Propuesta de un Marco de Evaluación para Modelos y Metodologías de Desarrollo de Aplicaciones Hipermedia

Cernuzzi Luca*, Rossi Gustavo#, Ortiz Sebastián*

* Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"
Fax: +595 - 21 - 310.587, Asunción - Paraguay
Email: lcernuzz@uca.edu.py

LIFIA, Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Email: gustavo@sol.info.unlp.edu.ar

Resumen

Desde finales de la década de los 80`s, la literatura especializada ofrece una amplia gama de modelos y metodologías para el diseño y construcción de aplicaciones y sistemas hipermedia. Sin embargo, son escasas las experiencias documentadas y evaluaciones de los mismos. En el presente trabajo se propone un marco para realizar la evaluación de modelos y metodologías de diseño de hipermedia. Dicho marco está basado en una hipótesis inicial, un conjunto de criterios de evaluación, relaciones entre ellos que ayudan el proceso evaluativo y la verificación del cumplimiento de los criterios.
El trabajo presenta además un análisis de la aplicación del marco evaluativo propuesto en la evaluación de la metodología OOHDM y algunas breves sugerencias para cumplir con los criterios en los que presenta ciertas falencias.

Palabras Claves: Metodologías Hipermedia, Evaluación, Hipermedia

1. Introducción

En la ingeniería de software, es seminal la idea de que el desarrollo de software es un proceso que se puede esquematizar en una metodología. Ésta divide normalmente el proceso de desarrollo en pasos; el producto de algunos de estos pasos puede ser grabado a su vez en un modelo, ya sea este un modelo del dominio de la aplicación o modelo de software.
Por otra parte, el diseño de aplicaciones hipermedia es un proceso complejo y propenso a errores [LANGE 94].
Es por eso que, desde finales de la década de los 80`s, la literatura especializada ofrece una amplia gama de modelos y metodologías para el diseño de aplicaciones y sistemas hipermedia [STOT 89, TOMPA 89, HALA 94, HARD 94, GARZ 93, LANGE 94, ISAK 95, ROSSI 96].
Diversos problemas para el autor de aplicaciones hipermedia son apuntados en la literatura: flaqueza de los mecanismos de especificación de estructuras [NANA 91], dificultad de gerenciamiento y desarrollo de extensas redes sin estructura [MARM 92], falta de referencias al mantenimiento de aplicaciones [BIEBER 95], falta de integración con otros sistemas computacionales -especialmente a nivel de diseño- [BIEBER 95] y falta de directrices de cómo debe ser un hiperdocumento [THUR 91].

A pesar de la cantidad de metodologías y modelos desarrollados, son escasas las experiencias documentadas y evaluaciones de los mismos en la literatura [CERN 97, CHRIS 98], lo que justifica realizar un trabajo como el que nos ocupa.
La mencionada escasez de evaluaciones de este tipo de metodologías y modelos nos lleva a tener que realizar la definición de un marco de evaluación.

2. Marco de Evaluación

Tomamos como definición de evaluación la de Elliot Stern, citada en [RAMA 95]:

> *"Evaluación es cualquier actividad que a través de la planificación e implementación de programas innovadores, hace que aquellos involucrados aprendan y hagan juicios acerca de las suposiciones iniciales, procesos de implementación y resultados de la innovación en cuestión."*

En nuestro caso, el "programa innovador" es la utilización de una metodología específica para el diseño de aplicaciones hipermedia. El proceso de selección [STECH 99] se basa en una comparación del modelado a posteriori, realizado aplicando varios modelos y metodologías, de una aplicación similar a la que se pretendía desarrollar. Finalmente, la metodología seleccionada para el modelado de las aplicaciones a ser realizadas ha sido Object Oriented Hypermedia Design Model - OOHDM [SCHWA 95, ROSSI 96]. Es un programa porque el sentido que le da Stern a esta palabra no es el de un programa computacional, sino el de un plan. Claramente, OOHDM al ser una metodología, es en forma genérica un plan. Nuestra actividad cumple también con la característica de ser innovadora por la escasa experiencia en la aplicación de esta metodología.
El presente trabajo sin embargo, se concentra en hacer juicios acerca de las suposiciones iniciales y, como un subproducto, aprender sobre el proceso de implementación (la utilización de la metodología). El aprender y hacer juicios acerca de los productos resultantes (las aplicaciones hipermediales) queda fuera del presente trabajo.

