

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 8

Polo Productivo “Software Educativo”

**Grupo de Estudio y Desarrollo del Lenguaje de Modelación para
Aplicaciones Educativas ApEM - L**



**Introducción de ApEM-L 1.0 en proyectos
productivos de la UCI. Valoración de resultados.**



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

Autores: Yaime Ricardo Campos.
Livan Muñoz López.

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

Asesora: M.Sc. Ing. Elianis Cepero Fadruga.

**Ciudad de La Habana, Junio 2008
“Año 50 de la Revolución”**

Declaración de Autoría

Por este medio declaramos ser autores del presente trabajo de investigación y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Yaime Ricardo Campos

Livan Muñoz López

Firma del Autor

Firma del Autor

M.Sc. Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo

Firma del Tutor

“ Los sabios tienen sobre los ignorantes las mismas ventajas que los vivos sobre los muertos; que la sabiduría es un adorno en la prosperidad y un refugio en la adversidad ”

Aristóteles

Dedicatorias

A mis padres Rafael y Ada Ena, gracias por guiarme, protegerme, por darme su cariño, apoyo, y por sobre todo, valor para seguir adelante. A ustedes les debo lo que soy.

Nunca me falten.

A mis abuelos Elisa y Lictoriel por su preocupación constante y por el amor que me han dado.

A mis tíos Nelsy, Nelvis, Lictoriel, Ada Iris y José Antonio por su apoyo incondicional.

A mis primos Daniel, Ariannis, Adrian, Lisandra, Lisbet y Yanelis que han sido como mis hermanos.

Sigan este largo camino.

A Yabdel, por llegar a mi vida, por lo que ha sido y será...

A toda mi familia y amigos, por la confianza depositada en mí.

Yaine

A mis padres Elida y Jorge Luis por confiar en mí, por quererme tanto.

A mis hermanos Liudys, Lidier y Madelaine, por todos los juegos, conversaciones, momentos vividos y su apoyo incondicional.

A mis sobrinos Javier Alejandro y Dariel Ernesto por ser para mi una fuente constante de motivación.

A mis abuelos Eleida y Migdonio, por estar siempre conmigo, por su amor.

A mi bisabuela María, que en paz descanse, siempre la querré mucho.

A mis tíos Andrés, Grisel, Fina, Elva, Francisco y Vladimir por el apoyo brindado y la confianza depositada en mí.

A Héctor, por ser para mí, un amigo inseparable, a quien aprecio mucho.

A toda mi familia y amigos.

Livan

Agradecimientos

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, por haber tenido la sublime idea de crear la Universidad de las Ciencias Informáticas, que es una excelente casa de estudios.

A nuestros padres, que siempre están presentes para que nuestras derrotas no sean destructivas, además de sembrar en nosotros la semilla de los principios y valores, sin los cuales no vale la pena vivir.

A nuestro tutor, M.Sc. e Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo por sus consejos, su orientación, su ayuda y su paciencia.

A nuestros amigos, porque gracias a ellos sabemos lo que es la amistad verdadera, valor importante en nuestras vidas. Gracias por estar siempre, por aconsejarnos, regañarnos, compartir risas y llantos en todo este tiempo.

A Yayneris, Yerandy y Héctor, por ser nuestros amigos incondicionales en todo momento.

A nuestras amigas Dania, María Elena, Meylin, Isabel, Clarita, Mercy, Medarmis y Hortensia, de la biblioteca y de la sala de impresión, que tantos consejos nos dieron y mucho que nos han ayudado siempre.

A Margarita, por su preocupación y apoyo constante.

Y a todas aquellas personas que de una forma u otra, directa o indirectamente, nos dieron su aporte imprescindible en nuestro paso por la universidad, y a las que hicieron posible la conformación de este Trabajo de Diploma.

Resumen

La sociedad de la información, impulsada por un acelerado avance científico y sustentada por el uso generalizado de las potentes y versátiles Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), ha traído consigo el avance vertiginoso del software (SW) y dentro de este del Software Educativo (SWE); el cual en nuestro país, dado las condiciones educacionales, tiene sus características particulares. En la actualidad se cuenta con cierta experiencia en la modelación de SWE, pero aún se dificulta representar un gran número de sus características pedagógicas y funcionales. El uso de los lenguajes notacionales existentes; aunque han resuelto en gran medida la modelación de estas aplicaciones, no son la mejor opción. Lenguajes como: el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) y su posterior extensión; el Lenguaje Orientado a Objetos para la Modelación de Aplicaciones Multimedia (OMMMA-L), el más cercano exponente a las necesidades de producción nacional, no logran modelar las características principales de las aplicaciones educativas cubanas. El trabajo que se presenta a continuación contempla la iniciativa de introducir el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas, en su primera versión (ApEM-L 1.0), en los proyectos productivos dedicados a la producción de SWE en la UCI; orientado a la elaboración de una estrategia de aplicación que constituyó una de los principales objetivos de esta investigación; así como de la identificación de los elementos que en ApEM – L 1.0, aun no han sido representados o cuales de los existentes deben ser modificados, además de valorar el nivel de aplicación del lenguaje en el contexto productivo seleccionado.

Palabras Claves

Software Educativo, Lenguaje, Notaciones, ApEM-L, Modelación

Índice

Introducción	1
Capítulo 1: Las notaciones, la documentación y los lenguajes para la modelación de aplicaciones educativas.....	7
Introducción.....	7
1.1 La educación con la inserción de la informática y el software.....	7
1.1.1 La tecnología multimedia.....	7
1.1.2 La tecnología hipermedia.....	9
1.1.3 Aplicaciones educativas.....	10
1.2 Las notaciones en la ingeniería del software educativo.....	12
1.2.1 Pensamiento ingenieril: Representación.....	12
1.2.2 Estado actual de las notaciones en el contexto productivo mundial.....	13
1.2.3 Las notaciones en la producción de software educativo.....	15
1.3 La documentación en el software educativo.....	17
1.3.1 ¿Qué se entiende por Documentación?.....	17
1.3.2 Tipos de documentación.....	17
1.3.3 Importancia de la documentación del software educativo.....	19
1.4 Las notaciones en la producción de aplicaciones educativas en la Universidad de las Ciencias Informáticas.....	19
1.5 Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas (ApEM-L 1.0).....	21
1.6 El entorno tecnológico y científico en la representación del software educativo.....	24
1.6.1 RMM: Metodología de Administración de Relaciones (Relationship Management Methodology).....	25
1.6.2 OOHDM: Metodología de Diseño Hipermedia Orientada a Objetos (Object – Oriented Hypermedia Design Methodology).....	25
1.6.3 UML: Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language).....	26

1.6.4 OMMMA – L: Lenguaje para la modelación Orientada a Objetos de Aplicaciones Multimedia (Object – Oriented Modeling of Multimedia Applications)	26
Conclusiones Parciales	27
Capítulo 2: Un acercamiento a la utilización de ApEM-L 1.0 en la UCI.	28
Introducción.....	28
2.1 La modelación de SWE en la UCI	28
2.2 Importancia de la utilización de ApEM-L 1.0	30
2.3 Un análisis de la utilización de ApEM – L 1.0 en los proyectos productivos.....	31
2.3.1 Elementos no representados por ApEM-L 1.0.....	31
2.3.2 Propuesta de los elementos de ApEM-L 1.0 para ser modificados.....	33
2.4 Factores internos y externos que dificultan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos.....	35
2.5 Nivel de aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de la UCI.....	39
Conclusiones Parciales	44
Capítulo 3: Estrategia para la aplicación progresiva e incremental de ApEM-L en los proyectos productivos de Software Educativo de la UCI.....	46
Introducción.....	46
3.1 Definición y objetivos de la estrategia	46
3.2 División de los factores internos y externos que imposibilitan la aplicación y aceptación de ApEM-L 1.0	47
3.3 Acciones a realizar para progresivamente incrementar el nivel de aplicación y aceptación de ApEM-L en proyectos productivos de SWE en la UCI.	49
3.4 Validación de la Propuesta a través del Método de Criterio de Expertos	54
3.4.1 Pasos para la evaluación técnica	54
Conclusiones.....	58
Conclusiones Generales	59

Recomendaciones	60
Referencias Bibliográficas	I
Bibliografía	V
Anexos	IX
ANEXO 1: Entrevista realizada a la Dra. de la Dirección de Producción No. 2 (Dirección de Producción de Software Educativo) de la Infraestructura Productiva de la UCI, M.Sc. Yadenis Piñero Pérez. (Tomado de (Ciudad, 2007)).....	IX
ANEXO 2: Encuesta dirigida a líderes de proyectos productivos de Software Educativo (SWE), facultad 8.....	XII
ANEXO 3: Entrevista dirigida a la M.Sc. Ing. en Informática Aplicada, Danae Pigueiras Ottero, Gerente del Centro de Estudios de Tecnologías Avanzadas (CETA); y a la M.Sc. Ing. en Informática, Vilma González Pérez, de la empresa SIS-COPEXTEL.....	XIII
ANEXO 4: Entrevista dirigida a integrantes de los proyectos que conforman la muestra.....	XIV
ANEXO 5: Entrevista dirigida al Ing. Yosnel Herrera Martínez, integrante del polo científico de SWE de la UCI.	XIV
ANEXO 6: Encuesta realizada a integrantes de los proyectos que conforman la muestra.....	XV
ANEXO 7: Entrevista dirigida a la Ing. Licet Gutiérrez Mompié, vice-decana de producción de la facultad 8.....	XVI
ANEXO 8: Entrevista dirigida a líderes de los proyectos que conforman la muestra.....	XIX
ANEXO 9: Encuesta dirigida al Ing. Abel Ernesto Lorente Rodríguez, especialista de la Dirección de Producción # 2 y jefe del Polo de Software Educativo.	XIX
ANEXO 10: Cuestionario para la calificación de los criterios de evaluación.	XX
ANEXO 11: Cuestionario para la calificación de los criterios de evaluación.	XXI
Glosario de Términos	XXIV

Índice de Figuras y Tablas

Figura 1: <i>Hipermedia: Combinación de hipertexto y multimedia. (Modificación generada a partir del original tomado de: (Lamarca, 2007))</i>	9
Figura 2: <i>Bases de ApEM-L</i>	22
Figura 3: <i>Distribución por secciones del Diagrama de Clases de ApEM-L, tomando como base la arquitectura propuesta por el patrón MVC-E. (Ciudad, 2007)</i>	24
Figura 4: <i>Modificación de la Vista Estática de ApEM-L 1.0</i>	34
Figura 5: <i>Fórmula para calcular el máximo de ponderación para cada indicador</i>	41
Figura 6: <i>Fórmula para calcular el máximo de ponderación por nivel</i>	42
Figura 7: <i>Fórmula para calcular el máximo de ponderación del proyecto</i>	42
Tabla 1: <i>Estructura lógica de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))</i>	22
Tabla 2: <i>Comportamiento dinámico de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))</i>	23
Tabla 3: <i>Gestión del Modelo de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))</i>	23
Tabla 4: <i>Elementos no representados en ApEM-L 1.0</i>	33
Tabla 5: <i>Elementos propuestos a modificar en ApEM-L 1.0</i>	34
Tabla 6: <i>Ponderación de Aplicación por Indicadores</i>	42
Tabla 7: <i>Ponderación de Aplicación por Indicadores para el Proyecto Multisaber</i>	43
Tabla 8: <i>Nivel de Aplicación por Indicadores de la muestra</i>	44
Tabla 9: <i>División de los factores internos</i>	48
Tabla 10: <i>División de los factores externos</i>	48
Tabla 11: <i>Criterios de evaluación por grupo</i>	54
Tabla 12: <i>Peso por grupo</i>	55
Tabla 13: <i>Peso otorgado por los expertos a los criterios</i>	56
Tabla 14: <i>Calificación de los criterios por los expertos</i>	57
Tabla 15: <i>Rangos predefinidos del Índice de Aceptación</i>	58

Introducción

La educación constituye una de las prioridades esenciales de la política social de la Revolución Cubana y además es un derecho recibido por todos los ciudadanos. A partir de 1959, con el triunfo revolucionario el gobierno y el pueblo se enfrascó en llevar adelante el primer proyecto social del país. Uno de los primeros pasos en ese sentido fue la erradicación del analfabetismo en la nación.

El 26 de septiembre de 1960 el líder máximo de la Revolución Cubana proclamaba en la Asamblea General de las Naciones Unidas: *"Cuba será el primer país de América que a la vuelta de algunos meses pueda decir que no tiene un solo analfabeto (...)"*. (Gutiérrez, 2003)

En 1961 se lleva adelante la Campaña Nacional de Alfabetización; siendo la primera revolución educacional en Cuba, porque abrió las puertas a todos los planes de desarrollo educacional y cultural posteriores. En 1972, nace el Destacamento Pedagógico "Manuel Ascunce Domenech", respuesta revolucionaria que garantizó la educación secundaria. Esta fue la segunda revolución educacional. En la actualidad está en marcha la tercera revolución educacional que tiene como principal objetivo desarrollar una Batalla de Ideas para que todo el pueblo cubano alcance una Cultura General e Integral, mediante la inserción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

El impacto que han tenido las TIC ha propiciado numerosas modificaciones en el sector educacional, sobre todo, *"(...) lleva consigo cambios en los profesionales de la enseñanza (...). La universidad y el profesor dejan de ser fuentes de todo conocimiento y el profesor pasa a actuar de guía de alumnos para facilitarles el uso de recursos y herramientas para explorar y elaborar nuevos conocimientos."* (González, ?)

Las mejoras continuas del hardware y otras tecnologías han extendido y acelerado el uso de las TIC, haciéndose común la aplicación del software (SW) como medio de enseñanza para facilitar el proceso docente educativo. El deseo de lograr un mecanismo rector, para la asimilación de la tecnología y el conocimiento, lleva a la creación dentro del campo que abarca el SW, del software educativo (SWE).

"Este tipo de software permite mejorar en el estudiante las destrezas cognitivas, fomenta el análisis de problemas, facilita el trabajo en grupo, provee soporte en actividades docentes, mejora las habilidades del pensamiento y la resolución de problemas." (Díaz, ?)

"Teniendo en cuenta que hasta inicios de la última década, los profesionales dedicados al desarrollo de este tipo de software fueron los propios profesionales del área pedagógica, que por las necesidades de la enseñanza comenzaron a incursionar en el desarrollo de software educativos; es

de fácil conclusión que no se dedicaba el suficiente tiempo a la modelación de este tipo de producto y a la documentación de estos para posteriores trabajos ingenieriles.” (Ciudad, 2007)

La presentación en el año 1997 por sus autores: I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh de la primera versión del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para la modelación de SW de propósito general orientado a objetos, fue de un gran impacto en la industria internacional y tuvo una excelente aceptación.

Aún así, “UML no soporta todos los aspectos de las aplicaciones multimedia de una forma adecuada e intuitiva. Especialmente, las características del lenguaje para modelar los aspectos de la interfaz de usuario, no se aplican explícitamente en los entornos multimedia. Otros conceptos de UML no son lo formalmente aplicables a la multimedia y de ser utilizados tal y como han sido planteados complicarían la modelación de este tipo de aplicaciones. Por estas razones, y gracias a las facilidades de extensión, si bien permitidas en UML, y he aquí su riqueza como lenguaje de modelado, es que sus principales conceptos y notaciones son aplicables a los entornos multimedia, más se hizo necesario el desarrollo de una extensión para este tipo de aplicaciones denominada Lenguaje Orientada a Objetos para la Modelación de Aplicaciones Multimedia (OMMMA-L), que facilita el modelado de un gran rango de aspectos de aplicaciones multimedia interactivas de una forma integrada y comprensiva.” (Gregor, 2000)

El SWE cubano, posee un conjunto de características que lo diferencian sustancialmente del que se produce en el resto del mundo; potenciando áreas como: (Ciudad, 2007)

- ✓ *Procesamiento de volúmenes de información considerables en varios formatos de presentación (animaciones, videos, imágenes, sonidos, textos e hipertextos).*
- ✓ *Utilización de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para el tratamiento de entornos educacionales a la medida del usuario.*
- ✓ *Concepción de seguimientos pedagógicos o desarrollo de la traza de utilización y avance cognitivo del usuario, lo que implica la utilización de bases de datos.*
- ✓ *Posibilidad de retroalimentación del tutor o profesor guía del proceso docente educativo donde se utiliza el software.*
- ✓ *Posibilidad del profesor de adecuar el funcionamiento de la aplicación a las características de cada uno de los estudiantes o grupos de estos.*
- ✓ *Posibilidad del profesor de adicionar elementos multimedia al software para un mejoramiento y actualización del mismo.*

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), surgida en septiembre del 2002, es uno de los centros educacionales que desarrolla SWE. *“Hoy día la producción de este tipo de SW se realiza manualmente (...) sin la existencia de una notación que permita modelar las particularidades del mismo, además de no contar con la documentación adecuada de dichas aplicaciones.”* (Lorente, 2006)

Debido a las características del SWE cubano; la falta de un lenguaje que cubra la necesidad de representación y modelación de este tipo de SW; además de la situación anteriormente descrita, que presentan los proyectos dedicados a la producción de SWE en la UCI, surge la necesidad de la creación de un nuevo lenguaje notacional que modele: la estructura lógica, el comportamiento y las funciones del futuro SW a desarrollar. Nace así, en el año 2007 una propuesta para la UCI, en su primera versión, del Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas (ApEM-L 1.0).

La inserción de ApEM-L 1.0 en el contexto productivo UCI, se realizó sin la existencia de una estrategia de aplicación, lo que trajo consigo insatisfacción en los desarrolladores de los proyectos, al no tener conocimiento previo sobre la propuesta de solución, así como las visibles ventajas que posee el lenguaje para mejorar la modelación del SWE.

Con lo antes expuesto se pudo identificar como **problema científico** de la investigación: Inexistencia de una estrategia de aplicación del Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas (ApEM-L) en su versión 1.0 en los proyectos productivos de SWE en la UCI.

Para darle solución al problema científico se planteó como **objetivo general**: Elaborar una estrategia de aplicación del Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas (ApEM-L 1.0) en los proyectos de SWE de la UCI.

Con el propósito de cumplimentar el objetivo general se plantearon como **objetivos específicos**:

- ✓ Identificación de los elementos no representados aún por ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos UCI.
- ✓ Determinación de los elementos de ApEM-L 1.0 que se proponen sean modificados a partir de lo arrojado por los proyectos productivos de la UCI estudiados.
- ✓ Identificar los factores internos y externos a los proyectos, así como las condiciones comunes o de mayor incidencia que dificultan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos UCI estudiados.
- ✓ Determinación del nivel de aplicación (nulo, bajo, medio y alto) de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de la UCI donde se introdujo.

El problema descrito genera como **objeto de estudio** de esta investigación: El lenguaje ApEM-L 1.0 y las notaciones de modelación de SWE utilizados en la UCI, centrando la investigación en la documentación de los proyectos productivos de SWE en la UCI como **campo de acción**.

Se plantea como **idea a defender** del trabajo la siguiente: Un estudio del nivel de aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de SWE en la UCI, permitirá determinar con mayor certeza los factores o causas que dificultan dicha introducción, así como establecer una estrategia de aplicación del lenguaje; logrando de esta forma una mejor utilización del mismo y un aumento de la calidad de la documentación de las aplicaciones educativas que se desarrollen.

La investigación científica se guió por el conjunto de **tareas** que se describen a continuación para darle cumplimiento a los objetivos tanto generales como específicos planteados:

1. Estudiar el estado actual de la documentación que se utiliza en el mundo y en Cuba para la producción de SWE.
2. Estudiar el estado actual de la documentación que se utiliza en la UCI para la producción de SWE.
3. Seleccionar las unidades de estudio que conformaran la muestra UCI para la investigación.
4. Estudiar la documentación generada por los equipos de desarrollo de la muestra.
5. Evaluar la aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos conformantes de la muestra.
6. Identificar los elementos ausentes así como los modificables en ApEM-L 1.0 según lo estudiado en la muestra.
7. Determinar el nivel de aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de la UCI seleccionados.
8. Elaborar la estrategia de aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de la UCI.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron **métodos científicos**:

Métodos Teóricos:

- ✓ Hipotético-Deductivo: para arribar a conclusiones particulares a partir de la idea a defender planteada para ser comprobadas posteriormente.
- ✓ Histórico-Lógico: para conocer la evolución y desarrollo de los lenguajes para la modelación de SWE, revelando las etapas principales de su desenvolvimiento, basándose en un estudio profundo de la historia y teoría del fenómeno.
- ✓ Analítico-Sintético: para desglosar el problema de la investigación en elementos por separados, y luego de un profundo estudio unificarlos o sintetizarlos en una solución propuesta.

Introducción

- ✓ Dialéctico: para el estudio de los lenguajes relacionados con el lenguaje propuesto, quedando el último abierto a nuevos cambios.

Métodos Empíricos:

- ✓ Entrevista: usada como medio para la obtención de información verbal, mediante los líderes e integrantes de los proyectos.
- ✓ Encuesta: usada para obtener información a partir de la respuesta que una persona o varias puedan dar a un cuestionario pre-elaborado.
- ✓ Observación participante: usada como método interactivo de recogida de información mediante los integrantes de los proyectos.
- ✓ Análisis Documental: usado para obtener información mediante consultas realizadas a diferentes materiales bibliográficos.

Métodos Cualitativos:

- ✓ Investigación – Acción Participativa: usada como el método que caracteriza la investigación, ya que propone un conjunto de principios, normas y procedimientos metodológicos, que permite obtener conocimientos colectivos sobre la solución propuesta en los proyectos dedicados a la producción de SWE.
- ✓ Fenomenología: usada como el método de recogida de información mediante los integrantes de los proyectos dedicados a la producción de SWE, con el objetivo de ver, describir, comprender e interpretar el fenómeno desde diferentes puntos de vista.

Con el objetivo de lograr resultados que le dieran credibilidad a la investigación fue necesaria la selección dentro de la población, la cual está conformada por el conjunto de proyectos productivos, dedicados al desarrollo de SWE, de la facultad 8 en la UCI. De la misma se extrajo como muestra, mediante la técnica de muestreo aleatorio simple tres de los proyectos productivos: Historia Universal, Multisaber y Ministerio de Energía y Petróleo (MENPET); que a su vez constituyen las unidades de estudio.

El trabajo que se presenta a continuación está conformado por 3 capítulos:

Las notaciones, la documentación y los lenguajes para la modelación de aplicaciones educativas: en este capítulo se abordan los elementos relacionados con la Informática Educativa y las tecnologías multimedia e hipermedia. Se realiza a su vez una presentación del estado del arte en la UCI, Cuba y el mundo de las notaciones, la documentación y los lenguajes de modelación; así como una descripción breve de cada una de las metodologías y notaciones aplicables al contexto educativo en los últimos 20 años.

