				X		0,06286	0,25144
C <sub>7</sub>				X		0,08143	0,32572
C <sub>8</sub>				X		0,06571	0,26284
C <sub>9</sub>			X			0,05286	0,15858
C <sub>10</sub>				X		0,06	0,24
C <sub>11</sub>				X		0,08714	0,34856
C <sub>12</sub>				X		0,07	0,28
C <sub>13</sub>				X		0,08571	0,34284
C <sub>14</sub>				X		0,07143	0,28572
Total							4,10424
IA							0,82085