2.1. Tipos de evaluación

Cabe destacar que en el campo de la informática no existe una forma unívoca de evaluación. Considerando que las aplicaciones hipermedia presentan aspectos relacionados con la tradicional ingeniería de software, con la navigabilidad y con interfaces multimediales, presentaremos brevemente algunos ejemplos de posibles evaluaciones que se pueden realizar en estas áreas.
En ingeniería de software se considera que existen dos fundamentales enfoque al problema de la evaluación. El primero consiste en la experimentación con el comportamiento de una aplicación, eso es hacerla operar en situaciones representativas. El segundo enfoque consiste en el análisis del producto (en nuestro caso la documentación producto de la metodología de diseño) [GHEZZI 91, pp 260 y siguientes].
En cuanto a la evaluación del diseño de una interfaz de usuario muchos de los trabajos se refieren a los problemas de usabilidad. Entre ellos, un método interesante es la evaluación heurística [NIELS 94]. La evaluación heurística involucra a un conjunto pequeño de evaluadores que examinan la interfaz y juzgan su calidad, de acuerdo a un número de principios de usabilidad reconocidos (las heurísticas). Durante la sesión de evaluación, el evaluador recorre la interfaz varias veces e inspecciona los variados elementos de diálogo, juzgándolos bajo una lista de principios de usabilidad. Éstas heurísticas son reglas generales que parecen describir propiedades comunes de interfaces usables [DYKS 93]. El resultado de la evaluación heurística es una lista de problemas de usabilidad en la interfaz, con referencias a los principios de usabilidad que fueron violados por el diseño en cada caso, en opinión del

evaluador. La evaluación heurística no provee un procedimiento sistemático para generar reparaciones a los problemas de usabilidad, o una forma de juzgar la calidad de los rediseños. Sin embargo, como la evaluación heurística pretende explicar cada problema de usabilidad observado, frecuentemente generará en forma sencilla un diseño revisado, acorde con las guías de diseño proveídas por los principios que son violados [NIELS 94].

2.2. Procedimiento de Evaluación

El procedimiento de evaluación que utilizaremos es metodológicamente similar al utilizado en la evaluación heurística de interfaces de usuario.
Como requiere la definición de Stern, partimos de una suposición inicial general (llamamos M a la metodología a evaluar):

"M es una buena metodología de desarrollo de aplicaciones hipermedia"

Para definir qué es una buena metodología de desarrollo de aplicaciones hipermedia, recurrimos a trabajos realizados por varios autores en el área de Ingeniería de Software y en el área específica de metodologías de desarrollo de aplicaciones hipermedia. La experiencia y el conocimiento que se ha acumulado en estas áreas incluyen afirmaciones concretas por parte de los autores que exigen o proponen ciertas características deseables en los modelos y metodologías.
Llamamos a estas características deseables "criterios de evaluación", pues serán las bases para realizar juicios acerca de nuestro sujeto de evaluación: OOHDM. No se espera que el resultado de este trabajo sea único ni definitivo. Este resultado no será simplemente afirmar o negar totalmente nuestra suposición inicial general. Las conclusiones estarán basadas en los juicios realizados sobre cada uno de los criterios tomados en cuenta.
Considerando lo mencionado anteriormente, realizamos una definición de **criterio de evaluación:**

*"**Criterio de evaluación** es una condición a verificar en el sujeto de evaluación"*