Un acercamiento a la utilización de ApEM-L 1.0 en la UCI: en este capítulo se hace alusión a la situación de la modelación de SWE en el contexto productivo UCI; la importancia de utilizar el lenguaje de modelado ApEM-L, en su versión 1.0, en los proyectos productivos en cuestión; así como una exhaustiva investigación de los elementos que pueden ser modificados y cuáles deben ser introducidos; además del nivel de aplicación del lenguaje en la producción de SWE.

Estrategia para la aplicación progresiva e incremental de ApEM-L en los proyectos productivos de Software Educativo en la UCI: en este capítulo se propone una estrategia progresiva e incremental de aplicación de ApEM-L 1.0 en proyectos productivos de SWE, teniendo en cuenta la solución que se plantea para cada grupo de factores tanto internos como externos que dificultan la aplicación del lenguaje en su primera versión.

Capítulo 1: Las notaciones, la documentación y los lenguajes para la modelación de aplicaciones educativas.

Introducción

“Los diagramas y otras formas de notación deberían restringirse en número y ser consistentes en su empleo. Las notaciones confusas o inconsistentes, tanto gráficas como simbólicas, degradan la comprensión y fomentan errores” (Pressman, 2002)

La frase anterior, expresada por Roger S. Pressman, una de las personalidades más reconocidas en el campo de la Ingeniería de Software (ISW), da pie al contenido del presente capítulo, en el cual se abordarán los elementos que servirán de fundamento teórico a la investigación presentada. Conceptos y teorías como SWE, multimedia, hipermedia, documentación y notaciones serán trabajadas con detenimiento para servir como fundamentación científica de lo investigado.

1.1 La educación con la inserción de la informática y el software.

La escuela no es sólo una entidad dedicada a la enseñanza de nuevos conceptos; es el ámbito donde se modela la personalidad de los estudiantes; sus verdaderos fines consisten en prepararlos como personas y como ciudadanos listos para mejorar su calidad de vida y participar de la vida económica y política de la nación. Claro, que estos objetivos no serían posibles si la educación respetara un modelo tradicionalista que dejara de lado la realidad cotidiana y los avances tecnológicos que subsisten en ella.

Así, el uso de las tecnologías multimedia e hipermedia obligan a replantear el sistema educativo, fomentando el surgimiento del área de la Informática Educativa y con ella de conceptos como SWE.

1.1.1 La tecnología multimedia.

Según el Cambridge International Dictionary *“la multimedia se define como el uso de una combinación de imágenes estáticas y móviles, sonido, música y palabras, especialmente en ordenadores o entretenimiento”*. (Cambridge, 2008)

Ejemplos de aplicaciones multimedia informáticas son: juegos interactivos, programas de aprendizaje, materiales de referencia, por ejemplo enciclopedias. En los últimos años, varios autores han intentado conceptualizar la tecnología multimedia. Pero una concepción multifocal de la multimedia, con la cual se coincide en esta investigación; es la que plantea Rodríguez Lamas:

“Es una nueva plataforma donde se integran componentes para hacer ciertas tareas que proporcionan a los usuarios nuevas oportunidades de trabajo y acceso a nuevas tecnologías. Es un nuevo medio donde la computadora junto con los medios tradicionales da una nueva forma de

expresión. Es una nueva experiencia donde la interacción con los medios es radicalmente diferente y donde tenemos que aprender como usarlos. Es una nueva industria donde, con una nueva plataforma, un nuevo medio y una nueva experiencia, nos llevan a tener nuevas oportunidades de negocios.” (Rodríguez, 2000)

“La Multimedia se inicia en 1984. En ese año, Apple Computer lanzó la Macintosh, la primera computadora con amplias capacidades de reproducción de sonidos. Esta característica, unida a que: su sistema operativo y programas se desarrollaron, en la forma que ahora se conocen como ambiente Windows, propicios para el diseño gráfico y la edición, hicieron de la Macintosh la primera posibilidad de lo que se conoce como Multimedia”. (Corrales, 1994)

“A partir de 1987 se comenzó con juegos de video operados por monedas y software de computadoras de entretenimiento. La tecnología de multimedia toma auge en los video-juegos, a partir de 1992, cuando se integran: audio (música, sonido estéreo y voz), video, gráficas, animación y texto al mismo tiempo. La principal idea multimedia desarrollada en los video-juegos es: que se pueda navegar y buscar la información que se desea sobre un tema, sin tener que recorrer todo el programa, que se pueda interactuar con la computadora y que la información no sea lineal sino asociativa”. (Corrales, 1994)

La multimedia es una tecnología que está encontrando aplicaciones, rápidamente, en diversos campos, por la utilidad social que se le encuentra. Comenzó por aplicaciones en la diversión y el entretenimiento a través de los juegos de video. De allí se pasó a las aplicaciones en la información y la educación, para pasar al campo de la capacitación y la instrucción, a la publicidad y marketing hasta llegar a las presentaciones de negocios, a la oferta de servicios y productos y a la administración. Inicialmente, lo que se aprovecha de este recurso es su enorme capacidad de ofrecer información atractiva. (Corrales, 1994)

✓ *En la diversión y el entretenimiento.*

Multimedia es la base de los juegos de video, pero también tiene aplicaciones en pasatiempos de tipo cultural como cuentos infantiles interactivos, exploración de museos y ciudades a manera de visitas digitales interactivas.

✓ *Multimedia en los negocios.*

Las principales aplicaciones se dan en: la inducción, capacitación y adiestramiento de personal, la disposición rápida, accesible y procesamiento de altos volúmenes de información, circulación de información, las presentaciones, intercambio y los kioskos de información (son máquinas multimedia situadas en espacios públicos estratégicos, con determinado tipo de dispositivos que,

mediante una aplicación, accesan datos y permiten al usuario interactuar con ellos, obteniendo, así, información)

- ✓ En publicidad y marketing.

Las principales aplicaciones son: la presentación multimedia de negocios, de productos y servicios, la oferta y difusión de los productos y servicios a través de los kioskos de información.

- ✓ En la administración.

Permite revisar y analizar reportes de clientes realizados por video, de manera más rápida y efectiva.

1.1.2 La tecnología hipermedia.

La presencia del prefijo híper- comprende los conceptos de hipertexto e hipermedia. El primero de ellos “significa la construcción discursiva no secuencial, la ruptura de una forma lineal de lectura, en un modelo basado en la idea de que el pensamiento humano funciona mediante asociaciones”. La hipermedia es considerada entonces “como una nueva filosofía de la realidad que está demarcada por la interacción de la multimedia, el hipertexto y la realidad virtual, cuya máxima relevancia la adquiere cuando se integra en la Web de Internet. La hipermedia combina simplemente (hipertexto y multimedia)” (Cely, 1999)

“La hipermedia surge como resultado de la fusión de dos tecnologías, el hipertexto y la multimedia”. (Lamarca, 2007)

El siguiente gráfico, muestra cómo el término hipermedia engloba los conceptos de hipertexto y multimedia: (Ver figura 1)

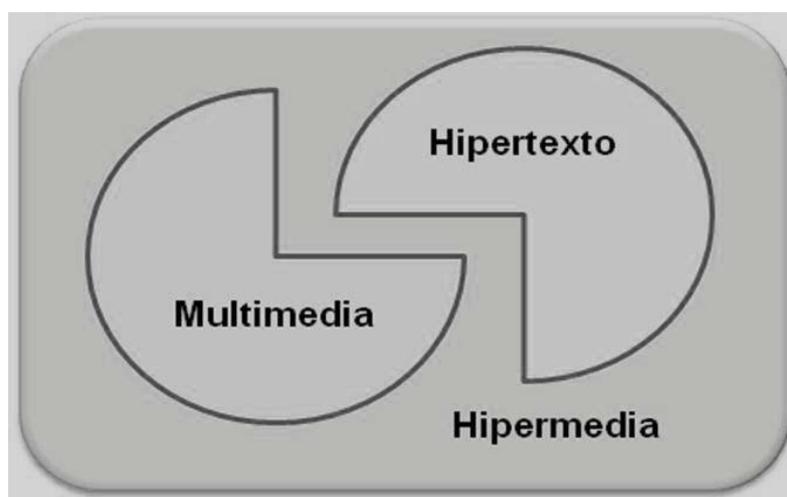


Figura 1: Hipermedia: Combinación de hipertexto y multimedia. (Modificación generada a partir del original tomado de: (Lamarca, 2007))

La tecnología multimedia es la que permite integrar diferentes medios (sonido, imágenes, secuencias...) en una misma presentación. La hipermedia, por tanto, *“es la tecnología que permite estructurar la información de una manera no-secuencial, a través de nodos interconectados por enlaces sobre los diferentes formatos de información”*. (Lamarca, 2007)

“Estas hipermedias y multimedias pretenden resolver el problema del procesamiento lineal de la información por el receptor, como ocurre en el libro de texto. Por el contrario, la información se puede construir desde diferentes trayectorias y alternativas, y con diferentes tipos de códigos. Estas trayectorias pueden limitarse por el autor del programa, para evitar problemas de desorientación en el usuario (...) (Pastor, 1997) (...) pudiendo soportar la autoría de documentos complejos y el procesamiento de ideas, especialmente en entornos de trabajo colaborativos. Para la aplicación de esta facilidad los alumnos necesitan la capacidad de anotar nodos de información y ser capaces de colaborar con otros estudiantes y con el profesor sobre unidades específicas de información. Aún más importante que esto es que deben ser capaces de construir su propio sistema de conocimiento a través de la investigación, abstracción, readaptación y adición de conocimientos a una base de datos existentes”. (Ciudad, 2007)

1.1.3 Aplicaciones educativas.

Papert sugiere, en su libro *"The children's machine: rethinking school in the age of the computer"*, que *“un sinónimo para la era de la información es la era del aprendizaje”*. (Papert, 1993)

Aprendizaje e información son procesos que, finalmente, van de la mano. De ahí la necesidad de establecer programas que potencien de manera clara estos procesos, como puede ser la incorporación de tecnologías de información en los ambientes escolares.

El uso de la computadora en la educación puede enfocarse a tres áreas de aprendizaje: (Alonso, 1998)

- ✓ *Aprender de, o desde, las computadoras.*
- ✓ *Aprender con las computadoras.*
- ✓ *Aprender sobre las computadoras.*

Seguidamente se analiza una aplicación de las tecnologías multimedia e hipermedia: el SWE. *“Todas las formas de software educativos han sido absorbidas por esta tecnología, lo cual no es pura casualidad, sino el resultado de un proceso histórico que ha pretendido combinar los diferentes métodos para transmitir la información, en esperanza de una mayor calidad del propio proceso de adquisición de conocimientos.”* (Lee, 2000)

La informática educativa: *“Ciencia que integra la educación y las herramientas informáticas para enriquecer el proceso de enseñanza- aprendizaje; es un campo que emerge de la inter-disciplina que se da entre la Informática y la Educación para dar solución a tres problemas básicos”*: (FUCE, 2004)

- ✓ *Aplicar Informática en Educación.*
- ✓ *Aplicar Educación en Informática.*
- ✓ *Asegurar el desarrollo del propio campo.*

La interrelación entre la enseñanza, la computadora y la tecnología multimedia, dan paso al surgimiento del software multimedia educativo: *“una aplicación informática, soportada sobre una bien definida estrategia pedagógica, y que apoya directamente el proceso de enseñanza- aprendizaje.”* (Pérez, 1999)

El software multimedia educativo, permiten agrupar una serie de factores presentes en otros medios, pero a la vez agregar otros hasta ahora inalcanzables: (Pérez, 1999)

- ✓ *Permite la interactividad con los estudiantes, retroalimentándolos y evaluando lo aprendido*
- ✓ *Facilita las representaciones animadas.*
- ✓ *Incide en el desarrollo de las habilidades a través de la ejercitación. Permite simular procesos complejos.*
- ✓ *Reduce el tiempo que se dispone para impartir gran cantidad de conocimientos facilitando un trabajo diferenciado, introduciendo al estudiante en el trabajo con los medios computarizados.*
- ✓ *Facilita el trabajo independiente y a la vez un tratamiento individual de las diferencias.*
- ✓ *Permite al usuario (estudiante) introducirse en las técnicas más avanzadas.*
- ✓ *Posibilidades de estudiar procesos que no es posible observar directamente.*
- ✓ *Autocontrol del ritmo de aprendizaje.*

Los buenos materiales multimedia formativos son eficaces, facilitan el logro de sus objetivos, y ello es debido, al buen uso por parte de los estudiantes y profesores, a una serie de características que atienden a diversos aspectos funcionales, técnicos y pedagógicos, y que se comentan a continuación: (Marquès, 2001)

- ✓ *Facilidad de uso e instalación.*

- ✓ *Versatilidad (adaptación a diversos contextos).*
- ✓ *Calidad del entorno audiovisual.*
- ✓ *La calidad en los contenidos (bases de datos).*
- ✓ *Navegación e interacción.*
- ✓ *Originalidad y uso de tecnología avanzada.*
- ✓ *Capacidad de motivación.*
- ✓ *La documentación.*

1.2 Las notaciones en la ingeniería del software educativo.

En la Ingeniería de Software como en el resto de las demás ingenierías son de gran valor, los modelos, estos describen el estado de cierto "evento", ya existente, en construcción o en planeación.

El modelado sirve para los grandes sistemas, como para las aplicaciones de pequeño tamaño, sin embargo es un hecho que entre más grande y más complejo es el sistema, más importante es el papel que juega el modelado por una simple razón: *"El hombre hace modelos de sistemas complejos porque no puede entenderlos en su totalidad"*. (Ciudad, 2007)

1.2.1 Pensamiento ingenieril: Representación.

Una de las herramientas más utilizadas en la ingeniería para la representación de sus objetivos son los modelos. *El Lenguaje de Modelado de Objetos* (Object Constraints Language) es un conjunto estandarizado de símbolos y de modos de disponerlos para modelar el diseño orientado a objetos de un SW o parte de este.

Actualmente se distinguen tres grandes "generaciones" cronológicas de técnicas de modelado de objetos. (Pressman, 2002)

- ✓ *En la primera generación, tecnólogos aislados y grupos pequeños desarrollaban técnicas que resolvían problemas que se encontraban de primera mano en los proyectos de desarrollo orientado a objetos. En esta generación se incluye a autores y técnicas como Rumbaugh, Jacobson, Booch, los métodos formales, Shlaer-Mellor y Yourdon-Coad.*
- ✓ *En la segunda generación se reconoció que muchas de las mejores prácticas pertenecían a diferentes métodos del fragmentado terreno de la metodología orientada a objetos. Se realizaron múltiples intentos para integrar dichas técnicas en marcos coherentes tales como FUSION. En cualquier caso, la comunidad del software orientado a objetos empezaba a*

reconocer los beneficios que la estandarización de las técnicas conllevaría: abandono de las "buenas" formas de hacer las cosas en favor de "la" manera adecuada, que permitiría un lenguaje y unas prácticas comunes entre los diferentes desarrolladores.

- ✓ *La tercera generación consiste en intentos creíbles de crear dicho lenguaje unificado por la industria, cuyo mejor ejemplo en la actualidad es UML.*

1.2.2 Estado actual de las notaciones en el contexto productivo mundial.

1.2.2.1 ¿Qué es un modelo?

Un modelo es un *“esquema teórico que representa una realidad compleja o un proceso complicado y que sirve para facilitar su comprensión: algunas pruebas matemáticas comparan un modelo teórico con los datos recogidos de la realidad”*. (Larousse, 2006)

En la Ingeniería de Software desarrollar modelos, implica representar los sistemas de software en cada una de sus partes, desde diferentes vistas: lógicas, estructurales, de comportamiento, de arquitectura, de ensamblaje, entre otras; para de esta manera permitir el consenso en la representación, la abstracción, el entendimiento del problema y las soluciones; así como la toma de decisiones de los equipos de desarrollo y los clientes.

Booch, Jacobson y Rumbaugh; en su texto *“El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia”*, definen como propósitos de la modelación de sistemas los siguientes: (Booch, 2000)

1. *Capturar y enumerar exhaustivamente los requisitos y el dominio de conocimiento, de forma que todos los implicados puedan entenderlos y estar de acuerdo con ellos.*
2. *Pensar en el diseño de un sistema.*
3. *Capturar decisiones del diseño en una forma mutable a partir de los requisitos.*
4. *Generar productos aprovechables para el trabajo.*
5. *Organizar, encontrar, filtrar, recuperar, examinar y corregir la información en grandes sistemas.*
6. *Explorar económicamente grandes soluciones.*
7. *Domesticar los sistemas complejos.*

1.2.2.2 La modelación del software.

“La modelación de un sistema de software debe ser precedida por la construcción de un modelo, tal como ocurre en otros sistemas ingenieriles. El modelo de un sistema es una representación

conceptual obtenida a partir de la identificación, clasificación y abstracción de los elementos que constituyen el problema y su posterior organización en una estructura formal. De esta forma, el modelo de un sistema actúa como una especificación de los requerimientos que el sistema debe satisfacer, proveyendo un medio de comunicación y negociación entre usuarios, analistas y desarrolladores, así como también un documento de referencia durante la corrección de errores y durante la evolución del producto". (CAETI, 2008)

La acción de modelar un SW, implica en su hacer, el tener en cuenta al construir modelos aspectos como: (Ciudad, 2007)

- ✓ *Arquitectura del sistema que se construye: se hace necesario la observación de la arquitectura que se utiliza o utilizará en la solución, para lograr una estructura sólida y sostenible de la aplicación en el tiempo, así como un entendimiento del o los principios de funcionamiento de la aplicación que se desarrolla.*
- ✓ *Disponibilidad del hardware para la solución propuesta. (disponibilidad tecnológica de la solución): no todas las soluciones pueden convertirse en la óptima que se desea, sino que al construir nuestros sistemas no podemos olvidar la tecnología con la que se cuenta o aquella que se pueda adquirir en el futuro inmediato para sustentar la propuesta de solución.*
- ✓ *Relación Costo/Beneficio económico de la solución: factor este de gran importancia en las soluciones que se modelen; pues desde el momento de la representación de la solución, es donde se deben valorar (sin costo añadido, salvo el costo del esfuerzo humano en la valoración) las posibles soluciones desde el punto de vista económico, para permitir seleccionar la de mejor relación en cada caso al discernir entre los componentes materiales y humanos a intervenir en las soluciones.*
- ✓ *Posibilidades de cambios futuros y asimilación de nuevas tecnologías o soluciones informáticas: los modelos de representación de un sistema, tienen que estar preparados o permitir, sin tocar el programa o código fuente del mismo, hacer trabajo de mesa para el análisis de cambios, asimilación de nuevos requerimientos o de nueva tecnología. Esto hace que los modelos tengan que ser entendibles y exactos en la representación de elementos de esta naturaleza.*
- ✓ *Posibilidad de reutilización de partes o componentes de otros sistemas ya desarrollados anteriormente: hoy día, al desarrollar sistemas cada vez más grandes e intrincados, así como existiendo problemáticas similares en muchos lugares del planeta, no es ventajoso en momento alguno repetir soluciones en distintas partes del mundo, sino todo lo contrario, trabajar en colectivo, para la generación de mejores soluciones entre todos. Eso hace que la solución sea la reutilización de partes ya existentes, pero que deben de representarse*

igualmente en los modelos, no importa si como cajas negras, desconocidas para los desarrolladores (pero aún existirá en el modelo y se sabrá que se utiliza en la solución) o como componentes ampliamente representados para su entendimiento en la solución.

1.2.2.3 Los paradigmas de programación.

Los paradigmas de programación “*son marcos de referencia que imponen reglas sobre cómo se deben hacer las cosas, indican qué es válido dentro del paradigma y qué está fuera de sus límites. Un paradigma distinto implica nuevas reglas, elementos, límites y maneras de pensar, o sea implica un cambio. Los paradigmas pueden ser considerados como patrones de pensamiento para la resolución de problemas*”. (Bonaparte, 2006)

Con el desarrollo de los lenguajes para aminorar el gran campo que separa al humano del entendimiento del lenguaje de los computadores se ha transitado por diferentes paradigmas de la programación como los que se mencionan a continuación:

- ✓ Paradigma estructurado.
- ✓ Paradigma Orientado a Eventos. (OE)
- ✓ Paradigma Orientado a Objetos. (OO)

1.2.3 Las notaciones en la producción de software educativo.

Con la inserción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la sociedad, ha surgido un interés irrevocable del conocimiento de las mismas, causando cambios visibles en la mayor parte de los sectores sociales.

Como resultado del desarrollo vertiginoso de las TIC, el gobierno cubano ha llevado adelante numerosos programas de la revolución dirigidos a la esfera de la informática. Uno de los proyectos de mayor repercusión ha sido el desarrollo de SWE para la escuela cubana, desde la enseñanza primaria hasta la universitaria; siendo ya numerosos los paquetes de SW producidos en el país en los pasados años.

1.2.3.1 Los guiones de las aplicaciones educativas.

Las nuevas revoluciones tecnológicas van generando nuevos lenguajes que hay que aprender a articular correctamente con el fin de utilizar del modo más eficiente posible esa tecnología que se va poniendo a nuestro alcance:

"La multimedia se convierte así en una nueva cota comunicativa, donde se mejoran, perfeccionan e integran los elementos audiovisuales creando un nuevo lenguaje rico en matices, expresiones y formas, con el añadido de una interacción presumible entre hombre y relato (vinculado mediante

la máquina) que rompe la unidireccionalidad de la mayoría de los medios (medios de comunicación) conocidos". (Pérez, 1998)

Muchos autores hacen una clasificación más sencilla siguiendo el esquema clásico de las producciones audiovisuales. A diferencia de éstas, en el guión multimedia:

"(...) se recogerán de manera exhaustiva los elementos que han de intervenir en cada una de las pantallas o secuencias, las acciones que se desarrollarán, el grafismo utilizado y el "tiempo" que mantendrán, es decir, el orden de representación y el tiempo del mismo. También se debe describir detalladamente cuándo sucederá, bien por la intervención directa del usuario bien por otro tipo de causas, como por ejemplo la ausencia de acciones por parte de éste". (Pérez, 1998)

Para realizar un guión multimedia es útil establecer una rutina de trabajo que comprende las siguientes fases: (Galán, 2006)

- ✓ *Guión de contenido.*
- ✓ *Guión narrativo.*
- ✓ *Guión icónico.*
- ✓ *Guión de sonido.*
- ✓ *Guión técnico.*

El *Guión de Contenido* indica el material textual que se va a utilizar en las diferentes secuencias y la manera en la que se va relacionando mediante una jerarquización conceptual que irá de lo más importante o lo más general o específico y que deberá transmitirse en forma muy clara en el guión.

El *Guión Narrativo* establece cómo se va a presentar esa información. Se corresponde a lo que conocemos también como guión literario, indicando el punto de vista y el estilo. Por tanto, se dará forma al contenido establecido en el paso anterior.