Hay que resaltar que al decir *a verificar* no estamos exigiendo la afirmación o negación total de la condición. Pueden darse diferentes grados de verificación de la condición.
Una vez definida la lista de criterios, se realiza una experiencia práctica utilizando la metodología en cuestión: OOHDM. La aplicación hipermedia que vamos a desarrollar es una sobre la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.
Con la experiencia obtenida en la utilización de OOHDM, realizaremos observaciones acerca de la manera en que cumple o no los criterios de evaluación identificados. Tomando en conjunto estas observaciones, podremos aproximar la respuesta a nuestra suposición general inicial. Es de resaltar que –a diferencia de la evaluación heurística- en nuestra metodología debemos señalar no sólo los problemas, sino también las fortalezas de la metodología, en base a los criterios propuestos.
El área de hipermedia es sumamente extensa y novedosa. Probablemente queden fuera del presente trabajo problemas del área que no estén bien comprendidos. Limitamos el presente trabajo entonces a verficar condiciones que han sido expresadas por los diversos autores del área. Con el tiempo se generarán seguramente nuevas condiciones que deben ser cumplidas por los modelos y metodologías de desarrollo hipermedia.
Es importante adelantar que este trabajo se centrará en las actividades de diseño conceptual y navegacional de OOHDM, pues el estudio de diseño de interfaces es un área distinta (aunque relacionada).

3. Elección de los criterios de evaluación

Separamos la lista de criterios en Criterios Generales y Criterios Específicos de evaluación. Los criterios generales son los tomados de la ingeniería de software y –como su nombre lo sugiere- son principios generales que rigen las características de un modelo o metodología de desarrollo cualquiera en este campo.
También llevamos a cabo una recopilación de los criterios que los autores han utilizado para evaluar sus modelos al compararlos con otros. Esta es la fuente de la cual obtenemos criterios de evaluación adicionales. Ponemos estos criterios bajo la categoría de Criterios Específicos de evaluación, ya que son exigencias concretas que los autores hacen a los modelos y metodologías de desarrollo de aplicaciones hipermedia.
Existen relaciones entre los criterios de evaluación que son relevantes en nuestro estudio y pueden facilitar el proceso de evaluación al reducir parcialmente las actividades de la misma. Definimos dos relaciones que pueden tener entre sí los criterios de evaluación:

> ***Relación "Influye en"**: El criterio **A** influye en el criterio **B** si la verificación de la condición **A** forma parte o es precondición para la verificación de la condición **B**.*
>
> Simbolizamos **A** ⟶ **B**

Recordemos que un criterio de evaluación es una condición a ser verificada.
Más adelante en este trabajo veremos ejemplos de criterios que cumplen esta relación.

> ***Relación "Afinamiento"**: El criterio **E** es un **afinamiento** del criterio **G** si y sólo si **E** es un criterio específico de evaluación, **G** es un criterio general de evaluación y*
>
> ***E*** ⟶ ***G***.
>
> Simbolizamos **E** ⟹◆ **G**

Algunos de nuestros criterios específicos de evaluación son condiciones exigidas a los modelos y metodologías que tienen claramente incorporados principios de la ingeniería de software. Adaptan estos principios con particularidades y exigencias propias del diseño de aplicaciones hipermedia. En estos casos, la verificación del criterio general **es influida** por la del criterio específico, pues esta última forma parte de la primera.

3.1. Criterios Generales

Éstos son constituidos por la utilización en la metodología de unos principios fundamentales [GHEZZI 91] de ingeniería de software:

1. *rigor y formalidad,*
2. *separación de problemáticas,*
3. *modularidad,*
4. *abstracción,*
5. *anticipación del cambio,*
6. *generalidad e*
7. *incrementalidad.*

Lo que nos interesa evaluar es la medida en la cuál la metodología da soporte a estos principios.

3.2. Criterios específicos

En esta sección recopilamos criterios de evaluación de modelos y metodologías específicos al área de aplicaciones hipermedia:

1. Independencia de la implementación: formulado en [ROSSI 96]. Para poder verificar mejor este criterio se decidió hacer un diseño con dos implementaciones distintas: una en WWW y otra en Multimedia Toolbook™. Las fases sobre las que se concentrará la verificación serán la conceptual y navegacional, pues la de interfaz abstracta sabemos de antemano que es altamente dependiente de la implementación.