El *Guión Icónico* marca las imágenes que se tiene disponibles, sean gráficos, fotos, figuras, cuadros, imágenes de video o animación, y en qué momento de la narración serán utilizadas. Para que resulte más fácil, suele usarse un código que identifica cada imagen y en qué secuencia va.

El *Guión de Sonido* se debe desarrollar en forma sincrónica con el guión narrativo. Los registros de sonido deberán ser secuenciales, y esta secuencialidad se indicará mediante un número de orden. Los registros de sonido pueden ser directos o indirectos según la fuente de la que se haya tomado (un registro directo es por ejemplo, la grabación en off de una voz que realiza un relato y, uno indirecto, cualquier música empleada).

El *Guión Técnico* es elaborado por el profesional informático a medida que va comprendiendo la idea del docente. Consiste en definir las bases de la realización, la metodología, los programas a utilizar, los formatos de presentación, diseño de pantalla, los efectos a utilizar en cada parte.

“Es de notar con claridad como en la descripción ofrecida sobre los guiones multimedia, se distingue la recarga considerable del mismo en los aspectos que desde el punto de vista visual o de interés para el usuario en una aplicación educativa existen. Sin embargo es de difícil consecuencia la generación de una documentación de interés ingenieril a partir de un guión de este tipo. En la última década se ha avanzado en este campo, logrando en la modelación de entornos educativos, la incorporación de lenguajes notacionales de propósito general como UML, o sus extensiones como OMMMA – L, ambos descritos en este mismo capítulo. No obstante estos lenguajes no logran denotar todos los elementos, tanto ingenieriles como pedagógicos de las aplicaciones educativas cubanas en sus gráficos y semánticas utilizadas”. (Ciudad, 2007)

1.3 La documentación en el software educativo.

1.3.1 ¿Qué se entiende por Documentación?

La documentación es la *“ciencia que tiene como objeto de estudio el proceso informativo-documental y desarrolla la aplicación técnica de: selección y compilación, análisis y tratamiento sistemático, almacenamiento y diseminación, (...) síntesis y traducción, para la obtención del nuevo conocimiento o de otra utilidad para los usuarios. Documento o conjunto de documentos reunidos para fines determinados”.* (Fac-Comunicación, ?)

La documentación de software *“(...) es el conjunto de información que nos dice qué hacen los sistemas, cómo lo hacen y para quién lo hacen. Consiste en material que explica las características técnicas y la operación de una aplicación. Es esencial para proporcionar entendimiento de un software a quien lo vaya a usar para mantenerlo, para permitir auditoría (...) y para enseñar a los usuarios como interactuar con el sistema y a los operandos como hacerlo funcionar”.* (Diéguez, ?)

Otra definición sobre la documentación de sistemas, es la que plantea Pressman en su libro *“Ingeniería del Software. Un enfoque práctico”* cuando expone que la misma consiste en *“manuales, formularios y otra información descriptiva que plasma el empleo y/o funcionamiento del sistema”.* (Pressman, 2002)

1.3.2 Tipos de documentación.

En función del público objetivo y el tipo de contenido podemos distinguir varios tipos de documentación. (Talens-Oliag, 2006)

- ✓ Documentación de arquitectura y diseño.

Documentación de arquitectura y diseño: Son documentos que proporcionan una visión general de cómo se va a desarrollar el proyecto y de por qué se va a hacer de ese modo; estos documentos se suelen general en las fases iniciales y deber ser revisados cuando se producen cambios.

La idea básica es disponer de una descripción de alto nivel del sistema donde se enumeran los componentes que se van a emplear, la justificación de su elección, la funcionalidad esperada y las relaciones entre ellos.

En los documentos de diseño se pueden incluir notas sobre implementación (tipos de datos, algoritmos, etc.), aunque la mayor parte de ellas se pueden dejar para la documentación técnica.

✓ *Documentación técnica.*

Documentación técnica: Documentación del código, algoritmo, interfaces, etc. Es más detallada y debe ser escrita mientras se implementa; usualmente lo más cómodo es mantenerla junto al código fuente, al menos la que está relacionada con la interfaz con el programador.

Existen dos aproximaciones principales para mantener el código y su documentación de modo conjunto:

Escribir el código usando un formato analizable por un generador de documentación que funcione con múltiples lenguajes o que esté ligado a un lenguaje específico; estas herramientas analizan el código fuente y generan documentos en uno o varios formatos de salida (HTML, PDF, etc.) a partir de las construcciones del lenguaje de programación y de comentarios marcados de modo especial.

Usar el modelo conocido como programación literaria, una técnica propuesta inicialmente por Donald Knuth con su sistema WEB (la versión actual es CWEB, una reescritura de WEB para documentar programas en C, C++ y Java). En este sistema el código fuente está incluido en el texto descriptivo en lugar de al contrario; la idea básica es considerar un programa como un texto para el seres humanos en lugar de un conjunto de instrucciones para un ordenador. Para generar código compilable, se extraen los fragmentos de programa del documento empleando herramientas especializadas.

Además de la documentación del código, siempre hay documentos que no se deben redactar junto a este, como por ejemplo las directrices para los desarrolladores del proyecto, que pueden incluir documentos que expliquen como organizar el código, como usar el sistema de control de versiones, como se deben organizar, comentar y documentar el código.

✓ *Documentación de usuario final.*

Documentación de usuario final: Es la documentación que se entrega al usuario final, tanto usuarios avanzados (administradores del sistema, personal de soporte) como no especializados.

Este tipo de documentación no suele tener relación con el código fuente, solo describe como usar los programas producidos en el proyecto, por lo que puede ser redactado por personas que no hayan estado involucradas en el desarrollo de los mismos.

1.3.3 Importancia de la documentación del software educativo.

“La documentación de los programas es un aspecto sumamente importante, tanto en el desarrollo de la aplicación como en el mantenimiento de la misma. Muchas personas no hacen esta parte del desarrollo y no se dan cuenta de que pierden la posibilidad de la reutilización de parte del programa en otras aplicaciones, sin necesidad de conocerse el código al dedillo”. (Fraledó, 2006)

En el modelo de desarrollo tradicional la documentación es muy importante en todas las fases del ciclo de vida del SW: (Talens-Oliag, 2006)

- ✓ *Ayuda a definir los problemas que se intentan resolver y a llegar a acuerdos con las personas que desean que estos sean resueltos.*
- ✓ *Los requisitos deben escribirse en algún sitio, dado que ese es el único modo de validarlos y tener una referencia cuando se desarrolla.*
- ✓ *Los codificadores, testadores y grupos externos necesitan la documentación producida en la fase de análisis, diseño y desarrollo, ya que es la base de su trabajo. La práctica demuestra que generalmente es necesario revisar y refinar la documentación a medida que el proyecto evoluciona, ya que los requisitos y expectativas cambian durante la vida del proyecto, forzando un modo de trabajo iterativo en el que se repiten fases anteriores para adaptarse a los cambios.*
- ✓ *Las personas que trabajan en el mantenimiento de un producto necesitan de una buena comprensión de cómo se ha diseñado e implementado un sistema, y la documentación producida en las fases anteriores, deberían ser la fuente de información principal para obtenerla. Además, dependiendo del tipo de proyecto, los responsables de mantenimiento también necesitan documentar los cambios que se realizan y las tareas que hacen o necesitan hacer de modo regular.*

1.4 Las notaciones en la producción de aplicaciones educativas en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

“En Septiembre del 2002 surge la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de la cual Fidel Castro planteó que debe ser una Universidad de excelencia, (...) la UCI no solo es una entidad

educativa, en ella también se lleva a cabo la producción de software; interviniendo en la creación de los mismos tanto estudiantes como profesores de la universidad. La universidad está dividida en facultades, cada una esta identificada con un perfil. Para darle cumplimiento a estos perfiles se desarrollan un conjunto de proyectos productivos. Uno de los perfiles definidos y que además determina una fuerte línea en la producción en la universidad es el Software Educativo”. (Peña, 2007)

Uno de los miembros de la Dirección de Producción de SWE en la UCI plantea: “La dirección de software educativo de nuestra universidad tiene como uno de sus principales objetivos el desarrollo de multimedia educativas. Hasta ahora este trabajo se realiza manualmente, esto implica comenzar a desarrollar cada software y realizar su implementación a partir de cero a veces sin el conocimiento necesario para ello, lo que además de consumir grandes recursos humanos y de tiempo, afecta la calidad de los productos que se realizan.” (Lorente, 2006)

Estando de acuerdo con lo que plantea el especialista citado, cabe mencionar que hoy en la universidad se utilizan para la modelación de las aplicaciones lo siguiente:

- ✓ Guiones de contenido y técnicos.
- ✓ Árboles o mapas de navegación.

Recordando las seis características distintivas del SWE cubano, mencionadas en la introducción de este trabajo, es válido señalar que hoy en la universidad no llega a concretarse con eficiencia la documentación de este tipo de aplicaciones que posibilite lo siguiente: (Ciudad, 2007)

- ✓ Durante la ejecución de los proyectos productivos:
 - 1 Entendimiento sin ambigüedades (utilización de iguales términos y conceptos semánticos) de los diferentes roles (especialistas pedagógicos, diseñadores gráficos, analistas, programadores y arquitectos) participantes en la elaboración del producto.
 - 2 Generación de una documentación técnica que posibilite la programación orientada a objetos de las aplicaciones de forma directa, que incorpore las mejores técnicas y prácticas internacionales en la industria del software.
- ✓ Al finalizar los mismos y en su mantenimiento:
 1. Utilización de la documentación del proyecto para generar pruebas de unidad y sistema a las aplicaciones, basadas en los algoritmos y flujos de funcionamiento del SWE.
 2. Utilización de la documentación para el mantenimiento de las aplicaciones y la posibilidad de eliminación de errores a partir de los modelos que del mismo se dispongan.
- ✓ Generación de nuevas versiones o portabilidad a otros entornos:

1. Utilización de la *documentación ingenieril del producto para el análisis de nuevas soluciones* a partir de modelos de diseños horizontales en el desarrollo, que permitan general a partir de él nuevas versiones en otros lenguajes, plataformas o arquitecturas de solución; determinando la razón costo/beneficio de un cambio de este tipo sin incurrir en grandes gastos económicos.
2. Utilización de la *documentación para la determinación de posibilidades de migración a nuevas plataformas o sistemas operativos*, determinando la razón costo/beneficio de un cambio de este tipo sin incurrir en grandes gastos económicos o necesidad de hacerlo in situ en laboratorios de prueba, sino desde la concepción ingenieril basada en los modelos existentes.

Las dificultades mencionadas anteriormente, sustentan la necesidad en la universidad de desarrollar un lenguaje notacional que permita adecuar los mejores lenguajes existentes en este ámbito al contexto productivo cubano y de la UCI en particular, y trabajar sobre la representación de los siguientes elementos:

1. Dominio de información del SW.
2. Requerimientos pedagógicos asociados al SW.
3. Conjunto de clases y entidades que sustentan la lógica de funcionamiento de las aplicaciones y sus relaciones.
4. Navegabilidad dentro de las aplicaciones.
5. Composición física de la solución generada.
6. Despliegue físico de la solución construida

1.5 Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas (ApEM-L 1.0).

“ApEM – L 1.0 está basado en el lenguaje de modelación UML, tomando elementos representativos de extensiones del mismo como OMMMA-L, desarrollada por (Sauer, y otros, 2001) y descansa toda su estructura sobre los elementos planteados por el estándar OCL, en su versión actualizada 2.0 del 2003”. (Ciudad, 2007)



Figura 2: Bases de ApEM-L

El “(...) principal objetivo con ApEM – L 1.0 es dotar al especialista de un conjunto de estereotipos que permitan expresar las características de este tipo de aplicaciones, sin directamente modificar el meta-modelo del lenguaje base UML. Para lograr este objetivo se trabajó en las capas de estereotipos descriptivos y restrictivos, (...) para la utilización de herramientas CASE actuales como Rational Rose, Visual Paradigm o Erwing, (...) (Ciudad, 2007)

El lenguaje consta de tres áreas fundamentales: de estructura lógica, de comportamiento dinámico y de gestión del modelo. A su vez consta de cuatro vistas distribuidas en dichas áreas. A continuación se muestran las principales modificación hechas por ApEM-L en cada uno de los diagramas según las vistas correspondientes.

Tabla 1: Estructura lógica de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))

Área	Vista	Diagramas	Modificaciones
	Vista Estática	Diagrama de Clases	<p>Establece el patrón arquitectónico MVC-E para la concepción del diseño de las aplicaciones educativas.</p> <p>Plantea la semántica y los estereotipos restrictivos y descriptivos para las clases asociadas a las tecnologías multimedia e hipermedia.</p> <p>Organiza la estructura del diagrama en secciones para la representación lógica de los distintos tipos de clases, incorporando las</p>

Estructura Lógica			clases abstractas del modelo conceptual. (Ver figura 3)
		Diagrama de Casos de Uso	No se establecen modificaciones a lo planteado por el lenguaje base UML.
	Vista de Arquitectura	Diagrama de Componentes	No se modifica la semántica del lenguaje base, sino que se extiende esta al incorporar los elementos de organización en paquetes asociados al patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador – Entidad (MVC-E) y sus relaciones de funcionamiento.
		Diagrama de Despliegue	No se establecen modificaciones a lo planteado por el lenguaje base UML.

Tabla 2: Comportamiento dinámico de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))

Área	Vista	Diagramas	Modificaciones
Comportamiento Dinámico	Vista de Comportamiento	Diagrama de Actividad	No se modifica la semántica del lenguaje base, sino que se extiende esta al incorporar el estereotipo restrictivo asociado al tiempo y su representación.
		Diagrama de Secuencia	No se establecen modificaciones a lo planteado por el lenguaje base UML.
		Diagrama de Colaboración	No se establecen modificaciones a lo planteado por el lenguaje base UML.
		Máquina de Estados	No se establecen modificaciones a lo planteado por el lenguaje base UML.

Tabla 3: Gestión del Modelo de ApEM-L 1.0 (Modificación generada a partir del original tomado de: (Ciudad, 2007))

Área	Vista	Diagramas	Modificaciones
		Diagrama de	No existe en UML. Extiende la semántica de los diagramas de clases para poder utilizarlos en este tipo de representación, incorporando

Gestión del Modelo	Vista de Presentación	Estructura de Navegación	los estereotipos restrictivos de clases: menú, índice, consulta y botón, además de utilizar las ya definidas: clases modelo entidad media texto y modelo entidad media imagen.
		Diagrama de Presentación	No existe en UML. Extiende la semántica de los diagramas de clases para poder utilizarlos en la representación de la estructura de las presentaciones, incorporando los estereotipos restrictivos de clases: estáticos e interacción y un árbol jerárquico a partir de estos estereotipos que agrupa los componentes visuales de acuerdo a su función en la interfaz a la que pertenece.

Clases <i>Modelo Entidad</i> correspondientes a la representación del árbol jerárquico de <i>medias</i> .	Clases <i>Vista</i> que recibirán las peticiones del usuario al sistema y mostrarán los mensajes de salida o respuestas.	Clases <i>Controladoras</i> que gestionarán las peticiones y la muestra de las respuestas.
		Clases <i>Modelo</i> que contendrán la lógica de negocio para el procesamiento de la información.
	Clases <i>correspondientes al HLL</i> seleccionado para la programación del software.	Clases <i>Modelo Entidad</i> para el procesamiento de la información persistente.

Figura 3: Distribución por secciones del Diagrama de Clases de ApEM-L, tomando como base la arquitectura propuesta por el patrón MVC-E. (Ciudad, 2007)

1.6 El entorno tecnológico y científico en la representación del software educativo.

A lo largo de las últimas dos décadas se han desarrollado en la industria mundial y nacional un conjunto de soluciones informáticas para el tratamiento de entornos con cierto grado de similitud u objetivos similares a los entornos educativos cubanos modelados en nuestras aplicaciones. Mencionaremos en este epígrafe una descripción lo más breve posible de cada uno de estas

soluciones por el interés futuro en establecer comparaciones al respecto y obtener los rasgos repetitivos o generalizadores.

“Desde alrededor de 1990, una amplia variedad de lenguajes de modelación han sido desarrollados. Estos lenguajes son utilizados para describir los requerimientos y el diseño de un sistema software. Desde 1996, varias tentativas han sido ejecutadas para unificar diferentes métodos y lenguajes. Como resultado de este esfuerzo, un lenguaje fue desarrollado: el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). UML introduce una nueva característica distintiva: permite a los usuarios extender o incluso modificar el lenguaje base para adaptar el lenguaje a situaciones o necesidades específicas. La construcción del lenguaje que es utilizada para implementar esta característica es llamada: estereotipo.” (Berner, 2000)

1.6.1 RMM: Metodología de Administración de Relaciones (Relationship Management Methodology).

La metodología RMM, fue desarrollada por T. Isakowitz, en la Universidad de Nueva York en el año 1995. Se realiza la modelación de las aplicaciones a través de RMDM (Relationship Management Data Model), basado en el modelo Entidad – Relación y posee una herramienta CASE denominada: Relationship Management Case Tool – RMCASE.

“RMM (Relationship Management Methodology) contiene el diseño y la construcción de aplicaciones hipermedia en un proceso de siete pasos. Es al mismo tiempo un enfoque “top down” y “bottom up”. Durante la fase del diseño Entidad – Relación, entidades y relaciones son identificadas las cuales se convertirán en nodos y enlaces en la hipermedia resultante. El segundo paso, diseño de cortes (slices), involucra el agrupamiento de atributos de entidades para la presentación. Los cortes (slices) son “unidades de presentación” que aparecen como páginas de una aplicación hipermedia. La separación del contenido y los aspectos de la presentación no son satisfechos en este paso. RMM especifica la navegación con primitivas de acceso, como enlaces (links), agrupamiento (menús), índices (índex) y recorridos guiados (guided tours). La técnica propuesta para el diseño de la interfaz de usuario es la elaboración de maquetas y prototipos.” (Baumeister, 2001)

1.6.2 OOHDM: Metodología de Diseño Hipermedia Orientada a Objetos (Object – Oriented Hypermedia Design Methodology).

Desarrollada por Schwabe y Rossi, en la Universidad de Rio de Janeiro, Brasil y Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires respectivamente en el año 1996. Adopta la notación y los mecanismos de abstracción de la Programación Orientada a Objetos (POO) y consta de cuatro pasos para su ejecución: diseño conceptual, diseño navegacional, diseño de interfaz abstracta e

implementación. Trabaja la representación a través de los siguientes modelos: Esquema de clases, esquema de navegación, esquema contextual de navegación y vista abstracta de datos.

“El Modelo de Diseño de Hipermedias Orientado a Objetos: OOHDM (Object – Oriented Hypermedia Design Model) comprende cuatro actividades; estas son modelo conceptual, diseño de navegación, diseño de interfaces abstractas e implementación. Estas actividades son ejecutadas en un estilo de desarrollo mixto a partir de los modelos incremental, iterativo y basado en prototipos. Este método trata a la aplicación como una vista superior al modelo conceptual. El concepto de contexto de navegación es introducido para describir la estructura de navegación. Es un concepto potente que permite diferentes agrupamientos de objetos de navegación con el propósito de navegar en ellos en diferentes contextos. Una notación especial es utilizada para la representación de la estructura de navegación. En trabajos tempranos de investigación, OMT se propuso como la notación para el esquema conceptual; un poco más tarde los trabajos ya utilizan UML. Sin embargo, los diagramas de OOHDM no obedecen los patrones UML, sino que utilizan una notación propia para la perspectiva de los atributos en los diagramas de clase y proponen otros tipos de diagramas para el diseño de la navegación y de las interfaces de usuarios abstractas.” (Baumeister, 2001)

1.6.3 UML: Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language).

“El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) fue desarrollado por Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, en la Corporación “Rational Software”, en el año 1996 en su primera versión. Mejorado en la actualidad a una versión superior 2.0 y desde sus inicios respetó los elementos estándares del lenguaje OCL, desarrollado inicialmente por la IBM. Consta de varias áreas conceptuales como son: estructura estática, comportamiento dinámico, construcciones de implementación, organización del modelo y los mecanismos de extensión. A su vez, consta de ocho vistas: estática, de casos de uso, de implementación, de despliegue, de máquinas de estado, de actividad, de interacción y de gestión del modelo; para la modelación de los productos, a través de un conjunto de diagramas distribuidos por cada una de estas vistas. Tiene como base teórica lo siguiente: Unified Method (Grady Booch, 1994), OMT (Grady Booch y James Rumbaugh, 1995) así como el Método OOSE (Ivar Jacobson, 1996). Posee varias herramientas CASE de modelado como son Rational Rose Enterprise Edition y Visual Paradigm. Actualmente en un lenguaje estandarizado por la OMG a partir del año 1997 y ha servido como base para posteriores desarrollos de lenguajes a partir de sus posibilidades de extensión”. (Booch, 2000)

1.6.4 OMMMA – L: Lenguaje para la modelación Orientada a Objetos de Aplicaciones Multimedia (Object – Oriented Modeling of Multimedia Applications).

“OMMMA – L fue desarrollado por Stefan Sauer y Gregor Engels, en la Universidad de Paderborn, Alemania, en el año 2001, tomando como base el lenguaje UML. Consta de cuatro vistas fundamentales en su modelación: vista lógica, vista de presentación espacial, vista de

comportamiento temporal predefinido y vista de control interactivo. Modifica los diagramas originales de UML de: clases, secuencia y estado. Añade como parte de la vista de presentación espacial un nuevo diagrama: el diagrama de presentación, para la representación espacial de los elementos visuales del futuro software multimedia. Basa su descripción en el patrón de arquitectura MVC_{MM}". (Sauer, 2001)

Conclusiones Parciales

En este capítulo se han expuesto elementos teóricos que justifican científicamente a la investigación; así como los aspectos a tener en cuenta en la situación problemática que permiten llegar de manera parcial a las conclusiones siguientes:

La utilización de notaciones en la construcción de SWE es muy pobre y está mayormente limitada a la documentación de los aspectos visuales o de contenido de este tipo de aplicaciones; pero no así de la modelación de los elementos de la ingeniería necesarios para una correcta implementación, mantenimiento, reingeniería, reutilización de código y portabilidad del sistema desarrollado. Actualmente se trabaja en el mundo con aplicaciones educativas a través de la utilización de las tecnologías multimedia e hipermedia, utilizando un conjunto de lenguajes de alto nivel, que desafortunadamente aún no satisfacen la gran grama de necesidades que generan estos SW.

Capítulo 2: Un acercamiento a la utilización de ApEM-L 1.0 en la UCI.

Introducción

“El objetivo de adecuarse a un lenguaje de modelado, establece un conjunto de signos, reglas, normas y semántica para la representación de la estructura y el comportamiento de los sistemas informáticos, permitiendo de esta forma la homogenización de los términos utilizados por el equipo de desarrollo y la construcción de modelos de representación del futuro software”. (Ciudad, 2007)

En el presente capítulo se hace un acercamiento a la utilización del lenguaje de modelado ApEM-L, en su versión 1.0, en los proyectos productivos en cuestión, abordando temas como: la importancia de su uso; elementos que serán modificados y cuales no han sido representados; factores internos y externos que dificultan la aceptación y aplicación del lenguaje; así como el nivel de aplicación del mismo según los resultados obtenidos en la investigación.

2.1 La modelación de SWE en la UCI

“La dirección de software educativo de nuestra universidad tiene como uno de sus principales objetivos el desarrollo de multimedia educativas. Hasta ahora este trabajo se realiza manualmente, esto implica comenzar a desarrollar cada software y realizar su implementación a partir de cero a veces sin el conocimiento necesario para ello, lo que además de consumir grandes recursos humanos y de tiempo, afecta la calidad de los productos que se realizan.” (Lorente, 2006)

Con las palabras anteriormente citadas y expresadas por un miembro de la Dirección de Producción de SWE en la UCI, se hace un acercamiento al proceso de modelación de SWE que se realiza en dicha institución.

Según entrevista (*Consultar Anexo 1*) realizada a la M.Sc. Ing. Yadenis Piñeiro Pérez, Directora de Producción de SWE en la UCI por 3 años consecutivos en la dirección de esta área, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se ha logrado reconocer que los elementos con menor claridad en la representación de los SWE corresponden a las “opciones comunes” a un conjunto de interfaces de comunicación, que no son más que las bases del modelado pedagógico que se utiliza en la producción de este tipo de SW. Situaciones como la descrita anteriormente, se presentan de manera muy constante, al dar respuesta a la solicitud de un cliente de un servicio del cual existe su implementación, pero no así la documentación ingenieril (modelos con lenguaje notacional) correspondiente; lo que imposibilita reutilización de código o reingeniería. Se le adiciona al pasaje descrito, la tendencia que existe en los documentadores (mayoritariamente

profesionales pedagógicos) al describir la aplicación educativa como un libro, la cual es entendible para ellos, pero ambigua a los desarrolladores.

- ✓ Para la modelación de las aplicaciones educativas que se desarrollan en el ámbito productivo de la UCI, no se ha implantado una notación en particular, sino que se ha indicado que aquellos proyectos que lo consideren necesario utilicen la extensión de UML y OMMMA – L. En la universidad no se usa una notación en particular porque los clientes que acuden a dicha institución no son especialistas en el tema de la ISW y sus intereses principales están dados hacia la escritura de las interfaces de comunicación y no del resto de los elementos funcionales del SW, e incluso en ocasiones son productos tan sencillos que no se hace necesario una modelación exhaustiva.
- ✓ En el equipo de desarrollo de los proyectos dedicados a la producción de SWE se ha podido identificar que no existe un rol que se dedique a modelar el SW y mantenerlo bien documentado, ya que aun no se percibe el desarrollo de SWE, aunque con sus particularidades, como otro cualquier tipo de SW.

Otro de los temas tratados por la M.Sc. Ing. Yadenis Piñeiro Pérez, son los tipos de artefactos utilizados hoy en la universidad, para modelar las aplicaciones educativas:

- ✓ Guiones de contenido y técnicos: mediante ellos se tiende a especificar con más nivel de detalle elementos de la programación propiamente utilizada, para su uso deben estar aprobados por todo el equipo de desarrollo.
- ✓ Árboles o mapas de navegación: como característica distintiva de cada SW que se produce en la universidad, además mediante ellos, solo se detallan elementos pedagógicos o relacionados con la presentación del contenido del SW.

Se ha logrado identificar pérdida de tiempo y errores en el desarrollo del producto final dado que los artefactos mencionados, no logran representar las características del SWE que se produce en la UCI, quedando elementos sin definirse y representar. Al mismo tiempo se ven afectados elementos de la calidad al no contar con la documentación requerida, lo que imposibilita un chequeo de las aplicaciones.

Al procesar la información de las encuestas (*Consultar Anexo 2*) realizadas a los líderes de proyecto de la muestra, se obtuvo que los mismos se sirven de guiones técnicos, de contenido y mapas de navegación. Estos artefactos no son suficientes para modelar las características de los SW en desarrollo, a pesar de que la construcción del guión se efectúa en correspondencia con las solicitudes del cliente y se actualizan periódicamente. Los resultados obtenidos, ratifican lo expresado por la Directora en el área de Producción de SWE en la UCI.

Otro de los criterios que corroboran la opinión expuesta por la M.Sc. Ing. Yadenis Piñeiro Pérez y los líderes de los proyectos muestreados, son los emitidos en la entrevistas (*Consultar Anexo 3*) realizadas a la M.Sc. Ing. en Informática Aplicada, Danae Pigueiras Ottero, gerente del Centro de Estudios de Tecnologías Avanzadas (CETA) y la M.Sc. Ing. en Informática, Vilma González Pérez, de la empresa SIS-COPEXTEL. Ambas coinciden con que el SWE en Cuba se ha venido representando de una forma empírica y desorganizada, como consecuencia de dos factores fundamentales. Primero, que para la construcción o realización del guión no se sigue una misma estructura, este ha ido variando en cuanto a forma y de acuerdo a las personas o institución que lo desarrollan; y segundo, que no existe la documentación en los SWE obviando la importancia que tiene la misma para lograr la comunicación entre los integrantes del proyecto, que el producto tenga una historia, pueda mantenerse y se reutilice.

Con la aplicación del nuevo lenguaje propuesto para modelar aplicaciones educativas, se espera solucionar la situación actual que presenta la UCI. Esto garantizaría ganar tiempo para la producción, así como lograr un proceso de desarrollo de SWE con calidad. Además de obtener la documentación necesaria con el objetivo de la reutilización de soluciones y la reingeniería.

2.2 Importancia de la utilización de ApEM-L 1.0

La selección de un buen lenguaje de modelado para la representación del SWE, se hace evidente cuando aprendemos a reconocer que *"El hombre hace modelos de sistemas complejos porque no puede entenderlos en su totalidad"*. (Ciudad, 2007)

Mediante la observación realizada a los proyectos productivos MENPET, Multisaber e Historia Universal con el objetivo de identificar características que manifiesten la importancia de aplicar ApEM-L como lenguaje notacional, se ha logrado obtener los siguientes resultados:

- ✓ El uso del lenguaje facilita la comunicación entre miembros del proyecto y personal externo al mismo.
- ✓ Los desarrolladores pueden utilizar para la representación del SW, todas las herramientas CASE que existen actualmente para UML. Esto facilita el trabajo y ahorra tiempo para la modelación del producto, ya que poseen experiencia en el uso de las mismas.
- ✓ Se ha logrado obtener modelos más precisos de los productos en desarrollo gracias a la incorporación de la vista de presentación con sus diagramas de estructura de navegación y de estructura de presentación; como aporte fundamental de ApEM-L 1.0 a la modelación de este tipo de aplicaciones.

En una entrevista (*Consultar Anexo 4*) efectuada a integrantes de los proyectos muestreados, se obtuvo como resultado de un total de 10 entrevistados, que el 90% coincide con que el uso de ApEM-L 1.0 es importante y ventajoso porque:

- ✓ Es un lenguaje que se especializa en aplicaciones educativas.
- ✓ Logra obtener un nivel de detalle más específico de los modelos y descripciones textuales de las interfaces de comunicación con el usuario.
- ✓ Permite representar la interfaz de comunicación con el usuario de una forma más comprensible, lo que facilita el trabajo a los programadores, proporcionándole una mejor comunicación con los diseñadores y guionistas.

2.3 Un análisis de la utilización de ApEM – L 1.0 en los proyectos productivos.

Hoy día en la UCI, y específicamente en los proyectos que conforman la unidad de estudio de la investigación, se ha podido identificar que aún se usan para la representación de SWE, artefactos como los guiones y mapas de navegación; tema que es tratado explícitamente en el epígrafe 2.1, porque los mismos representan de forma parcial las necesidades de este tipo de aplicaciones.

En los siguientes sub-epígrafes, se hace un análisis exhaustivo de los elementos de modelación que ApEM-L no ha representado en su primera versión. Al mismo tiempo se abordan los artefactos del lenguaje que necesitan ser modificados sobre la base de las necesidades actuales de modelación. Para cumplimentar dicho análisis, se ha tomado como punto de partida, los resultados obtenidos en la investigación realizada por el M.Sc. Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo, disponibles en (Ciudad, 2007); referentes a elementos y conceptos (clases, eventos, entidades, relaciones de navegación, relaciones entre clases o entidades, etc.) que no son abordados por los artefactos antes mencionados; así como, la necesidad de reforzar las vistas de ApEM-L 1.0.

2.3.1 Elementos no representados por ApEM-L 1.0.

En el estudio realizado sobre los elementos generales y necesarios para la modelación en un lenguaje notacional, se identificaron mediante el método análisis documental en documentos oficiales, tesis y libros, los siguientes: áreas conceptuales, vistas, diagramas o modelos (específicos por áreas), elementos que conforman cada diagrama (clases, relaciones, objetos, eventos, etc) y estereotipos que visualizan, describen y definen dichos elementos. Los mismos permiten una adecuada organización del lenguaje y representación con un alto nivel de detalle en sus diagramas.

Con el objetivo de identificar elementos que aún no han sido representados por ApEM-L 1.0 y que servirán de base para el perfeccionamiento de posteriores versiones del lenguaje, se ha hecho uso

del resto de los métodos empíricos propuestos para obtener los resultados que se exponen a continuación.

En la entrevista (*Consultar Anexo 5*) realizada al Ing. Yosnel Herrera Martínez, integrante del Polo Productivo de SWE y del Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L, quien atiende además directamente a los integrantes de los proyectos que utilizan en la actualidad el lenguaje en su versión 1.0, se obtuvo como resultado lo siguiente:

- ✓ Dentro del diagrama de clases perteneciente a la vista estática, es importante añadir un elemento que permita mostrar una condición de transición entre diferentes clases vistas existentes en el modelo, porque no existe un elemento interactivo capaz de informarle al usuario cuando se ejecutará un cambio entre dichas vistas de presentación.
- ✓ También se estima conveniente la inserción de una nueva área conceptual para una futura versión, en la que solo estén representados los diagramas de estructura de navegación y de estructura de presentación. Esto posibilitará disminuirle responsabilidades al área de Gestión del Modelo.

Se aplicó el método científico de observación a estudiantes y profesores partícipes de las consultas impartidas (25 de marzo y 24 de abril en locales de los docentes 4 y 5 respectivamente) por el M.Sc. Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo. La misma arrojó los siguientes resultados:

- ✓ En la vista estática, surge la necesidad de crear un artefacto que permita describir textualmente la interfaz de comunicación con el usuario; debido a que no existe un elemento descriptivo que permita detallar las vistas de presentación del SW. Solo se cuenta con las descripciones textuales de los casos de uso.
- ✓ Otro elemento importante a incorporar en el diagrama de estructura de navegación, es la existencia de un estereotipo que represente quién inicializa la navegación en el sistema, porque no existe como representar el usuario que da comienzo a la navegación y a través de cual vista de presentación o elemento interactivo se realiza.

De igual forma, y con el mismo fin, fueron encuestados (*Consultar Anexo 6*) la totalidad de los estudiantes que integran los equipos de desarrollo para darle cumplimiento al objetivo trazado. Seguidamente se exponen los resultados:

- ✓ En el diagrama de estructura de navegación, se hace necesario contar con un estereotipo que represente quién inicia la navegación en el sistema.
- ✓ Otro elemento necesario a incorporar es un estereotipo que permita mostrar una condición de transición al pasar de una vista a otra en un modelo.

En la tabla que se presenta a continuación se hace un resumen de los elementos anteriormente identificados, con el propósito de obtener una versión más completa y con mayor especificidad del lenguaje.

Tabla 4: Elementos no representados en ApEM-L 1.0

<i>Elemento no representado</i>	<i>Observación</i>
Artefacto que permita describir textualmente la interfaz de comunicación con el usuario	No existe un elemento descriptivo que proporcione detallar las vistas de presentación del SW.
Elemento que permita mostrar una condición de transición entre diferentes clases vistas	No existe un elemento interactivo capaz de informarle al usuario cuando se ejecutará un cambio entre vistas de presentación.
Estereotipo que represente quién inicializa la navegación en el diagrama de estructura de navegación	No existe como representar el usuario que comienza la navegación del sistema.
Nueva área conceptual	Disminuirle responsabilidades al área de Gestión del Modelo.

2.3.2 Propuesta de los elementos de ApEM-L 1.0 para ser modificados.

Debido a que ApEM-L 1.0 es un lenguaje notacional joven, que se especializa en modelar SWE con el propósito de lograr un mayor grado de detalle en la representación de dichas aplicaciones, es de esperar que el mismo sufra modificaciones a partir del momento en que fue aplicado en los proyectos productivos. Los resultados son mostrados a continuación.

En la entrevista (*Consultar Anexo 5*) realizada al Ing. Yosnel Herrera Martínez, se obtuvo como resultado lo siguiente:

- ✓ La Vista Estática, la cual incluye el diagrama de clases y el diagrama de casos de uso, sufre una modificación; pues desaparece el diagrama de casos de uso, debido a que se cuenta con un nuevo artefacto, llamado “Descripción textual de la interfaz de comunicación con el usuario”, posibilitando un mayor entendimiento de la misma. (*Ver figura 4*)

Mediante el método científico de observación, aplicado en las consultas impartidas el 25 de marzo y el 24 de abril en locales de los docentes 4 y 5 respectivamente por el M.Sc. Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo, se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Surge la necesidad de hacer una modificación en la Vista Estática, la cual incluye el diagrama de clases y el diagrama de casos de uso. En esta vista desaparece el diagrama de casos de uso, porque se cuenta con un nuevo artefacto, llamado “Descripción textual de la interfaz de comunicación con el usuario”, posibilitando un mayor entendimiento de la misma. (Ver figura 4)

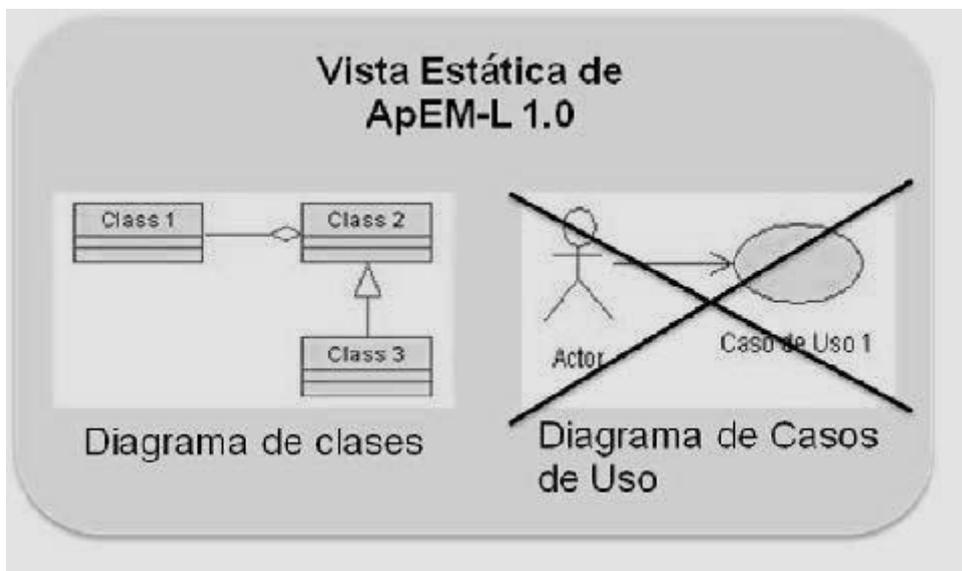


Figura 4: Modificación de la Vista Estática de ApEM-L 1.0

- ✓ Otra modificación ha surgido al permutar la vista de presentación que contiene los diagramas de estructura de navegación y estructura de presentación, del área gestión del modelo a la nueva área (área de presentación) que se presenta para una versión posterior del lenguaje; quedando esta primera en ApEM-L, con las mismas responsabilidades que en UML, es decir, solo describe entonces, la organización de los modelos en unidades jerárquicas (paquetes).

En la tabla que se presenta a continuación se hace un resumen de los elementos anteriormente identificados, con el propósito de obtener una versión más completa y con mayor especificidad del lenguaje.

Tabla 5: Elementos propuestos a modificar en ApEM-L 1.0

<i>Elemento a modificar</i>	<i>Modificación</i>
Vista Estática	Desaparece el diagrama de casos de uso.
Área gestión del modelo	Permuta la vista de presentación a una nueva área (área de presentación).

2.4 Factores internos y externos que dificultan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos.

Según Diccionarios.com, un factor interno/externo es un *“elemento, circunstancia o influencia, que sucede, se desarrolla o se produce en el interior/exterior de algo, y contribuye a producir un resultado”*. (Larousse, 2006)

“Se puede (...) distinguir claramente entre factores externos e internos, siendo los primeros aquellos que hacen al entorno de la corporación y sobre los cuales ésta no tiene mayor poder para modificar. En tanto que los internos son aquellos sobre los cuales los directivos y funcionarios de la institución pueden direccionar o ejercer una política concreta”. (Lefcovich, ?)

Con el objetivo de identificar los factores internos y externos, que dificultan la aceptación y aplicación del lenguaje notacional ApEM-L 1.0, en los proyectos que desarrollan SWE y que constituyen la muestra de la investigación, se emplearon los métodos empíricos propuestos.

En la entrevista (*Consultar Anexo 7*) realizada a la Vice-decana de producción de la Facultad 8, Ing. Licet Gutiérrez Mompié, se identificaron los factores siguientes:

- ✓ Falta de experiencia en el personal que ocupa el rol de líder de proyecto.
- ✓ Falta de capacitación para los líderes de los proyectos y personal que se encarga del mismo.
- ✓ Falta de interés para recibir la capacitación sobre temas relacionados con los proyectos, en específico, por parte de los profesores integrantes de los equipos de desarrollo.
- ✓ Escasés de profesores capacitados en la facultad para impartir cursos, lo que en ocasiones hace necesario acudir a profesores de otras facultades.
- ✓ Los profesores que imparten la capacitación, ocasionalmente son externos a la universidad, lo que influye en que la cantidad de frecuencias que se realizan sean insuficientes.
- ✓ Escasés de locales para impartir la capacitación.
- ✓ La cantidad de computadoras disponibles no es suficiente para desarrollar los proyectos, debido a que la infraestructura de producción de la facultad es mayor que la cantidad de laboratorios con la que se cuenta.
- ✓ El cliente no siempre posee conocimientos informáticos, ni es capaz de definir correctamente como desea el producto, lo que dificulta la comunicación con los desarrolladores.

- ✓ Solo un pequeño grupo de proyectos están aplicando el lenguaje.
- ✓ ApEM-L, es un lenguaje notacional joven y aún no tienen los integrantes de los equipos de desarrollo conocimientos sólidos sobre el mismo.

En la entrevista (*Consultar Anexo 8*) realizada a dos líderes, pertenecientes a dos proyectos, colección que representa el 66.7% del total de tres proyectos que conforman la muestra de estudio de la investigación; los mismos identificaron como factores los siguientes:

- ✓ No existe divulgación de ApEM-L 1.0.
- ✓ No se ha trasado una política de empleo y utilización para una migración de lenguaje en la facultad.
- ✓ No se ha impartido una capacitación para los líderes de los proyectos referente al lenguaje.
- ✓ Existencia de desconocimiento de las cualidades, propiedades y funcionalidades del lenguaje.
- ✓ Falta de comunicación con los desarrolladores de ApEM-L 1.0.
- ✓ Falta de coordinación en la planificación y comunicación de los escasos encuentros realizados como parte de la presentación del lenguaje.
- ✓ Avanzado nivel de desarrollo de los proyectos, lo que imposibilita la aceptación de ApEM-L porque se incumpliría con los contratos y plazos de entrega de los productos.

En el encuentro efectuado por el Polo Científico de SWE, el día 7 de abril a las 3:30 pm, en el salón de reuniones de la facultad 8 ubicado en el docente 5, se pudo observar durante la exposición efectuada por el M.Sc. e Ing. Febe Ángel Ciudad Ricardo sobre ApEM-L 1.0, un conjunto de factores que dificultan la aplicación y aceptación del lenguaje. Los resultados se presentan a continuación:

- ✓ Inasistencia de estudiantes y fundamentalmente profesores al encuentro realizado.
- ✓ Falta de atención al ponente durante la exposición.
- ✓ Falta de motivación de estudiantes y profesores para conocer ApEM-L 1.0.
- ✓ Escasés de bibliografía para la preparación de los integrantes del polo.

En la encuesta (*Consultar Anexo 9*) dirigida al Ing. Abel Ernesto Lorente Rodríguez, especialista en la Dirección de Producción # 2 y jefe del Polo de SWE se pudo obtener como factores que dificultan la aplicación de ApEM-L, los que a continuación se listan:

- ✓ Falta de conocimientos de profesores y estudiantes para la aplicación de ApEM-L en sus proyectos.
- ✓ Resistencia al cambio.
- ✓ Poca documentación (Al ser una tesis de maestría y estar en estado de aplicación en estos momentos, solo se cuenta con el documento de tesis como guía, y 2 casos de estudio del lenguaje).
- ✓ Falta de una política, guía, procedimiento u orientación para que sea este lenguaje el que se aplique a los proyectos de SWE.
- ✓ Falta de talleres y cursos del perfil de SWE, relacionados con la Ingeniería de Software donde se imparta ApEM-L 1.0.

Para obtener otros criterios respecto a los factores que imposibilitan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0 se aplicó una entrevista (*Consultar Anexo 4*) a 10 desarrolladores de los tres proyectos que conforman la muestra. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- ✓ Un 50% de los encargados de modelar los SW en desarrollo, pertenecen al rol de calidad, lo que trae consigo el desempeño de actividades que no son características de su rol.
- ✓ El 100% de los entrevistados no tienen experiencia en el rol que desempeñan.
- ✓ El 100% considera que no ha sido suficiente la capacitación que se le imparte para su familiarización con el lenguaje.
- ✓ El 100% concuerda en que hay déficit de personal al cual acudir para aclarar dudas y que el tiempo dedicado a esta actividad es insuficiente.
- ✓ Un 60% no está motivado con el uso de ApEM-L, porque consideran que ha sido una migración rápida y es escaso el tiempo para familiarizarse con el mismo.
- ✓ El 100% opina que la aplicación del lenguaje trae asociado una serie de cambios, los cuales no están siendo documentados, imposibilitándoles un estudio íntegro del mismo.
- ✓ Un 70% coincide con que el tiempo de trabajo no es suficiente para modelar todos los diagramas que el lenguaje propone, ya que estos tienen un mayor grado de detalle y especificidad.
- ✓ El 100% considera que es evidente la carencia de bibliografía actualizada sobre ApEM-L.