2. Soporte a modelado del dominio subyacente [GARZ 93].

3. Existencia de primitivas de diseño y mecanismos de abstracción de alto nivel: el modelo básico de nodos y enlaces no es adecuado para el diseño a alto nivel de aplicaciones hipermedia. Las decisiones de autoría de bajo nivel no deben ser tomadas en cuenta durante el modelaje, a lo largo de las diferentes etapas del desarrollo [GARZ 93].

4. Soporte a la definición de estructuras saludables de navegación: Capacidad de expresar semánticas estructurales de un sistema de información basado en hipermedia [LANGE 94]. Además, en [ROSSI 96] se señala que el uso del modelo debe hacer que los enlaces de la aplicación reflejen relaciones del dominio.

5.Soporte a la reutilización: hay una necesidad de reusar componentes hipermedia [LANGE 94] [ROSSI 96]. En la literatura se mencionan dos formas distintas de dar soporte a la reutilización: reutilización de diseños [GHEZZI 91] y patrones de diseño [GAMMA 95]. En la reutilización de diseños, el autor utiliza módulos previamente diseñados como parte de nuevas aplicaciones o hace evolucionar una aplicación determinada a partir de ellos.

6. Integración con modelos no-hipermedia y otros sistemas computacionales: [LANGE 94, ROSSI 96, ISAK 95]

7. Soporte a la comunicación: hay una necesidad de comunicar en forma precisa, expresiva, completa y consistente las semánticas estructurales. Un modelo formal puede ayudar a documentar esta comunicación [LANGE 94].

8. Separación de las diversas actividades de diseño: una metodología de desarrollo debe tomar en cuenta las diversas actividades relativas al diseño de sistemas hipermedia. Este criterio reclama el principio general de separación de problemáticas, sin embargo el autor señala que existen actividades de diseño previas a la implementación y que no han sido tomadas en cuenta todas al mismo tiempo y con énfasis suficiente en las diferentes metodologías de desarrollo de aplicaciones hipermedia [ROSSI 96]. Este es un principio general de Ingeniería de Software. Sin embargo, lo incluímos como criterio específico porque ha sido adaptado al área de hipermedia, exigiendo características específicas a los modelos de desarrollo de esta área.

9. Transición simple y elegante de la descripción de modelos abstractos al diseño: formulado en [ROSSI 96]. Es importante que existan reglas claras o heurísticas que indiquen al autor cómo realizar el mapeo de los modelos entre las diferentes etapas del proceso de desarrollo.

3.3. Relaciones entre criterios

A continuación, se definen diferentes relaciones entre diversos criterios.
Existe una estrecha relación entre *separación de problemáticas* y *separación de las actividades de diseño*, que constituye un **afinamiento** del primero. También, los distintos niveles de *abstracción* de un sistema constituyen una forma de *separación de problemáticas* al proveer diferentes vistas del mismo. Asimismo, la *modularidad* es una *separación de problemáticas* por partes. Entonces podemos definir las relaciones de **influencia**:

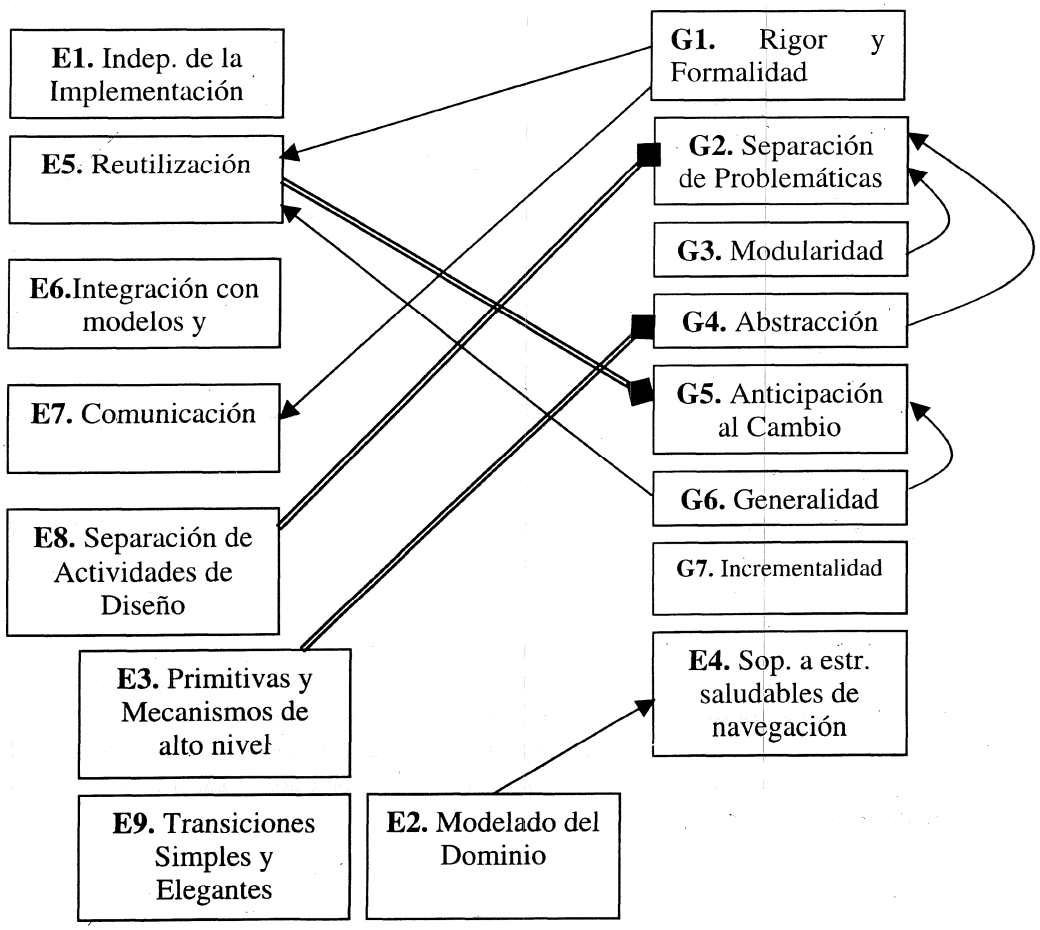
Modularidad ⟶ Separación de Problemáticas

Abstracción ⟶ Separación de Problemáticas

En cuanto al criterio de *abstracción*, podemos afirmar que existen diferentes abstracciones de un mismo fenómeno, cada una sirviendo a un propósito específico. ¿Se provee al diseñador de herramientas que le permitan seleccionar características del dominio que sean verdaderamente relevantes al problema en cuestión? ¿Se fuerza al diseñador a tomar en cuenta, o a documentar, características irrelevantes?. Las preguntas anteriores así como la adecuación de los mecanismos de abstracción proveídos son verificadas en el criterio específico *existencia de primitivas y mecanismos de abstracción de alto nivel*, que es un **afinamiento** del criterio de *abstracción*.

El *rigor y la formalidad* **influyen en** la *reutilización*, permitiendo disponer de componentes de diseño claramente documentadas, y el *soporte a la comunicación*, gracias al uso de formalismos y notaciones que pueden ser conocidos por los autores de hipermedia.

Por otra parte, la *anticipación del cambio* y la *generalidad* se encuentran estrechamente ligados a la *reutilización* del diseño. Un *diseño general* **influye en** la *reutilización* así como **influye en** la *anticipación del cambio* pues potencialmente comprende aspectos o resuelve problemas presentes en varias aplicaciones de una misma familia. Inclusive, los patrones de diseño se desarrollan generalizando una serie de soluciones a problemas comúnmente encontrados. Resulta además bastante intuitivo que la *reutilización* constituye un **afinamiento** de la *anticipación al cambio*. En fase de evaluación, verificaremos la aplicación de este principio sólo a través del *soporte a la reusabilidad*, pues nos parece su parte más relevante para el área de hipermedia.