- ✓ Un 90% estima que no existe buena comunicación entre los desarrolladores del lenguaje y los integrantes de los proyectos.

Teniendo en cuenta cada uno de los criterios expuestos anteriormente en el epígrafe, obtenidos mediante la puesta en práctica de diversos métodos empíricos, se priorizaron los factores obtenidos por dichos métodos y se seleccionaron aquellos de interés para la investigación, arrojando estas acciones la siguiente conclusión:

Factores externos que dificultan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0.

1. Falta de talleres y cursos del perfil de SWE, relacionados con la Ingeniería de Software donde se imparta ApEM-L 1.0.
2. Escasés de profesores capacitados en la facultad para impartir cursos, lo que en ocasiones hace necesario acudir a profesores de otras facultades.
3. Insuficiente número de proyectos productivos que aplican el lenguaje de modelación.
4. No existe divulgación de ApEM-L 1.0.
5. Falta de una política, guía, procedimiento u orientación para que sea este lenguaje el que se aplique a los proyectos de SWE.
6. Desconocimiento de las cualidades, propiedades y funcionalidades del lenguaje.
7. Falta de coordinación en la planificación y comunicación de los encuentros de seguimiento, estudio y desarrollo del lenguaje.
8. Poca documentación (Al ser una tesis de maestría y estar en estado de aplicación en estos momentos, solo se cuenta con el documento de tesis como guía, y 2 casos de estudio del lenguaje).
9. Déficit de personal para la aclaración de dudas referentes al lenguaje.

Factores internos que dificultan la aceptación y aplicación de ApEM-L 1.0.

1. Falta de experiencia en el personal que ocupa el rol de líder de proyecto.
2. Inasistencia de estudiantes y fundamentalmente profesores a encuentros realizados.
3. Falta de motivación de estudiantes y profesores para conocer ApEM-L 1.0.
4. Un 50% de los encargados de modelar los productos, no pertenecen al rol de analista.
5. Insuficiente tiempo de trabajo para modelar los diagramas que el lenguaje propone.

6. Inexistencia de comunicación entre los desarrolladores del lenguaje y los integrantes de los proyectos.
7. Resistencia al cambio por parte de los desarrolladores de SWE.

2.5 Nivel de aplicación de ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos de la UCI

En este epígrafe se hace un estudio del nivel (nulo, bajo, medio, alto) de aplicación que ha tenido ApEM-L 1.0 en los proyectos productivos muestreados. Para esto se ha evaluado un conjunto de indicadores como son: utilización de estereotipos, identificación de nuevos estereotipos decorativos, aceptación de los diagramas, aceptación del patrón de arquitectura MVC-E, definición de una estructura lógica de las aplicaciones, identificación de elementos no representados, identificación de modificaciones a elementos existentes. Para obtener la información que a continuación se muestra, se hizo necesario aplicar entrevistas, encuestas a los integrantes de los proyectos que conforman la muestra.

Seguidamente se describen los indicadores que han permitido identificar el nivel de aplicación del lenguaje en la muestra.

Descripción de los Indicadores:

- ✓ **Utilización de estereotipos:** capacidad de representación de los SWE a través de los estereotipos establecidos por el lenguaje.
 - a) Nivel Alto: Utilización de 33 o más de todos (53) los estereotipos propuestos por el lenguaje.
 - b) Nivel Medio: Utilización de entre 17 y 32 de los estereotipos representados por el lenguaje.
 - c) Nivel Bajo: Utilización de no más de 16 de los estereotipos descritos por el lenguaje.
 - d) Nivel Nulo: Utilización de ninguno de los estereotipos descritos por el lenguaje.
- ✓ **Identificación de nuevos estereotipos decorativos:** capacidad, competencia o habilidad de los desarrolladores de identificar nuevas posibilidades de representación visual (estereotipos decorativos) de los conceptos abordados por el lenguaje.
 - a) Nivel Alto: Identificación de 5 o más estereotipos decorativos para cualquiera de las vistas de ApEM-L.
 - b) Nivel Medio: Identificación de entre 2 a 4 nuevos estereotipos decorativos para cualquiera de las vistas de ApEM-L.

- c) Nivel Bajo: Identificación de al menos 1 nuevo estereotipo decorativo para cualquiera de las vistas de ApEM-L.
 - d) Nivel Nulo: No identificación de nuevos estereotipos decorativos.
- ✓ **Aceptación de los diagramas:** capacidad de utilización de los nuevos diagramas establecidos por el lenguaje a partir de los ya existentes en UML y dominados por los desarrolladores.
- a) Nivel Alto: Utilización de 8 o más diagramas de los establecidos por ApEM-L.
 - b) Nivel Medio: Utilización de entre 4 y 7 diagramas de los establecidos por ApEM-L.
 - c) Nivel Bajo: Utilización de entre 1 y 3 diagramas de los establecidos por ApEM-L.
 - d) Nivel Nulo: No utilización de los diagramas (modificados o nuevos) de ApEM-L.
- ✓ **Aceptación del patrón de arquitectura MVC-E:** capacidad de utilización para la definición de la estructura de la aplicación del patrón arquitectónico MVC-E, el cual sostiene la arquitectura del lenguaje abordado.
- a) Nivel Alto: Utilización íntegra del patrón MVC-E.
 - b) Nivel Medio: Utilización de entre 4 ó 5 clases definidas por MVC-E para la representación arquitectónica del SWE.
 - c) Nivel Bajo: Utilización de hasta 3 de las clases definidas por MVC-E para la representación arquitectónica del SWE.
 - d) Nivel Nulo: No utilización del patrón arquitectónico o utilización de otro diferente.
- ✓ **Definición de una estructura lógica de las aplicaciones:** posibilidad de realizar las descripciones estructurales a partir de la utilización de los elementos definidos por ApEM-L y las vistas definidas para estos fines por el lenguaje.
- a) Nivel Alto: Utilización de 3 vistas (sean cuales fueren) o todas con sus componentes para la representación de los SWE utilizando ApEM-L.
 - b) Nivel Medio: Utilización de 2 vistas (sean cuales fueren) y sus componentes para la representación de los SWE utilizando ApEM-L.
 - c) Nivel Bajo: Utilización de solo una vista y sus componentes para la representación de los SWE utilizando ApEM-L.

- d) Nivel Nulo: No utilización de las vistas de ApEM-L.
- ✓ **Identificación de elementos no representados:** Habilidad de los desarrolladores al utilizar el lenguaje en su versión 1.0 en los proyectos productivos muestreados, de reconocer aquellos elementos ingenieriles que no se logran representar con ApEM-L.
 - a) Nivel Alto: Identificación de 5 o más nuevos elementos de ApEM-L.
 - b) Nivel Medio: Identificación de entre 2 a 4 nuevos elementos de ApEM-L.
 - c) Nivel Bajo: Identificación de al menos 1 nuevo elemento de ApEM-L.
 - d) Nivel Nulo: No identificación de nuevos elementos (estereotipos, clases, vistas, áreas conceptuales o patrones arquitectónicos).
- ✓ **Identificación de modificaciones a elementos existentes:** Habilidad de los desarrolladores al utilizar el lenguaje en su versión 1.0 en los proyectos productivos muestreados, de reconocer aquellos elementos ingenieriles; como modificaciones a la representación visual (estereotipos decorativos) o modificaciones semánticas (estereotipos descriptivos, restrictivos o redefinitorios) de los conceptos abordados por el lenguaje; que deben ser realizadas al lenguaje ApEM-L para lograr una mejor representación de los SWE.
 - a) Nivel Alto: Identificación de 5 ó más modificaciones a los elementos (estereotipos, clases, vistas, áreas conceptuales o patrones arquitectónicos) existentes.
 - b) Nivel Medio: Identificación de entre 2 a 4 modificaciones a los elementos (estereotipos, clases, vistas, áreas conceptuales o patrones arquitectónicos) existentes.
 - c) Nivel Bajo: Identificación de al menos una modificación a los elementos (estereotipos, clases, vistas, áreas conceptuales o patrones arquitectónicos) existentes.
 - d) Nivel Nulo: No identificación de modificaciones a los elementos (estereotipos, clases, vistas, áreas conceptuales o patrones arquitectónicos) existentes.

Mediante el uso de una Matriz Booleana (Ver Tabla 6) se puede obtener el valor de ponderación de aplicación por indicadores haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$MPI = \sum_{i=1}^4 (CP_{ij} * VP_{ij})$$

para j= {1, ..., 7}

Figura 5: Fórmula para calcular el máximo de ponderación para cada indicador

$$MPN = \sum_{j=1}^7 (CP_{ij} * VP_{ij})$$

para $i = \{1, \dots, 4\}$

Figura 6: Fórmula para calcular el máximo de ponderación por nivel

$$MPP = \sum_{i=1}^4 MPN_i$$

Figura 7: Fórmula para calcular el máximo de ponderación del proyecto

Donde:

CP = [0,1]; VP = [1,6]

MPI: Máximo de Ponderación para cada Indicador

MPN: Máximo de Ponderación por Nivel

MPP: Máximo de Ponderación del Proyecto

CP: Constante de Ponderación

VP: Valor de Ponderación

En la Tabla 6 que a continuación se muestra, se puede calcular el máximo de ponderación para cada uno de los indicadores (MPI_j), al igual que el máximo de ponderación por niveles (MPN_i), para llegar finalmente a dar un valor del máximo de ponderación de proyecto (MPP).

Tabla 6: Ponderación de Aplicación por Indicadores

Indicadores [i,j]	Nivel Nulo (1)	Nivel Bajo (2)		Nivel Medio (3)		Nivel Alto (4)		Máximo de la Ponderación		
		CP	1	CP	2	CP	3		CP	4
Utilización de estereotipos	(1)	CP	1	CP	2	CP	3	CP	4	MPI _j
Identificación de nuevos estereotipos decorativos	(2)	CP	1	CP	2	CP	3	CP	4	MPI _j
Aceptación de los	(3)	CP	1	CP	2	CP	3	CP	4	MPI _j

diagramas										
Aceptación del patrón de arquitectura MVC-E	(4)	CP	2	CP	3	CP	4	CP	5	MPI _j
Estructuración lógica de las aplicaciones	(5)	CP	2	CP	3	CP	4	CP	5	MPI _j
Identificación de elementos no representados	(6)	CP	3	CP	4	CP	5	CP	6	MPI _j
Identificación de modificación a elementos existentes	(7)	CP	3	CP	4	CP	5	CP	6	MPI _j
Total máximo de la ponderación por peso		MPN _i		MPN _i		MPN _i		MPN _i		MPP

Es la siguiente tabla se muestra el resultado obtenido sobre el nivel de aplicación del lenguaje ApEM-L 1.0 en el proyecto productivo de SWE Multisaber.

Tabla 7: Ponderación de Aplicación por Indicadores para el Proyecto Multisaber

Indicadores	Nivel Nulo		Nivel Bajo		Nivel Medio		Nivel Alto		Máximo de la Ponderación
	0	1	0	2	1	3	0	4	
Utilización de estereotipos	0	1	0	2	1	3	0	4	3
Identificación de nuevos estereotipos decorativos	1	1	0	2	0	3	0	4	1
Aceptación de los diagramas	0	1	0	2	1	3	0	4	3
Aceptación del patrón de arquitectura MVC-E	0	2	0	3	0	4	1	5	5
Estructuración lógica de las aplicaciones	0	2	0	3	0	4	1	5	5
Identificación de elementos no representados	0	3	0	4	1	5	0	6	5
Identificación de modificación a elementos existentes	0	3	0	4	1	5	0	6	5
Total máximo de la ponderación por peso	1		0		16		10		27

Tomando en consideración los resultados obtenidos en la Tabla 7 de Ponderación de Aplicación por Indicadores para el Proyecto Multisaber podemos arribar a la siguiente conclusión: El proyecto Multisaber posee un nivel medio de aplicación del lenguaje ApEM-L en su primera versión porque $MP_{medio} = 16 > MP_{alto} = 10 > MP_{nulo} = 1 > MP_{bajo} = 0$.

Seguidamente se muestra el nivel de aplicación de ApEM-L en su primera versión para cada uno de los proyectos que conforman la muestra. Los resultados demuestran el nivel medio de aplicación del lenguaje de forma general. (Ver Tabla 8)

Tabla 8: Nivel de Aplicación por Indicadores de la muestra

Indicadores \ Proyectos	Multisaber	MENPET	Historia Universal
Utilización de estereotipos	Medio	Medio	Nulo
Identificación de nuevos estereotipos decorativos	Nulo	Nulo	Nulo
Aceptación de los diagramas	Medio	Medio	Nulo
Aceptación del patrón de arquitectura MVC-E	Alto	Alto	Nulo
Estructuración lógica de las aplicaciones	Alto	Alto	Nulo
Identificación de elementos no representados	Medio	Medio	Nulo
Identificación de modificación a elementos existentes	Medio	Medio	Nulo
Nivel del Proyecto	Medio	Medio	Nulo
Nivel de Aplicación ApEM-L en la muestra	Medio		

Conclusiones Parciales

En este capítulo se le ha dado cumplimiento a los objetivos específicos de la investigación. Se ha identificado un conjunto de elementos que en ApEM-L 1.0 no estaban representados; así como

aquellos elementos que han sido propuestos a modificar, para obtener versiones posteriores del lenguaje con un nivel de calidad mayor. También se ha obtenido un grupo de factores internos y externos, que han dificultado un nivel de aplicación progresivo e incremental y gran aceptación de ApEM-L 1.0, en los proyectos productivos de SWE en la UCI que constituyen la muestra de la investigación. Por último se hizo un estudio del nivel actual de aplicación del lenguaje en dichos proyectos.

Capítulo 3: Estrategia para la aplicación progresiva e incremental de ApEM-L en los proyectos productivos de Software Educativo de la UCI.

Introducción

Siendo ApEM-L una extensión de UML, capaz de representar con gran nivel de detalles los modelos del SWE, es conveniente trazar una estrategia para aplicar el lenguaje en su primera versión, en aquellos proyectos que desarrollan este tipo de SW, y que se ven sometidos a una amplia gama de factores tanto internos como externos que dificultan la aplicación progresiva e incremental, y gran aceptación de este lenguaje de modelación. En el presente capítulo se ha trazado como principal objetivo, proponer una estrategia de aplicación progresiva de ApEM-L 1.0 en dichos proyectos o en los sucesivos que lo utilicen que permitan una modelación que gane incrementalmente en calidad y eficiencia de diseño. La misma se basa en los niveles de aplicación del lenguaje (nulo, bajo, medio, alto), clasificados anteriormente en el epígrafe 2.5. La estrategia se enfoca en dos líneas fundamentales, la primera consiste en disminuir los factores que dificultan una adecuada aplicación del lenguaje; y la segunda, en lograr que los proyectos que tengan un nivel nulo de aplicación, lleguen a alcanzar el nivel alto.

3.1 Definición y objetivos de la estrategia

“El concepto de estrategia es objeto de muchas definiciones lo que indica que no existe una definición universalmente aceptada. Así de acuerdo con diferentes autores, aparecen definiciones tales como:” (Ronda, 2002)

- ✓ *Conjunto de relaciones entre el medio ambiente interno y externo de la empresa*
- ✓ *Conjunto de objetivos y políticas para lograr objetivos amplios*
- ✓ *La dialéctica de la empresa con su entorno (Ansoff 1976)*
- ✓ *Una forma de conquistar el mercado*
- ✓ *La declaración de la forma en que los objetivos serán alcanzarse, subordinándose a los mismos y en la medida en que ayuden a alcanzarse*
- ✓ *La mejor forma de insertar la organización a su entorno*

“El concepto de estrategia es antiguo, La palabra proviene del griego strategia, que significa el arte o ciencia de ser general. (...) puede definirse a partir de cuando menos dos perspectivas: (1) desde la perspectiva de lo que una organización pretende hacer y (2) desde la perspectiva de lo que finalmente una organización hace”. (Stoner, 1994)

“Las estrategias, son líneas de acción, ideas para la acción, definidas en términos cualitativos, y por supuesto, a lo que van a conducir todas ellas, es a la obtención de la Finalidad, tanto de lo general o implícita como de las particulares”. (Heredia, 1995)

Otros de los conceptos tratados es el plasmado en Diccionarios.com, donde estrategia se define como: *“serie de acciones muy meditadas, encaminadas hacia un fin determinado (...)”* (Larousse, 2006)

Teniendo en cuenta las definiciones mostradas anteriormente expresadas por varios autores, se puede definir como la estrategia que se persigue en la presente investigación, al **grupo de acciones bien detalladas a realizar, con el fin de alcanzar un alto nivel de aplicación de ApEM-L, en los proyectos que desarrollan SWE en la UCI, en un plazo aproximado de 18 meses.**

La estrategia tiene como objetivo general :

- ✓ Lograr una aplicación progresiva e incremental, y gran aceptación del lenguaje ApEM-L, para obtener una mejora en la calidad de la modelación de los productos, en los proyectos productivos que desarrollan SWE en la UCI.

La estrategia tiene como objetivos específicos :

- ✓ Proponer un conjunto de acciones que disminuyan los factores (internos y externos a los proyectos) que dificultan la aplicación progresiva e incremental, y gran aceptación de ApEM-L en los proyectos productivos de SWE en la UCI, con el fin de pasar del nivel nulo al nivel bajo de aplicación del lenguaje.
- ✓ Proponer un conjunto de acciones que disminuyan los factores (internos y externos a los proyectos) que imposibilitan la aplicación progresiva e incremental, y gran aceptación de ApEM-L en los proyectos productivos de SWE en la UCI, con el fin de pasar del nivel bajo al nivel medio de aplicación del lenguaje.
- ✓ Proponer un conjunto de acciones que disminuyan los factores (internos y externos a los proyectos) que imposibilitan la aplicación progresiva e incremental, y gran aceptación de ApEM-L en los proyectos productivos de SWE en la UCI, con el fin de pasar del nivel medio al nivel alto de aplicación del lenguaje.

3.2 División de los factores internos y externos que imposibilitan la aplicación y aceptación de ApEM-L 1.0

A continuación se muestran las tablas 6 y 7, en las cuales se hace la división de los factores internos y externos respectivamente en correspondencia con el grupo causante de cada factor.

Tabla 9: División de los factores internos

Factores Internos	
Directivos del proyecto	Desarrolladores del proyecto
<p>1.Falta de experiencia en el personal que ocupa el rol de líder de proyecto.</p> <p>2.Inasistencia de profesores a encuentros realizados.</p> <p>3.Falta de motivación de los profesores para conocer ApEM-L 1.0.</p> <p>4.Inexistencia de comunicación entre los desarrolladores del lenguaje y los integrantes de los proyectos.</p>	<p>1.Inasistencia de estudiantes a encuentros realizados.</p> <p>2.Falta de motivación de los estudiantes para conocer ApEM-L 1.0.</p> <p>3.Un 50% de los encargados de modelar los productos, no pertenecen al rol de analista.</p> <p>4.Insuficiente tiempo de trabajo para modelar los diagramas que el lenguaje propone.</p> <p>5.Resistencia al cambio por parte de los desarrolladores de SWE.</p>

Tabla 10: División de los factores externos

Factores Externos	
Dirección externa al proyecto	Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L
<p>1.Falta de talleres y cursos del perfil de SWE, relacionados con la Ingeniería de Software donde se imparta ApEM-L 1.0.</p> <p>2.Escasés de profesores capacitados en la facultad para impartir cursos, lo que en ocasiones hace necesario acudir a profesores de otras facultades.</p> <p>3.Insuficiente número de proyectos productivos que aplican el lenguaje de modelación.</p> <p>4.Falta de una política, guía, procedimiento u orientación para que sea este lenguaje el que se aplique a los proyectos de SWE.</p>	<p>1.No existe divulgación de ApEM-L 1.0.</p> <p>2.Desconocimiento de las cualidades, propiedades y funcionalidades del lenguaje.</p> <p>3.Poca documentación (Al ser una tesis de maestría y estar en estado de aplicación en estos momentos, solo se cuenta con el documento de tesis como guía, y 2 casos de estudio del lenguaje).</p> <p>4.Déficit de personal para la aclaración de dudas referentes al lenguaje.</p>

<p>5.Falta de coordinación en la planificación y comunicación de los encuentros de seguimiento, estudio y desarrollo del lenguaje.</p>	
--	--

3.3 Acciones a realizar para progresivamente incrementar el nivel de aplicación y aceptación de ApEM-L en proyectos productivos de SWE en la UCI.

Para darle cumplimiento a los objetivos específicos propuestos en la estrategia que se presenta, se determinó un conjunto de acciones a realizar para pasar de un nivel nulo a un nivel alto de aplicación de ApEM-L. Las mismas se exponen a continuación.

Acciones a realizar para pasar de un nivel nulo a un nivel bajo de aplicación de ApEM-L:

Factores internos:

1. Falta de experiencia en el personal que ocupa el rol de líder de proyecto.

Acción: Impartir capacitación a los líderes de proyectos con el fin de obtener eficacia en el rol que desempeñan, lo cual está enfocado a los factores siguientes: la personalidad del líder, experiencias anteriores y expectativas; cultura y política de organización y dirección; características, expectativas y comportamiento de los subordinados; y exigencia de la actividad que realiza.

2. Inasistencia de profesores a encuentros realizados.

Acción: Informar con 72 horas de antelación a los profesores sobre los horarios y locales en los que se impartirán los encuentros planificados, por los integrantes del Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L, y además, mantener actualizado el registro de asistencia a dichos encuentros.

3. Falta de motivación de los profesores para conocer ApEM-L 1.0.

Acción: Mediante la realización de conferencias, talleres, conversatorios y debates sobre ApEM-L, captar la atención de los profesores por saber y conocer las ventajas de aplicación del lenguaje. Escuchar ideas, criterios, opiniones y sugerencias que se hagan sobre el lenguaje como forma de contribuir, influir y ayudar, en el desarrollo y progreso de ApEM-L.

Posible ciclo de actividades de postgrado de carácter científico – técnico para el aumento de la motivación:

- a) Conferencias

- b) Talleres
- c) Conversatorios y debates

4. Inasistencia de estudiantes a encuentros realizados.

Acción: Informar con 72 horas de antelación a los estudiantes sobre los horarios y locales en los que se impartirán los encuentros planificados, por los integrantes del Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L y además, mantener actualizado el registro de asistencia a dichos encuentros.

5. Falta de motivación de los estudiantes para conocer ApEM-L 1.0.

Acción: Mediante la realización de conferencias, talleres, conversatorios y debates sobre ApEM-L, captar la atención de los estudiantes por saber y conocer las ventajas de aplicación del lenguaje. Realizar encuentros de conocimientos entre desarrolladores de los proyectos con el objetivo de intercambiar criterios, ideas y opiniones sobre ApEM-L. Escuchar sugerencias que se hagan sobre el lenguaje como forma de contribuir, influir y ayudar, en el desarrollo y progreso de ApEM-L.

Posible ciclo de actividades de pregrado de carácter científico – técnico para el aumento de la motivación:

- a) Conferencias
- b) Talleres
- c) Conversatorios y debates

6. Resistencia al cambio por parte de los desarrolladores de SWE.

Acción: Brindar la documentación necesaria sobre ApEM-L. Mostrar a los desarrolladores, resultados obtenidos sobre la aplicación del lenguaje en otros proyectos, así como, la importancia y las ventajas que el mismo propone para la modelación de SWE.

Nota: Utilizar el marco de las actividades a, b y c descritas en 3 y 5 para disminuir la resistencia al cambio descrita en este punto.

Factores externos:

1. Falta de coordinación en la planificación y comunicación de los encuentros de seguimiento, estudio y desarrollo del lenguaje.

Acción: Designar a una persona que planifique, organice, ejecute y controle el funcionamiento del grupo de investigación; y además se encargue de comunicar la fecha, hora y local, en que se van a realizar los encuentros de seguimiento, estudio y desarrollo del lenguaje.

Acciones a realizar para pasar de un nivel bajo a un nivel medio de aplicación de ApEM-L:

Factores internos:

1. Inexistencia de comunicación entre los desarrolladores del lenguaje y los integrantes de los proyectos.

Acción: Realizar encuentros planificados, con el fin de aclarar dudas e inquietudes por parte de los integrantes del Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L, con los desarrolladores de los proyectos que usan el lenguaje de modelación.

Factores externos:

1. Falta de talleres y cursos del perfil de SWE, relacionados con la Ingeniería de Software donde se imparta ApEM-L 1.0.

Acción: Gestionar en la dirección de la facultad la creación dentro del perfil de SWE, un curso optativo sobre ApEM-L, para impartirlo a los integrantes de los proyectos antes de iniciar la modelación de los SW. El programa del curso optativo incluye conferencias, y prácticas en el laboratorio, en horarios que se correspondan a la gama de actividades que realizan los desarrolladores.

Acción: Mediante la realización de conferencias, talleres, conversatorios y debates sobre ApEM-L, captar la atención de los estudiantes por saber y conocer las ventajas de aplicación del lenguaje. Realizar encuentros de conocimientos entre desarrolladores de los proyectos con el objetivo de intercambiar criterios, ideas y opiniones sobre ApEM-L. Escuchar sugerencias que se hagan sobre el lenguaje como forma de contribuir, influir y ayudar, en el desarrollo y progreso de ApEM-L.

Posible ciclo de actividades de pregrado de carácter científico – técnico para el aumento de la motivación:

- a) Conferencias
- b) Talleres
- c) Conversatorios y debates

2. Escasés de profesores capacitados en la facultad para impartir cursos, lo que en ocasiones hace necesario acudir a profesores de otras facultades.

Acción: Negociar con el Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L, para capacitar a profesores de la facultad sobre el lenguaje notacional, antes de iniciar la modelación del SW, con el objetivo de garantizar que impartan el curso optativo sobre ApEM-L, a estudiantes y profesores que integran los proyectos de SWE.

Acción: Diseñar un Curso de Postgrado en el tema “Lenguajes de Modelación de Sistemas Informáticos”, que permita aumentar el nivel científico – técnico de los profesores en estos temas que logren posteriormente entender el lenguaje propuesto y su utilización más eficiente.

3. Falta de una política, guía, procedimiento u orientación para que sea este lenguaje el que se aplique a los proyectos de SWE.

Acción: Formular en la facultad una guía o procedimiento que oriente la aplicación del lenguaje a todos los proyectos que desarrollan SWE.

Acción: Incluir en los cronogramas de desarrollo de los proyectos productivos hitos de trabajo relacionados con la revisión de los documentos ingenieriles que avalen la modelación utilizando el lenguaje propuesto.

4. No existe divulgación de ApEM-L 1.0.

Acción: Trazar un cronograma para presentar ApEM-L mediante conferencias, talleres, presentaciones y debates. El grupo de actividades que conforman el cronograma, se informará por los medios de comunicación de la universidad y además, se publicará un anuncio en la página principal de la Intranet de la UCI, para que participen la mayor cantidad de personas posibles.

5. Desconocimiento de las cualidades, propiedades y funcionalidades del lenguaje.

Acción: Exponer explícitamente en conferencias, talleres, debates y presentaciones que se realicen sobre ApEM-L, a cerca de las perspectivas generales, objetivos, conceptos, modelos, y funcionalidades del lenguaje notacional.

Acción: Desarrollar 3 casos de estudio donde se desarrollen proyectos instructivos sobre como utilizar ApEM-L, y al mismo tiempo, archivar en un repositorio del polo los diseños de proyectos anteriores que permita mejorar las modelaciones posteriores.

Acción: Construir un repositorio de Descripciones Textuales de Vistas de Presentación en el polo que permita reutilizar Vistas de Presentación ya diseñadas.

6. Déficit de personal para la aclaración de dudas referentes al lenguaje.

Acción: Designar un grupo de profesores preparados a los cuales puedan acudir los desarrolladores en caso de dudas o inquietudes sobre el uso, empleo y utilización de ApEM-L. Los mismos informarán del horario designado para la realización de estas tareas.

Acción: Brindar capacitación inmediata a los líderes de proyectos y analistas que permita una mejor confección de la documentación ingenieril en los proyectos.

Acciones a realizar para pasar de un nivel medio a un nivel alto de aplicación de ApEM-L:

Factores internos:

1. Un 50% de los encargados de modelar los productos, no pertenecen al rol de analista.

Acción: Asignar las tareas de modelación del producto en correspondencia al rol que desempeña cada desarrollador dentro del proyecto. En caso de que el encargado de llevar la modelación del SW, no pertenezca al rol de analista, al mismo se le impartirá una capacitación previa.

Acción: Garantizar asignar el rol a aquella persona que haya demostrado mediante diagnósticos de conocimientos, test u otros instrumentos al efecto, la capacidad y el conocimiento necesarios que sobre ISW y programación debe poseer todo personal que ocupe los roles de analista o diseñador.

2. Insuficiente tiempo de trabajo para modelar los diagramas que el lenguaje propone.

Acción: Gestionar el tiempo de máquina internamente en correspondencia con la plantilla del proyecto, garantizando el tiempo necesario y suficiente para que los desarrolladores modelen los diagramas con la calidad requerida.

Acción: Realizar antes de las nuevas modelaciones revisiones de los Repositorios de Descripciones Textuales de Vistas de Presentación para lograr altos niveles de reutilización de vistas ya existentes en proyectos anteriores que disminuyan sustancialmente los tiempos de desarrollo de los nuevos productos de software educativo.

Factores externos:

1. Insuficiente número de proyectos productivos que aplican el lenguaje de modelación.

Acción: Indicar y controlar en la facultad una política que oriente la aplicación del lenguaje a todos los proyectos que desarrollan SWE.

2. Poca documentación (Al ser una tesis de maestría y estar en estado de aplicación en estos momentos, solo se cuenta con el documento de tesis como guía, y 2 casos de estudio del lenguaje).

Acción: El Grupo de Estudio y Desarrollo de ApEM-L, es el encargado de mantener la documentación actualizada, y disponible para los desarrolladores de los proyectos e interesados en conocer sobre el tema.

Acción: Documentar Casos de Estudio donde de manera didáctica se ejemplifique la forma de utilizar ApEM-L en la modelación de los proyectos productivos de SWE en la UCI.

Acción: Utilizar la propia documentación ingenieril de los proyectos productivos que se van finalizando como casos de estudio en la utilización del lenguaje.

Acción: Documentar un artículo científico donde se explique con claridad las modificaciones actuales al lenguaje en su versión 1.5.

3.4 Validación de la Propuesta a través del Método de Criterio de Expertos

En este epígrafe se realiza la evaluación técnica de la propuesta descrita en los epígrafes anteriores del presente capítulo. Para ello se utiliza el Método de Criterio de Expertos con el objetivo de comprobar la calidad y efectividad de los resultados de la investigación, tanto en su concepción teórica como de su aplicación en la práctica social.

3.4.1 Pasos para la evaluación técnica

A continuación se describen los pasos que se efectuaron para llevar a cabo la evaluación utilizando el Método de Criterio de Expertos:

1. Se elaboran los criterios que fueron utilizados en la evaluación y se agrupan de acuerdo a las características de la propuesta. (Ver Tabla 11)

Tabla 11: Criterios de evaluación por grupo

Grupo	Criterio
G1: Criterios de mérito científico.	Calidad de la investigación.
	Novedad científica.
	Aporte científico.

G2: Criterios de Implantación.	Necesidad de empleo de la estrategia.
	Satisfacción de las necesidades de la modelación del SWE.
	Posibilidades de aplicación de la estrategia.
G3: Criterios de Flexibilidad.	Adaptabilidad a proyectos productivos de SWE independientemente de la metodología a usar.
	Uso de las herramientas de modelación necesarias para la elaboración del SWE.
	Facilidad del uso del lenguaje de modelación
G4: Criterio de Impacto	Contribución al proceso de modelado de SW
	Organización en el proceso de documentación del software
	Posibilidades de aplicación

- Se le asigna un peso relativo a cada grupo de criterios de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar. (Ver Tabla 12)

Tabla 12: Peso por grupo

Grupo	Peso
G1	20
G2	30
G3	20
G4	30

- Se organiza un comité de expertos con una cantidad mínima de 7 teniendo en cuenta su especialidad, grado científico y currículo.
- Se les entrega a los expertos la propuesta para que estudien el tema a evaluar y dos modelos. En el primero (Consultar Anexo 10), los expertos confieren el peso relativo a cada criterio, teniendo en cuenta que la suma de los valores dados para un grupo no exceda del peso relativo asignado a este. El segundo (Ver Anexo 11), permite realizar una evaluación cuantitativa de cada criterio con una escala de 1 a 5 y la apreciación cualitativa con una clasificación final del

proyecto en excelente, bueno, aceptable, cuestionable y malo. También se ofrece la posibilidad de dar su opinión haciendo una valoración final del proyecto, emitiendo todas aquellas consideraciones que estimen convenientes.

5. Después de recibir los valores del peso relativo de cada criterio se construye la Tabla 13.

Tabla 13: Peso otorgado por los expertos a los criterios

Grupo	Criterio	Expertos										Ep
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
G ₁	1	7	6	5	7	6	7	6	5	6	6	6,1
	2	10	10	11	10	13	12	10	11	12	11	11
	3	4	5	8	7	7	6	6	8	8	8	6,7
G ₂	4	6	8	8	7	7	6	6	8	6	8	7
	5	11	12	10	8	10	8	10	8	10	8	9,5
	6	8	7	5	7	6	7	6	5	5	5	6,1
G ₃	7	11	12	12	11	10	11	10	12	10	11	11
	8	8	6	8	11	10	11	10	10	10	11	9,5
	9	7	6	7	6	7	7	8	7	8	6	6,9
G ₄	10	8	8	7	6	7	7	8	7	7	7	7,2
	11	10	10	11	10	8	10	10	11	7	9	9,6
	12	10	10	8	10	9	8	10	8	11	10	9,4
T		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

6. 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 (X^2). Se sigue el procedimiento siguiente:

- ✓ 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:

ΣE : Sumatoria del peso dado por cada experto.

Ep: Puntuación promedio del peso dado por cada experto.

$M\Sigma E$: media de los ΣE

C: Diferencia entre ΣE y $M\Sigma E$

- ✓ Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión (S) por la expresión.

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

- ✓ Conociendo la dispersión se puede calcular el coeficiente de concordancia de Kendall (W).

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

- ✓ El coeficiente de concordancia de Kendall permite calcular el Chi cuadrado real.

$$X^2 = E (C-1) W$$

- ✓ El Chi cuadrado calculado se compara con el obtenido del las tablas estadísticas.

Si se cumple:

$$X^2 \text{ real} < X^2 (\alpha, c-1)$$

- ✓ ¿Existe concordancia en el trabajo de expertos? Si no existe concordancia se hace necesario repetir el trabajo de expertos.
- ✓ Posteriormente se identifica el peso relativo de cada criterio P y se calcula el Índice de Aceptación (IA) de la propuesta. Para esto se utiliza el procedimiento siguiente (Ver Tabla 14).

Conociendo el número de expertos que realizan la evaluación E y la sumatoria de las puntuaciones de cada criterio 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 a 5 que se recogieron en el Modelo 2 (Consultar Anexo 11) se puede calcular el valor de P x c.

Con el valor anterior se calcula el Índice de Aceptación del proyecto (IA).

$$IA = P * c/5$$

Tabla 14: Calificación de los criterios por los expertos

Criterios	Calificación (c)					P	P x c
	1	2	3	4	5		
1					X	0.061	0,305
2				X		0.011	0,044

3					X	0,067	0,335
4				X		0,07	0,280
5					X	0,095	0,475
6					X	0,061	0,305
7					X	0,011	0,055
8					X	0,095	0,475
9					X	0,069	0,345
10					X	0,072	0,360
11					X	0,096	0,480
12				X		0,094	0,376
Total							3,835
IA							0.767

7. Por último se determina la probabilidad de éxito de la propuesta, ubicando el IA calculado anteriormente en rangos que están predefinidos (Ver Tabla 15), en dependencia de donde se ubique será la probabilidad de éxito que tenga la propuesta.

Tabla 15: Rangos predefinidos del Índice de Aceptación

$0.7 < IA$	Existe alta probabilidad de éxito
$0.5 < IA < 0.7$	Existe probabilidad media de éxito
$0.3 < IA < 0.5$	Probabilidad de éxito baja
$IA < 0.3$	Probabilidad de éxito nula

El IA calculado es 0.767 lo que significa que existe alta probabilidad de éxito.

Conclusiones

Este capítulo se le ha dado cumplimiento al objetivo general de este trabajo, trazando una estrategia que permita la aplicación progresiva e incremental de ApEM-L en proyectos productivos de SWE en la UCI. También se validó la propuesta de solución utilizando el Método de Criterio Experto y se obtuvo resultados satisfactorios y favorables, alcanzando una probabilidad de éxito alta, lo que demuestra la veracidad de la investigación.

Conclusiones Generales

“Diferentes lenguajes de modelación pueden ser utilizados, pero la importancia de usar un estándar es clara: provee un lenguaje común el cual facilita la comunicación entre los miembros del proyecto así como con el mundo externo y futuros lectores de la documentación del sistema (...)” (Baumeistier, y otros, 2001)

Con lo planteado por Baumeistier en la cita anterior y teniendo en cuenta la necesidad de utilizar un lenguaje de modelado que logre representar las características del SWE cubano; la aplicación de ApEM-L 1.0 en proyectos productivos de SWE en la UCI, permite arribar a las siguientes conclusiones.

1. Se cumplieron correctamente los objetivos tanto general como cada uno de los específicos planteados para la investigación.
2. Se fundamentó suficientemente la idea a defender propuesta.
3. Se hizo un estudio exhaustivo de la situación actual de la modelación de SWE en la UCI y en Cuba.
4. Se profundizó en el contenido conceptual del Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas ApEM-L 1.0.
5. Se identificaron los elementos que no habían sido representados en la primera versión del lenguaje, así como la propuesta de elementos a modificar para la construcción de una nueva versión del mismo, teniendo en cuenta las características del SWE que se produce en el contexto productivo UCI y en Cuba.
6. Se determinaron los factores internos e internos que dificultan la aplicación de ApEM-L 1.0.
7. Se planteó una estrategia de aplicación para ApEM-L 1.0 para los proyectos productivos de SWE en la UCI.

Recomendaciones

Al concluir el presente trabajo, se ha propuesto un conjunto de recomendaciones, con el objetivo de perfeccionar y mejorar futuras investigaciones referentes al Lenguaje de Modelación para Aplicaciones Educativas (ApEM-L):

1. Complementar las futuras versiones de ApEM-L, con la continuidad de investigaciones que permitan obtener elementos que robustezcan la estructura conceptual del lenguaje.
2. Enriquecer el diseño de estereotipos decorativos, sobre la base de una mejor representación visual de los elementos componentes del SWE, para aumentar el entendimiento de especialistas pedagógicos y de diseño con el resto de los miembros de los equipos de desarrollo.
3. Aplicar la estrategia propuesta a los proyectos productivos de SWE en la UCI con el fin de lograr un alto nivel de aplicación y aceptación del lenguaje notacional, además de obtener una mejora en la estructura organizativa del Polo de SWE.
4. Extender la estrategia de aplicación del lenguaje a instituciones que desarrollen SWE en el ámbito productivo nacional con el objetivo de instituir una política de aplicación y favorecer el proceso de producción de SW en la Isla.

Referencias Bibliográficas

Alonso Oliva, Juan Luis, et al. 1998. Introducción General. *Introducción General*. [Online] 1998. [Cited: febrero 09, 2008.]

<http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Introducci%C3%B3n.htm>.

Baumeister, Humbert, Koch, Nora and Mandel, Luis. 2001. Towards a UML Extension for Hypermedia Design. *Towards a UML Extension for Hypermedia Design*. [Online] 2001. [Cited: febrero 13, 2008.]

<http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31048/http:zSzzSzwww.fast.dezSzProjektezSzforsoftzSzuml99zSzuml99.pdf/baumeister99towards.pdf..>

Berner, Stefan, Glinz, Martin and Joos, Stefan. 2000. A Classification of Stereotypes for Object-Oriented Modeling Languages. *A Classification of Stereotypes for Object-Oriented Modeling Languages*. [Online] 2000. [Cited: febrero 13, 2008.]

<http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/21217/http:zSzzSzwww.ifi.unizh.chzSzgroupszSzreqzSztaffzSzglinzSz..zSz..zSzftpzSzpaperszSzUML99.pdf/berner99classification.pdf..>

Bonaparte, Ubaldo. 2006. Paradigma de Programación. *Paradigma de Programación*. [Online] junio 2, 2006. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://www.frt.utn.edu.ar/sistemas/paradigmas/page22.html>.

Booch, Grady, Jacobson, Ivar and Rumbaugh, James. 2000. El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: *The Unified Modeling Language. Reference Manual*, 1999). *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: The Unified Modeling Language. Reference Manual, 1999)*. [Online] 2000. [Cited: febrero 11, 2008.] <http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg03050.pdf>.

—. 2000. *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: The Unified Modeling Language. Reference Manual, 1999)*. Madrid : Addison-Wesley, 2000, España : s.n., 2000.

Bou Bouzá, G. 1997. El guión multimedia. *El guión multimedia*. [Online] 1997. [Cited: febrero 12, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos908/guion-didactico-multimedia/guion-didactico-multimedia2.shtml#guion>.

CAETI. 2008. Modelado de Software: un Enfoque Formal. *Modelado de Software: un Enfoque Formal*. [Online] abril 29, 2008. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://caeti.uai.edu.ar/04/03/14/250.asp>.

Cambridge, International Dictionary. 2008. Cambridge, Dictionaries Online. *Cambridge, Dictionaries Online*. [Online] 2008. [Cited: 05 02, 2008.] <http://dictionary.cambridge.org/define.asp?dict=CALD&key=52484&ph=on>.

- Cely Alvarez, Adriana. 1999.** Elementos para caracterizar los "nuevos" medios de comunicación. *Elementos para caracterizar los "nuevos" medios de comunicación*. [Online] julio 1999. [Cited: 05 02, 2008.] <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999fjl/68acely.htm>.
- Ciudad Ricardo, Febe Angel. 2007.** ApEM – L como una nueva solución a la modelación de aplicaciones educativas multimedia en la UCI. Ciudad de La Habana : s.n., 2007.
- Ciudad Ricardo, Febe Ángel. 2007.** *ApEM – L 1.0 como propuesta de Lenguaje de Modelación para Aplicaciones Educativas*. [CD-ROOM] Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2007. 978-957-286-005-6.
- Corrales Díaz, Carlos. 1994.** LA TECNOLOGIA MULTIMEDIA: Una Nueva Tecnología de Comunicación e Información. Características, concepciones y aplicaciones. *LA TECNOLOGIA MULTIMEDIA: Una Nueva Tecnología de Comunicación e Información. Características, concepciones y aplicaciones*. [Online] enero 1994. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://iteso.mx/~carlosc/pagina/documentos/multidef.htm#guía>.
- Díaz Antón, G, y otros. ?.** Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico. *Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico*. [En línea] ? [Citado el: 26 de 04 de 2008.] <http://www.academia-interactiva.com/evaluacion.pdf>.
- Diéguez, Rodolfo A. ?.** Documentación de sistemas. *Documentación de sistemas*. [Online] ? [Cited: mayo 9, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos6/dosi/dosi.shtml>.
- Fac-Comunicación. ?.** Glosario de términos bibliotecológicos y de Ciencias de la Información. *Glosario de términos bibliotecológicos y de Ciencias de la Información*. [Online] ? [Cited: mayo 9, 2008.] http://www.uh.cu/facultades/fcom/portal/interes_glosa_terminos.htm.
- Fraledo. 2006.** Importancia de la documentación. *Importancia de la documentación*. [Online] julio 28, 2006. [Cited: mayo 9, 2008.] http://www.mygnet.net/articulos/disenio_web/importancia_de_la_documentacion.761.
- FUCE, Fundación. 2004.** La Informática al servicio de la Educación. *La Informática al servicio de la Educación*. [Online] 2004. [Cited: febrero 09, 2008.] <http://www.pergaminovirtual.com.ar/revista/cgi-bin/hoy/archivos/00000537.shtml>.
- Galán Fajardo, Elena. 2006.** El guión didáctico para materiales multimedia. *El guión didáctico para materiales multimedia*. [Online] 2006. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://www.ucm.es/info/especulo/numero34/guionmu.html>.
- González Ricardo, Oleanna and García Montes, Maylén. ?.** Aplicación de las TIC en la Educación Superior. *Aplicación de las TIC en la Educación Superior*. [Online] ? [Cited: 04 26, 2008.] <http://64.233.179.104/scholar?hl=en&lr=&q=cache:LhyjLWSJ->

í0J:www.monografias.com/trabajos47/tic-educacion-superior/tic-educacion-superior.zip+TICs+en+la+educacion+cubana.

Gregor, Engels and Stefan, Sauer. 2000. UML-based Behavior. Specification of Interactive Multimedia Applications. *UML-based Behavior. Specification of Interactive Multimedia Applications*. [Online] 2000. [Cited: 11 21, 2007.] <http://wwwcs.upb.de/cs/ag-engels/Papers/2001/SauerHCC01.pdf>.

Gutiérrez, Dr. Luis I. Gómez. 2003. El desarrollo de la educación en Cuba. *El desarrollo de la educación en Cuba*. [En línea] 2003. [Citado el: 26 de 04 de 2008.] http://www.oei.es/noticias_oei/discursopedagogia2003.pdf.

—. **2003.** El desarrollo de la educación en Cuba. *El desarrollo de la educación en Cuba*. [En línea] 2003. [Citado el: 26 de 04 de 2008.] http://www.oei.es/noticias_oei/discursopedagogia2003.pdf.

Heredia, Rafael. 1995. *Dirección Integrada de Proyecto -DIP- Project Management. Segunda Edición*. Madrid, España : s.n., 1995. 84-7484-108-9.

Lamarca Lapuente, María Jesús. 2007. Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. *Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. [Online] 2007. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://www.hipertexto.info>.

Larousse, Editorial. 2006. Diccionarios.com. *Diccionarios.com*. [Online] 2006. [Cited: 05 08, 2008.] <http://www.diccionarios.com/consultas.php>.

Lee, W. W. and Owens, D. L. 2000. *Multimedia based instruction. Massachussets : Jossey - Bass*. San Fransisco, EE.UU : s.n., 2000.

Lefcovich, Dr. Mauricio. ?. Factores contrarios a la Mejora Continua. *Factores contrarios a la Mejora Continua*. [Online] ? [Cited: mayo 26, 2008.] <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040709174255-Factores.html>.

Lorente Rodríguez, Abel Ernesto. 2006. *Plataformas para el desarrollo y gestión de Cursos Educativos Multimedia*. [CD-ROM Memorias UCIENCIA] Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2006.

—. **2006.** *Plataformas para el desarrollo y gestión de Cursos Educativos Multimedia*. [CD - ROM Memorias Uciencia] Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba : s.n., 2006.

Marquès Graells, Dr. Pere. 2001. Características de un buen Programa Educativo Multimedia. *Características de un buen Programa Educativo Multimedia*. [Online] 2001. [Cited: febrero 10, 2008.] http://www.distraidos.com.ar/recursos/documentos/descargable/CARAC_BUEN_PEM.pdf.

Maylén García Montes, Oleanna González Ricardo. ?. Aplicación de las TIC en la Educación Superior. *Aplicación de las TIC en la Educación Superior*. [En línea] ? [Citado el: 26 de 04 de 2008.]

<http://64.233.179.104/scholar?hl=en&lr=&q=cache:LhyjLWSJ-i0J:www.monografias.com/trabajos47/tic-educacion-superior/tic-educacion-superior.zip+TICs+en+la+educacion+cubana>.

Papert, Seymour. 1993. Preface to The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. *Preface to The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. [Online] 1993. [Cited: febrero 09, 2008.] <http://www.papert.org/articles/ChildrensMachine.html>.

Pastor, Juan Antonio and Saorín, Tomás. 1997. La escritura hipermedia. *La escritura hipermedia*. [Online] 1997. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/cuad6-7/saorin.htm>.

Peña Lemus, Yudisleidys and Hernández Díaz, Yunierys. 2007. SIMETSE-Sistema de métricas para evaluar software educativo. Ciudad de La Habana : s.n., 2007.

Pérez Fernández, Vicenta. 1999. *Curso de Informática Educativa.(folleto)*. ISPJAE, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 1999.

Pérez Huertas, F. J. 1998. Introducción a la multimedia: realización y producción de programas (Unidad didáctica 158). *Introducción a la multimedia: realización y producción de programas (Unidad didáctica 158)*. [Online] 1998. [Cited: febrero 12, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos908/guion-didactico-multimedia/guion-didactico-multimedia2.shtml#guion>.

Pressman, Roger S. 2002. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. New York, EE.UU : s.n., 2002.

Rodríguez, Raúl. 2000. *Introducción a la Informática Educativa*. CUJAE, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2000.

Ronda Pupo, M.Sc. Guillermo A. 2002. El Concepto Estrategia. *El Concepto Estrategia*. [Online] marzo 2002. [Cited: junio 02, 2008.] <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/34/estrategia.htm>.

Sauer, Stefan and Engels, Gregor. 2001. Extending UML for Modeling of Multimedia Applications. *Extending UML for Modeling of Multimedia Applications*. [Online] 2001. [Cited: febrero 13, 2008.] <http://www.itec.uni-klu.ac.at/~harald/proseminar02/sauer1.pdf>.

Stoner, James. 1994. *Administración. ?*

Talens-Oliag, Sergio. 2006. Herramientas de documentación ágiles. *Herramientas de documentación ágiles*. [Online] 2006. [Cited: febrero 04, 2008.] <http://www.iti.upv.es/services/reviewtic/public/2006/11/pdf/articulo1/attach/articulo1.pdf>.

Bibliografía

- Alonso Oliva, Juan Luis, et al. 1998.** Introducción General. *Introducción General*. [Online] 1998. [Cited: febrero 09, 2008.]
<http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Introducci%C3%B3n.htm>.
- Baumeister, Humbert, Koch, Nora and Mandel, Luis. 2001.** Towards a UML Extension for Hypermedia Design. *Towards a UML Extension for Hypermedia Design*. [Online] 2001. [Cited: febrero 13, 2008.]
<http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31048/http:zSzzSzwww.fast.dezSzProjektezSzforsoftzSzuml99zSzuml99.pdf/baumeister99towards.pdf>.
- Berner, Stefan, Glinz, Martin and Joos, Stefan. 2000.** A Classification of Stereotypes for Object-Oriented Modeling Languages. *A Classification of Stereotypes for Object-Oriented Modeling Languages*. [Online] 2000. [Cited: febrero 13, 2008.]
<http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/21217/http:zSzzSzwww.ifi.unizh.chzSzgroupszSzreqzSztaffzSzglinzSz..zSz..zSzftzSzpaperszSzUML99.pdf/berner99classification.pdf>.
- Bonaparte, Ubaldo. 2006.** Paradigma de Programación. *Paradigma de Programación*. [Online] junio 2, 2006. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://www.frt.utn.edu.ar/sistemas/paradigmas/page22.html>.
- Booch, Grady, Jacobson, Ivar and Rumbaugh, James. 2000.** El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: *The Unified Modeling Language. Reference Manual, 1999*). *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: The Unified Modeling Language. Reference Manual, 1999)*. [Online] 2000. [Cited: febrero 11, 2008.] <http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg03050.pdf>.
- . 2000. *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia (traducción del original en inglés: The Unified Modeling Language. Reference Manual, 1999)*. Madrid : Addison-Wesley, 2000, España : s.n., 2000.
- Bou Bouzá, G. 1997.** El guión multimedia. *El guión multimedia*. [Online] 1997. [Cited: febrero 12, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos908/guion-didactico-multimedia/guion-didactico-multimedia2.shtml#guion>.
- CAETI. 2008.** Modelado de Software: un Enfoque Formal. *Modelado de Software: un Enfoque Formal*. [Online] abril 29, 2008. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://caeti.uai.edu.ar/04/03/14/250.asp>.
- Cambridge, International Dictionary. 2008.** Cambridge, Dictionaries Online. *Cambridge, Dictionaries Online*. [Online] 2008. [Cited: 05 02, 2008.]
<http://dictionary.cambridge.org/define.asp?dict=CALD&key=52484&ph=on>.

- Cely Alvarez, Adriana. 1999.** Elementos para caracterizar los "nuevos" medios de comunicación. *Elementos para caracterizar los "nuevos" medios de comunicación*. [Online] julio 1999. [Cited: 05 02, 2008.] <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999fjl/68acely.htm>.
- Ciudad Ricardo, Febe Angel. 2007.** ApEM – L como una nueva solución a la modelación de aplicaciones educativas multimedia en la UCI. Ciudad de La Habana : s.n., 2007.
- Ciudad Ricardo, Febe Ángel. 2007.** *ApEM – L 1.0 como propuesta de Lenguaje de Modelación para Aplicaciones Educativas*. [CD-ROOM] Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2007. 978-957-286-005-6.
- Corrales Díaz, Carlos. 1994.** LA TECNOLOGIA MULTIMEDIA: Una Nueva Tecnología de Comunicación e Información. Características, concepciones y aplicaciones. *LA TECNOLOGIA MULTIMEDIA: Una Nueva Tecnología de Comunicación e Información. Características, concepciones y aplicaciones*. [Online] enero 1994. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://iteso.mx/~carlosc/pagina/documentos/multidef.htm#guía>.
- Díaz Antón, G, y otros. ?.** Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico. *Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico*. [En línea] ? [Citado el: 26 de 04 de 2008.] <http://www.academia-interactiva.com/evaluacion.pdf>.
- Diéguez, Rodolfo A. ?.** Documentación de sistemas. *Documentación de sistemas*. [Online] ? [Cited: mayo 9, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos6/dosi/dosi.shtml>.
- Fac-Comunicación. ?.** Glosario de términos bibliotecológicos y de Ciencias de la Información. *Glosario de términos bibliotecológicos y de Ciencias de la Información*. [Online] ? [Cited: mayo 9, 2008.] http://www.uh.cu/facultades/fcom/portal/interes_glosa_terminos.htm.
- Fraledo. 2006.** Importancia de la documentación. *Importancia de la documentación*. [Online] julio 28, 2006. [Cited: mayo 9, 2008.] http://www.mygnet.net/articulos/disenio_web/importancia_de_la_documentacion.761.
- FUCE, Fundación. 2004.** La Informática al servicio de la Educación. *La Informática al servicio de la Educación*. [Online] 2004. [Cited: febrero 09, 2008.] <http://www.pergaminovirtual.com.ar/revista/cgi-bin/hoy/archivos/00000537.shtml>.
- Galán Fajardo, Elena. 2006.** El guión didáctico para materiales multimedia. *El guión didáctico para materiales multimedia*. [Online] 2006. [Cited: mayo 8, 2008.] <http://www.ucm.es/info/especulo/numero34/guionmu.html>.
- González Ricardo, Oleanna and García Montes, Maylén. ?.** Aplicación de las TIC en la Educación Superior. *Aplicación de las TIC en la Educación Superior*. [Online] ? [Cited: 04 26, 2008.] <http://64.233.179.104/scholar?hl=en&lr=&q=cache:LhyjLWSJ->

í0J:www.monografias.com/trabajos47/tic-educacion-superior/tic-educacion-superior.zip+TICs+en+la+educacion+cubana.

Gregor, Engels and Stefan, Sauer. 2000. UML-based Behavior. Specification of Interactive Multimedia Applications. *UML-based Behavior. Specification of Interactive Multimedia Applications*. [Online] 2000. [Cited: 11 21, 2007.] <http://wwwcs.upb.de/cs/ag-engels/Papers/2001/SauerHCC01.pdf>.

Gutiérrez, Dr. Luis I. Gómez. 2003. El desarrollo de la educación en Cuba. *El desarrollo de la educación en Cuba*. [En línea] 2003. [Citado el: 26 de 04 de 2008.] http://www.oei.es/noticias_oei/discursopedagogia2003.pdf.

—. **2003.** El desarrollo de la educación en Cuba. *El desarrollo de la educación en Cuba*. [En línea] 2003. [Citado el: 26 de 04 de 2008.] http://www.oei.es/noticias_oei/discursopedagogia2003.pdf.

Heredia, Rafael. 1995. *Dirección Integrada de Proyecto -DIP- Project Management. Segunda Edición*. Madrid, España : s.n., 1995. 84-7484-108-9.

Lamarca Lapuente, María Jesús. 2007. Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. *Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. [Online] 2007. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://www.hipertexto.info>.

Larousse, Editorial. 2006. Diccionarios.com. *Diccionarios.com*. [Online] 2006. [Cited: 05 08, 2008.] <http://www.diccionarios.com/consultas.php>.

Lee, W. W. and Owens, D. L. 2000. *Multimedia based instruction. Massachussets : Jossey - Bass*. San Fransisco, EE.UU : s.n., 2000.

Lefcovich, Dr. Mauricio. ?. Factores contrarios a la Mejora Continua. *Factores contrarios a la Mejora Continua*. [Online] ? [Cited: mayo 26, 2008.] <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040709174255-Factores.html>.

Lorente Rodríguez, Abel Ernesto. 2006. *Plataformas para el desarrollo y gestión de Cursos Educativos Multimedia*. [CD-ROM Memorias UCIENCIA] Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2006.

—. **2006.** *Plataformas para el desarrollo y gestión de Cursos Educativos Multimedia*. [CD - ROM Memorias Uciencia] Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba : s.n., 2006.

Marquès Graells, Dr. Pere. 2001. Características de un buen Programa Educativo Multimedia. *Características de un buen Programa Educativo Multimedia*. [Online] 2001. [Cited: febrero 10, 2008.] http://www.distraidos.com.ar/recursos/documentos/descargable/CARAC_BUEN_PEM.pdf.

Maylén García Montes, Oleanna González Ricardo. ?. Aplicación de las TIC en la Educación Superior. *Aplicación de las TIC en la Educación Superior*. [En línea] ? [Citado el: 26 de 04 de 2008.]

<http://64.233.179.104/scholar?hl=en&lr=&q=cache:LhyjLWSJ->

[i0J:www.monografias.com/trabajos47/tic-educacion-superior/tic-educacion-superior.zip+TICs+en+la+educacion+cubana](http://www.monografias.com/trabajos47/tic-educacion-superior/tic-educacion-superior.zip+TICs+en+la+educacion+cubana).

Papert, Seymour. 1993. Preface to The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. *Preface to The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. [Online] 1993. [Cited: febrero 09, 2008.] <http://www.papert.org/articles/ChildrensMachine.html>.

Pastor, Juan Antonio and Saorín, Tomás. 1997. La escritura hipermedia. *La escritura hipermedia*. [Online] 1997. [Cited: febrero 08, 2008.] <http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/cuad6-7/saorin.htm>.

Peña Lemus, Yudisleidys and Hernández Díaz, Yunierys. 2007. SIMETSE-Sistema de métricas para evaluar software educativo. Ciudad de La Habana : s.n., 2007.

Pérez Fernández, Vicenta. 1999. *Curso de Informática Educativa.(folleto)*. ISPJAE, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 1999.

Pérez Huertas, F. J. 1998. Introducción a la multimedia: realización y producción de programas (Unidad didáctica 158). *Introducción a la multimedia: realización y producción de programas (Unidad didáctica 158)*. [Online] 1998. [Cited: febrero 12, 2008.] <http://www.monografias.com/trabajos908/guion-didactico-multimedia/guion-didactico-multimedia2.shtml#guion>.

Pressman, Roger S. 2002. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. New York, EE.UU : s.n., 2002.

Rodríguez, Raúl. 2000. *Introducción a la Informática Educativa*. CUJAE, Ciudad de La Habana, Cuba : s.n., 2000.

Ronda Pupo, M.Sc. Guillermo A. 2002. El Concepto Estrategia. *El Concepto Estrategia*. [Online] marzo 2002. [Cited: junio 02, 2008.] <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/34/estrategia.htm>.

Sauer, Stefan and Engels, Gregor. 2001. Extending UML for Modeling of Multimedia Applications. *Extending UML for Modeling of Multimedia Applications*. [Online] 2001. [Cited: febrero 13, 2008.] <http://www.itec.uni-klu.ac.at/~harald/proseminar02/sauer1.pdf>.

Stoner, James. 1994. *Administración. ?*

Talens-Oliag, Sergio. 2006. Herramientas de documentación ágiles. *Herramientas de documentación ágiles*. [Online] 2006. [Cited: febrero 04, 2008.] <http://www.iti.upv.es/services/reviewtic/public/2006/11/pdf/articulo1/attach/articulo1.pdf>.

Anexos

ANEXO 1: Entrevista realizada a la Dra. de la Dirección de Producción No. 2 (Dirección de Producción de Software Educativo) de la Infraestructura Productiva de la UCI, M.Sc. Yadenis Piñero Pérez. (Tomado de (Ciudad, 2007))

1. ¿Cuáles son las notaciones que se utilizan hoy para el modelado de las aplicaciones multimedia en la UCI?

No hemos implantado una notación en particular o no hemos utilizado ninguna notación en particular para la modelación de las aplicaciones, sino que hemos dado la indicación de que aquellos proyectos que lo consideren necesario utilicen la extensión de UML, OMMMA – L. No utilizamos ninguna notación en particular dado que nuestros clientes no son en su mayoría especialistas en el tema de la Ingeniería de Software (ISW), lo que hace que no se interesen por temas de este tipo, además de que sus intereses principales están dados hacia la escritura de las pantallas y no del resto de los elementos funcionales, además de que en muchas ocasiones son productos tan sencillos que no se hace necesario un modelación exhaustiva. En esto interviene que no existe un rol dentro del equipo de desarrollo que se dedique a esta tarea. No entiendo ¿porqué no existe?, ¿por qué no vemos el desarrollo de SW educativo como cualquier otro tipo de desarrollo software aunque con sus particularidades? Porque si hubiese alguien con ese rol, al menos quedaría documentada la aplicación.

2. ¿Qué artefactos se generan o utilizan hoy en la producción?

Hoy utilizamos esencialmente dos artefactos: un árbol (mapa) de navegación que exigimos tenga toda aplicación que se produce, y de alguna manera todos los proyectos trabajan los guiones, sean de contenido o técnicos, siendo los primeros aquellos que solo detallan elementos pedagógicos o relacionados con la presentación del contenido del software y los últimos aquellos que tienden a especificar con más nivel de detalle elementos de la programación propiamente dicha. Estos guiones se trata de que sean aprobados por todas las partes conformantes del equipo de desarrollo, aunque en la práctica todas las partes no lo hagan.

3. ¿Logran los artefactos utilizados representar todos los elementos del Software Educativo producido en la UCI?

Los artefactos que utilizamos hoy día para el desarrollo de nuestros productos no logran representar las características del SWE que producimos. Ejemplo de ello, es el último

trabajo que realizamos con SIS-COPEXTEL, en el cual supuestamente un software muy sencillo con solo 3 pantallas de presentación de contenidos, se podría producir sin documentación alguna. Exigimos la realización del árbol de navegación y de un pequeño guión y quedaron demasiados elementos sin definirse, lo que produjo pérdida de tiempo y errores en el desarrollo del producto final. Esto influye en elementos de garantía de la calidad, pues al no poder contar con documentaciones del software nos imposibilita un chequeo más detallado de nuestras aplicaciones.

4. ¿Cuáles son los elementos distintivos del SWE que se produce en la universidad?

No creo que la diferencia esté en el tipo de software que desarrollamos, pues este es muy variante de acuerdo al cliente y a las características específicas de cada uno, lo que hace muy difícil establecer patrones de solicitudes de los clientes y por consiguiente de las aplicaciones. La diferencia fundamental con otras instituciones, universidades o casas desarrolladoras, está no en el tipo de software sino en que necesitamos y caminamos hacia una producción *industrial*, lo que implica aplicar a dicha producción elementos ingenieriles por completos, dentro de los que se encuentra la documentación de las aplicaciones y por ende del uso de una notación y de artefactos que logren representar ese proceso y ayuden a que realmente sea industrial.

5. ¿Cuáles de estos elementos de los SWE desarrollados no son representados por los artefactos que se utilizan actualmente?

Lo que normalmente sucede en nuestros productos es que no quedan representados, al menos explícitamente, los servicios generales en los módulos, o lo que es lo mismo, las opciones comunes a un conjunto de interfaces del software que no es más que la base del modelo pedagógico que se sigue en la producción. Esta falta nos dificulta luego una reutilización de los códigos desarrollados, pues por ejemplo a lo mejor un cliente nos pide en un nuevo producto una búsqueda en varias de sus pantallas, si tuviésemos una documentación, podríamos buscar rutinas de búsqueda que cumplan los requisitos y nos permitan reutilizar el código anterior. Esto sucede porque la tendencia al documentar SWE es a como describir un libro por pantallas y además considero que el desarrollo de la ISW no ha logrado todavía la documentación de este tipo de aplicaciones.

6. ¿Qué tipo de paradigma de programación se utiliza hoy para la implementación de las aplicaciones educativas en la UCI?

Mayoritariamente se trabaja con una programación Orientada a Eventos, pero que se acerca bastante al paradigma Orientado a Objetos. La utilización de programación estructurada es muy poca en la actualidad de nuestras soluciones. Todo esto

condicionado principalmente por el tipo de tecnologías y herramientas que utilizamos en nuestras soluciones.

7. ¿Qué lenguajes de programación se utilizan para la implementación?

Para la implementación utilizamos en más del 80 % de nuestras producciones el Action Script, también condicionado por el tipo de tecnologías que utilizamos en la actualidad.

8. ¿Qué Sistemas de Autor o editores se utilizan para el desarrollo de las aplicaciones?

Al igual que sucede con el lenguaje de programación, en la mayoría de nuestros productos, en realidad en casi todos, utilizamos el ambiente de desarrollo de Macromedia Flash, con todos sus componentes.

9. ¿Se utiliza algún tipo de arquitectura en particular para el desarrollo de los SWE en la UCI?

Siempre se ha tratado de que en todos los productos se haga algún tipo de análisis básico de arquitectura. Ejemplos de esto tenemos a los productos del MINED (Ministerio de Educación), el proyecto MSD – Brasil, los cuales tuvieron Frameworks muy básicos y trabajos con plantillas y librerías de Scripts, pero al menos se hicieron análisis de arquitectura. La producción actual se mueve a eso y exigimos como parte del flujo del proceso un análisis de una arquitectura. La tendencia actual de las solicitudes que recibimos es el trabajo en colecciones completas, lo que obliga a pensar en términos de arquitectura y ya tenemos probado que cuando no lo hemos hecho de esa manera, las cosas nos salen mal.

10. ¿Qué artefactos o elementos de estos deben de mantenerse en futuras soluciones?

El uso del guión, sea en cualquiera de sus versiones, debe de mantenerse para que sirva como el artefacto donde los especialistas en la parte del contenido o pedagógica del producto reflejen sus solicitudes del producto final. Esto no entra en contradicción con que se hace necesario convertir este guión a requisitos funcionales y no funcionales, tal y como se trabaje en la producción de los software tradicionales o de gestión. ¿Por qué no podemos trabajar con requisitos en vez de solicitudes o deseos de nuestros clientes que no han sido escritos como capacidades del futuro sistema a desarrollar? Soy partidaria de la utilización de los Casos de Uso, para describir nuestros escenarios de desarrollo, ¿qué es un caso de uso sino la descripción de un escenario del un guión? Claro mucho más elaborado. Creo que adicionando algunos elementos (medias, palabras calientes, etc.) que contextualicen las descripciones de los casos de uso actuales, podríamos utilizarlos sin problema alguno, misión o responsabilidad que pudiera ser asumida por el documentador o un analista.

ANEXO 2: Encuesta dirigida a líderes de proyectos productivos de Software Educativo (SWE), facultad 8.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La encuesta que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los artefactos que utilizan en los proyectos para modelar el SWE y que elementos no son capaces de representar dichos artefactos.

Muchas Gracias

Colectivo de Autores.

Nombre: _____ **Proyecto:** _____

1. ¿Se utilizan en su proyecto artefactos para la modelación del producto?

Si ___ No ___

A: De los artefactos que se presentan a continuación, especifique cuál o cuáles utiliza para la modelación de las aplicaciones.

___ Guión de contenido

___ Guión narrativo

___ Guión icónico

___ Guión de sonido

___ Guión técnico

___ Mapa de navegación o árboles

___ Otros

De utilizar otros tipos de artefactos, especifique ¿cuál o cuáles?

B: ¿En correspondencia con el o los artefactos que usted marcó anteriormente, considera que sea(n) suficiente(s) para modelar la aplicación en desarrollo?

___ Totalmente ___ Pobremente

___ Parcialmente ___ No suficiente

C: Marque con una X los elementos que a su consideración no son abordados por los guiones y/o el mapa de navegación utilizados:

___ Clases

___ Interfaz

___ Eventos

- ___ Entidades
- ___ Relaciones e/ clases o entidades
- ___ Otros

De ser otros los elementos, especifique ¿cuál o cuáles?

ANEXO 3: Entrevista dirigida a la M.Sc. Ing. en Informática Aplicada, Danae Pigueiras Ottero, Gerente del Centro de Estudios de Tecnologías Avanzadas (CETA); y a la M.Sc. Ing. en Informática, Vilma González Pérez, de la empresa SIS-COPEXTEL.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La entrevista que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar elementos a tener en cuenta para desarrollar un lenguaje de modelación.

Muchas Gracias

Colectivo de Autores.

1. ¿Considera que el uso de modelos para la representación de software es ventajoso e importante? ¿Por qué?
2. Teniendo en cuenta la parte del software que se modela ¿Considera necesario la existencia de modelos que se especialicen por áreas?
3. ¿Considera que la existencia de lenguajes de modelación resuelven en gran medida la estructura organizativa de los modelos?
4. ¿Qué áreas conceptuales trabajaría usted si fuese a crear un lenguaje de modelación?
5. ¿Considera que uno de los elementos que debe tener en cuenta todo lenguaje notacional, es lograr la representación de los paradigmas de programación? ¿Por qué?
6. ¿Considera a los estereotipos descriptivos como elementos importantes para la existencia de un lenguaje de modelado? ¿Por qué?
7. ¿Qué tendría en cuenta para desarrollar un lenguaje de modelación?
8. Al modelar los SWE ¿qué elementos en la representación considera usted que hoy quedan fuera del alcance por los lenguajes existentes?
9. ¿Qué relación le merecen los guiones con los lenguajes de modelación para el SWE?
10. ¿Considera necesario expresar los SWE en guiones? ¿Por qué?
11. ¿Conoce algo de la historia de los lenguajes para la modelación de producción nacional?
¿Cuáles han sido los principales momentos o etapas en esta historia?
12. ¿Conoce algo de la historia de cómo en Cuba se han representado los SWE? ¿Cuáles han sido los principales momentos o etapas en esta historia?

ANEXO 4: Entrevista dirigida a integrantes de los proyectos que conforman la muestra.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La entrevista que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los factores internos que dificultan la inserción del lenguaje notacional propuesto en los proyectos productivos, así como la importancia de aplicarlo.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

- a. ¿Tienes experiencia en el rol que desempeñas actualmente en el proyecto?
- b. ¿Crees que es suficiente y con la calidad requerida la capacitación que se le imparte en el proyecto como parte de familiarización con el lenguaje?
- c. ¿Se siente usted motivado al formar parte del equipo de desarrollo del proyecto?
- d. ¿Conoces o tienes los conocimientos necesarios de la herramientas CASE que requiere el lenguaje para modelar las aplicaciones?
- e. ¿Considera que es suficiente el tiempo planificado por el proyecto para poder modelar el software con calidad, teniendo en cuenta las modificaciones que el nuevo lenguaje notacional propone?
- f. ¿Posee usted como desarrollador en el proyecto la bibliografía necesaria para documentarse acerca del lenguaje notacional que utiliza?
- g. ¿Considera usted ventajoso e importante el uso del lenguaje notacional ApEM-L en su primera versión para la modelación de aplicaciones educativas? ¿Por qué?
- h. ¿Cree usted que el lenguaje propuesto logre modelar los requisitos o características del software en desarrollo?

ANEXO 5: Entrevista dirigida al Ing. Yosnel Herrera Martínez, integrante del polo científico de SWE de la UCI.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La entrevista que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los elementos de ApEM-L 1.0 que no han sido representados y cuales serán modificados.

Muchas Gracias

Colectivo de Autores.

1. En la vista estática, que incluye el diagrama de clases y diagrama de casos de uso:
 - A. ¿Existe algún elemento que no ha sido representado en esta primera versión del lenguaje?
 - B. ¿Existe algún elemento que requiera ser modificado para una nueva versión del lenguaje? ¿Por qué?

2. En la vista de arquitectura, que incluye los diagramas de componentes y despliegue:
 - C. ¿Existe algún elemento que no ha sido representado en esta primera versión del lenguaje?
 - D. ¿Existe algún elemento que requiera ser modificado para una nueva versión del lenguaje? ¿Por qué?
3. En la vista de comportamiento, que incluye los diagramas de actividad, secuencia, colaboración y estado:
 - E. ¿Existe algún elemento que no ha sido representado en esta primera versión del lenguaje?
 - F. ¿Existe algún elemento que requiera ser modificado para una nueva versión del lenguaje? ¿Por qué?
4. En la vista de presentación, que incluye los diagramas de estructura de navegación y presentación:
 - G. ¿Existe algún elemento que no ha sido representado en esta primera versión del lenguaje?
 - H. ¿Existe algún elemento que requiera ser modificado para una nueva versión del lenguaje? ¿Por qué?

ANEXO 6: Encuesta realizada a integrantes de los proyectos que conforman la muestra.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La encuesta que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los elementos que no han sido representados por ApEM-L 1.0.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

Nombre: _____ **Rol:** _____

1. ¿Considera usted ventajoso la aplicación de una extensión como ApEM – L para la modelación de aplicaciones educativas?
Totalmente_____ Parcialmente_____ No_____
2. ¿Se siente usted cómodo al trabajar con la notación ApEM – L en sus distintas vistas?
Totalmente_____ Parcialmente _____ Muy poco_____ Nulo_____
3. Marque con una X las vistas y los diagramas que considera mejor trabajados en ApEM – L para la modelación de aplicaciones educativas:
Vista Estática_____ Vista de Arquitectura_____
Vista de Comportamiento _____ Vista de Presentación_____

4. Marque con una X los diagramas que a su consideración deban agregársele algún elemento que no haya sido representado por ApEM-L 1.0

Diagrama de actividades_____

Diagrama de clases_____

Diagrama de componentes_____

Diagrama de despliegue_____

Diagrama de secuencia_____

Diagrama de colaboración_____

Diagrama de estados_____

Diagrama de estructura de navegación_____

Diagrama de estructura de presentación_____

- a. En caso en que especifique algún diagrama, mencione el elemento no representado

5. Marque con una X la herramienta que se utiliza en su proyecto para la modelación del producto:

_____ Rational Rose

_____ Poseidón

_____ Visual Paradimg

_____ Visual Studio

_____ Otra ¿Cuál?_____

6. En dependencia de la herramienta seleccionada anteriormente, ¿considera que los estereotipos visuales brindados por la misma son cómodos, representativos, entendibles y fáciles de usar?

_____ Totalmente

_____ Parcialmente

_____ Nulo

ANEXO 7: Entrevista dirigida a la Ing. Licet Gutiérrez Mompié, vice-decana de producción de la facultad 8.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La entrevista que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los factores externos que dificultan la aplicación del lenguaje notacional propuesto en los proyectos productivos.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

1. ¿Cómo fueron seleccionados los profesores para ocupar el rol de líder de proyecto?

Para hacer la selección de los profesores a ocupar el rol de líder de proyecto, se tiene en cuenta la experiencia del mismo en el desempeño de ese rol y en caso de que no exista más personal para ocupar el cargo que tenga la experiencia requerida se le asigna el rol por vez primera.

2. ¿Es un requisito para ocupar el rol de líder de proyecto que el profesor tenga conocimientos acreditados sobre la especialidad de la informática?

Uno de los requisitos principales para ocupar el rol de líder de proyecto es que la persona tenga los conocimientos acreditados sobre la informática. Primeramente se tiene en cuenta que el profesor sea de la especialidad, en caso de no existir el mismo, pues entonces se le asigna a otro profesor que imparta otra asignatura como Matemática, PPD, Ingles, etc.

3. ¿Se capacitan los profesores con temas referentes a la especialidad o relacionados con el tipo de proyecto que dirigen?

Anteriormente no se les daba capacitación a los profesores que dirigían o integraban los proyectos, sino que los mismos tenían que capacitarse autodidácticamente. En la actualidad con la creación de los polos, o sea, donde se agrupan los proyectos en correspondencia al tipo de software que desarrollan, se gestiona su capacitación de forma interna dentro del polo, por ejemplo: en el de SWE existe un grupo de cursos de postgrado para la capacitación de sus integrantes.

4. ¿Qué requisitos se tienen en cuenta para la selección de los estudiantes que integraran el equipo de desarrollo en el proyecto?

Todos los estudiantes son canteras para integrar un proyecto, pero además se tiene en cuenta que el mismo tenga vencido cursos optativos relacionados con el tema que desarrolla el proyecto. La selección de los estudiantes se comienza desde años superiores hasta los inferiores.

5. ¿Qué aspectos se tienen en cuenta para asignarle un rol a un estudiante dentro del proyecto?

La asignación de roles a los estudiantes se realiza internamente en el proyecto teniendo en cuenta las habilidades que posee del mismo.

6. ¿Cuenta la facultad con personal capacitado para impartir la capacitación a los integrantes de los proyectos?

El mismo proyecto es el encargado de capacitar a sus estudiantes, en caso de que en el proyecto no existan profesores con los conocimientos necesarios para impartir la capacitación se gestiona a nivel facultad, si aún el problema no ha sido resuelto, la gestión sería entonces a nivel central, asignándole al proyecto un profesor de otra facultad, lo que trae consigo no contar con el tiempo requerido por parte del profesor para impartir la misma,

ya que en ocasiones le coincide el horario con otras actividades, o no hay locales disponibles.

7. ¿Cuando se le asigna un proyecto a la facultad o un cliente solicita la elaboración de un producto, considera usted que se cuenta con las condiciones necesaria para su desarrollo? (tecnología, herramientas para el desarrollo del SW, laboratorios disponibles)

Nunca existe un NO para el cliente, siempre se le dice al mismo que SI, que la facultad cuenta con las condiciones necesarios para desarrollar el producto; por ejemplo: en cuanto al personal capacitado, todo proyecto cuenta con una etapa inicial que es para la capacitación, la misma puede ser de una semana, un mes, o incluso un año; esto se gestiona con el cliente.

También se tiene en cuenta la asignación de locales para el desarrollo del proyecto, en ocasiones la infraestructura de los proyectos es mayor que la cantidad de locales disponibles para ubicar los mismos, en este caso, se gestiona con el cliente y se le recomienda hacer la petición nuevamente dentro de un tiempo determinado, que de la posibilidad a la facultad de concluir con un producto para iniciar el desarrollo de otro.

8. ¿Cuando un cliente o una institución hace la solicitud de desarrollar un producto, este facilita a los desarrolladores las características o funcionalidades particulares que se esperan, mediante una guía o guión técnico?

Los clientes que solicitan el desarrollo de un producto en su mayoría son variados en cuanto a tener conocimientos sobre la informática, lo que provoca la existencia de casos en los que el mismo cliente no sea capaz de definir correctamente como quiere el producto y esto hace que sea mas complicado la captación de los requisitos y los especialistas tienen que ser capaces de extraer sus necesidades para poderlo implementar. Otro caso es donde el cliente tiene los conocimientos necesarios sobre el tema a desarrollar, e incluso, es capaz de impartir la capacitación a los integrantes del proyecto.

9. ¿Una vez que el producto solicitado este en desarrollo, mantiene el cliente comunicación con los integrantes del proyecto?

Siempre va a existir la comunicación con el cliente y los desarrolladores de la aplicación.

10. Caracterice o valore la situación actual que presentan los proyectos dedicados a la elaboración de SWE en la facultad.

Con respecto al uso del nuevo lenguaje rotacional, pienso que es muy temprano para dar una opinión o valorar la situación que presentan actualmente los proyectos que producen

SWE porque es un nuevo lenguaje que esta en experimento, aún lo conoce y trabaja con el la gran minoría, pero todos esperamos que facilite y de mayor calidad a la modelación de este tipo de SW.

ANEXO 8: Entrevista dirigida a líderes de los proyectos que conforman la muestra.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La entrevista que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar los factores internos y externos que dificultan la inserción del lenguaje notacional propuesto en los proyectos productivos de SWE en la UCI.

Muchas Gracias.

Colectivo de Autores.

Nombre: _____ **Proyecto:** _____

1. ¿Cuál es su especialidad?
2. ¿Posee usted conocimientos acreditados sobre la especialidad de la informática?
3. ¿Tienes experiencia en el rol que desempeñas en el proyecto?
4. ¿Considera usted tener la capacitación requerida sobre ApEM-L como líder del proyecto?
5. ¿Tiene usted conocimientos de los encuentros que se realizan con el objetivo de familiarizarse con el lenguaje?
6. ¿Considera que la cantidad de máquinas asignadas al proyecto está en correspondencia con la cantidad de integrantes del mismo?
7. ¿Considera usted ventajoso el uso del lenguaje notacional ApEM-L en su primera versión para la modelación de aplicaciones educativas?

ANEXO 9: Encuesta dirigida al Ing. Abel Ernesto Lorente Rodríguez, especialista de la Dirección de Producción # 2 y jefe del Polo de Software Educativo.

Cro. (a): Actualmente existe una investigación sobre el Lenguaje para la Modelación de Aplicaciones Educativas en sus siglas ApEM-L, versión 1.0. La encuesta que se presenta a continuación tiene como objetivo identificar factores internos y externos que dificultan la aplicación del lenguaje notacional propuesto en los proyectos productivos de SWE en la UCI.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

1. Considera que los profesores y estudiantes poseen los conocimientos necesarios para aplicar ApEM-L en sus proyectos.
 Si No
2. Considera que hubo resistencia ante la migración del lenguaje, por parte de los profesores y estudiantes que lo aplican.
 Si No
3. Considera que la documentación existente es:
 Suficiente Poca Ninguna
4. Existe una política, guía, procedimiento u orientación para aplicar el lenguaje a los proyectos productivos de SWE.
 Si No
5. Considera necesario preparar talleres y cursos del perfil de SWE, relacionados con la Ingeniería de Software donde se imparta ApEM-L 1.0.
 Si No

ANEXO 10: Cuestionario para la calificación de los criterios de evaluación.

Cro. (a): Usted ha sido seleccionado, por su especialidad, su grado científico, y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados de esta investigación. En este cuestionario debe precisar el peso que le concede a cada criterio de evaluación de acuerdo a su opinión y garantizando que el peso total de cada grupo se corresponda con los que se señalan a continuación. Sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima. Agradecemos su valiosa colaboración.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

Grupo	Peso
G1	20
G2	30
G3	20
G4	30

Crterios	Calificaci3n
G1: Criterios de m3rito cient3fico.	
Calidad de la investigaci3n.	
Novedad cient3fica.	
Aporte cient3fico.	
	20
G2: Criterios de Implantaci3n.	
Necesidad de empleo de la estrategia.	
Satisfacci3n de las necesidades de la modelaci3n del SWE.	
Posibilidades de aplicaci3n de la estrategia.	
	30
G3: Criterios de Flexibilidad.	
Adaptabilidad a proyectos productivos de SWE independientemente de la metodolog3a a usar.	
Uso de las herramientas de modelaci3n necesarias para la elaboraci3n del SWE.	
Facilidad del uso del lenguaje de modelaci3n	
	20
G4: Criterio de Impacto	
Contribuci3n al Proceso de Modelado de SW	
Organizaci3n en el proceso de documentaci3n del software	
Posibilidades de aplicaci3n	
	30

ANEXO 11: Cuestionario para la calificaci3n de los criterios de evaluaci3n.

Cro. (a): Usted ha sido seleccionado, por su especialidad, su grado cient3fico, y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados de esta investigaci3n.

Debe valorar los aspectos que se relacionan a continuación utilizando una escala de 1 a 5, donde 5 indica el máximo (por ejemplo, máxima calidad). Sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima. Agradecemos su valiosa colaboración.

Muchas Gracias,

Colectivo de Autores.

Criterios	Calificación
G1: Criterios de mérito científico.	
Calidad de la investigación.	
Novedad científica.	
Aporte científico.	
G2: Criterios de Implantación.	
Necesidad de empleo de la estrategia.	
Satisfacción de las necesidades de la modelación del SWE.	
Posibilidades de aplicación de la estrategia.	
G3: Criterios de Flexibilidad.	
Adaptabilidad a proyectos productivos de SWE independientemente de la metodología a usar.	
Uso de las herramientas de modelación necesarias para la elaboración del SWE.	
Facilidad del uso del lenguaje de modelación	
G4: Criterio de Impacto	
Contribución al Proceso de Modelado de SW	
Organización en el proceso de documentación del software	
Posibilidades de aplicación	

✓ Valoración final.

Elementos a suprimir:

Elementos a mejorar:

Elementos a añadir:

✓ 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 no se auguran buenos resultados.

___ Malo: No aplicable.

Glosario de Términos

Actividad: Unidad tangible de trabajo realizada por un trabajador en un flujo de trabajo, de forma que implica una responsabilidad bien definida para el trabajador, produce un resultado bien definido basado en una entrada bien definida, y representa una unidad de trabajo con límites bien definidos. También puede verse como una ejecución de una operación por un trabajador.

Aprendizaje: El aprendizaje es uno de los procesos más importantes para la psicología científica actual, es un cambio casi permanente en el comportamiento del organismo, mediante el cual es posible modificar lo que se ha aprendido anteriormente. A diferencia de los animales, que nacen con instrucciones genéticas para la supervivencia, los humanos tenemos la capacidad de aprendizaje, la cual nos da más flexibilidad para adaptarnos al medio ambiente. Podemos aprender a resguardarnos de cambios climáticos y adaptarnos a cualquier ambiente, nuestra capacidad de aprendizaje nos permite afrontar cambios.

Arquitectura: Conjunto de decisiones significativas acerca de la organización de un sistema software. La arquitectura no solo se interesa por la estructura y el comportamiento, sino también por las restricciones y compromisos de uso, funcionalidad, funcionamiento, flexibilidad al cambio, reutilización, compresión, economía y tecnología, así como por aspectos estéticos del software.

Artefacto: Pieza de información tangible que es creada, modificada y usada por los trabajadores al realizar actividades. Un artefacto puede ser un modelo, un elemento de un modelo o un documento.

CASE: Acrónimo inglés de Computer Aided Software Engineering, que significa Ingeniería de Software Asistida por Ordenador.

Casos de uso: Especificación de las secuencias de acciones, incluyendo secuencias variantes y secuencias de errores, que pueden ser efectuadas por un sistema, subsistema o clase por interacción con autores externos.

Clase: Descriptor de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, métodos, relaciones y comportamientos. Una clase representa un concepto dentro del sistema que se está modelando.

Cliente: Persona, organización o grupo de personas que encarga la construcción de un sistema, ya sea empezando desde cero, o mediante el refinamiento de versiones sucesivas.

Componente: Una parte física reemplazable de un sistema que empaqueta su implementación, y es conforme a un conjunto de interfaces a las que proporciona su realización.

Equipo de desarrollo: Es un grupo de trabajo constituido por una serie de profesores, investigadores, colaboradores y alumnos unidos en la ilusión de acometer un determinado proyecto o avanzar en el conocimiento y en la investigación teórica y aplicada.

Estrategia: Traza para dirigir un asunto. Conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

Herramientas: Utensilios o provisiones necesarias para poder emprender un proyecto de software. Soportan los procesos de desarrollo de software modernos.

Hipermedia: Forma de presentación de la información estructurada en nodos. Cada nodo de información puede incluir textos, imágenes, videos, animaciones, gráficos y sonidos. Cualquiera de estos medios puede convertirse en un enlace con otro nodo y el usuario puede acceder a otro nivel de información utilizando no solo el texto.

Hipertexto: Un hipertexto es un documento digital o no, que se puede leer de manera no secuencial. Un hipertexto tiene los siguientes elementos: secciones, enlaces o hipervínculos y anclajes.

IEEE: Corresponde a las siglas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Es una asociación estadounidense dedicada a la estandarización internacional, sin fines de lucro, formada por profesionales de las nuevas tecnologías.

Ingeniería de Software: Se puede definir como el tratamiento sistemático de todas las fases del ciclo de vida del software.

Interfaz: Un conjunto de operaciones que posee un nombre y que caracteriza el comportamiento de un elemento.

Lenguaje: Sistema de caracteres y símbolos informáticos que se utiliza para dar instrucciones a una computadora

Método: Modo de obrar o proceder. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. Modo estructurado y ordenado de obtener un resultado, descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos.

Modelo: Arquetipo que se toma como pauta a seguir.

Notación: Sistema de signos convencionales que se utiliza en una disciplina determinada para representar ciertos conceptos,

Pantalla: Es la agrupación visual de los elementos de medias contenidos en una vista determinada.

Paquete: Término que denota un mecanismo de propósito general para organizar en grupos los elementos. Se pueden anidar dentro de otros paquetes, y en el pueden aparecer tanto elementos del modelo como diagramas.

Producto: Conjunto de artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables y documentación.

Proyecto: Combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito, tiene un punto de de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican.

Sistema: Colección de unidades conectadas que se organiza para lograr un propósito. El sistema es el “modelo completo”.

Software: Todos los componentes intangibles de una computadora, es decir, al conjunto de programas y procedimientos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema (hardware).

Software Educativo (SWE.): Se define como un programa automatizado diseñado con una intencionalidad educativa para ser utilizado en el proceso de aprendizaje, utiliza procedimientos para que el estudiante aprenda, se fomenta el análisis de problemas, facilita el trabajo en grupo, provee soporte en actividades docentes y en el sentido más amplio, mejora las habilidades del pensamiento y la resolución de problemas.

Subsistema: Paquete de elementos que se tratan como una unidad, incluyendo una especificación de todo el contenido del paquete, que se trata como una unidad coherente. Se modela simultáneamente como paquete y para clase. Tiene un conjunto de interfaces que describen su relación con el resto del sistema y las circunstancias en que se puede utilizar.

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

UML: Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Model Lenguaje), lenguaje gráfico que brinda un vocabulario y reglas para especificar, construir, visualizar y documentar los artefactos de un sistema utilizando el enfoque orientado a objetos.

Usuario: Individuo u organización que interactúa con un sistema

Glosario de Términos

Versión: Conjunto de artefactos relativamente completo y consistente, que incluye posiblemente una construcción, entregado a un usuario interno o externo; entrega de tal conjunto.