Finalmente, cabe destacar que si no tenemos un buen soporte al modelado del dominio, difícilmente se podrían reflejar en los enlaces, estas relaciones existentes. Por lo tanto, el criterio *soporte al modelado del dominio subyacente* **influye en** *definición de estructuras saludables de navegación.*

4. Evaluación de OOHDM en el diseño de una aplicación para la UC

Para la evaluación de OOHDM se ha utilizado la metodología en el diseño de una aplicación de interés general sobre la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" - Paraguay (en adelante UC). La misma aplicación está dirigida a varios tipos de usuario y su diseño debe ser tal que se adecue a las necesidades generales de todos ellos.
OOHDM estructura el proceso de diseño reconociendo cuatro actividades a ser desarrolladas:.

- Diseño Conceptual, en el que se modela la semántica del dominio de la aplicación utilizando mecanismos de clasificación, agregación, generalización y especialización;
- Diseño Navegacional, en que se especifican los objetos navegacionales, como podrá evolucionar la navegación, como se comportará según el contexto en que se encuentre y las estructuras de acceso que se utilizarán en cada caso. Todo esto se realiza teniendo en cuenta el perfil del usuario al que va dirigida la aplicación y las tareas que éste debe realizar, dándose énfasis al aspecto cognitivo, tal que el usuario comprenda la información que recibe;
- Diseño de Interfaz, en que se modela la interfaz de la aplicación, modelando los objetos perceptibles y describiendo la interfaz de los objetos navegables por el usuario; e
- Implementación.

En cada una de estas actividades (a excepción de la implementación), un conjunto de modelos orientados a objetos es creado o enriquecido a partir de iteraciones previas.
Con respecto a los pasos que seguimos en el desarrollo de la aplicación para la UC, debemos señalar que no se siguió un camino secuencial, sino que los pasos debieron ser iterados varias veces. A continuación presentamos una descripción más detallada de los pasos que se siguieron y de la evaluación de cada criterio.

4.1. Rigor y formalidad

En OOHDM podemos apreciar la aplicación de este principio. La terminología específica al área hipermedia es utilizada consistentemente con los conceptos básicos definidos con el modelo de referencia Dexter [HALA 94]. Asimismo, la utilización del modelo de Objetos, que ha sido ampliamente estudiado [BOOCH 93, RUMB 94], hace que se retomen conceptos bien definidos y de extendido uso en el área informática.

4.2. Separación de Problemáticas

La división de las distintas actividades (diseño conceptual, navegacional, de interfaz e implementación) que se realizan en OOHDM incorpora claramente el principio de separación de problemáticas en el tiempo.
En la separación entre las distintas actividades de diseño, que es un **afinamiento** del presente criterio, vemos que la división de las actividades en OOHDM es adecuada. Más aún, OOHDM provee subsistemas como un mecanismo de abstracción adecuado para notación de esquemas de tamaño considerable.
Podemos por lo tanto afirmar que la separación de problemáticas es un principio claramente aplicado en la metodología.

4.3. Modularidad

El modelo de objetos permite al diseñador trabajar con el dominio del problema en forma claramente modular. Podemos decir que en el diseño conceptual, OOHDM "hereda" la modularidad existente en el modelo de objetos utilizado en esta etapa. Estas facilidades se mantienen en el diseño navegacional y de interfaz abstracta, que "heredan" sucesivas transformaciones de un diseño que es modular desde su creación.

Sin embargo, queda a cargo del autor decidir la granularidad de los nodos. Una mala granularidad - demasiado fina- puede dar origen a un diseño hiperfragmentado, con una explosión de relaciones y enlaces. La metodología no provee guías para decidir la granularidad de los nodos, pero en las técnicas de orientación a objetos si se trata el problema y se dan guías a los autores [BOOCH 93].

4.4. Abstracción

En el diseño conceptual tenemos el esquema conceptual y los cartones correspondientes a cada componente del esquema (objetos, herencia, relaciones parte-de y relaciones genéricas). El esquema provee una vista clara de los distintos objetos con sus relaciones de diversos tipos. Por su parte, los cartones permiten al diseñador ver más en detalle cada uno de los componentes.

La abstracción se encuentra entonces incorporada en la metodología. Específicamente, los autores exigen la *existencia de primitivas y mecanismos de abstracción de alto nivel,* que se menciona más adelante.

4.5. Anticipación al cambio

Explícitamente, en OOHDM se soporta este principio. El modelo conceptual de la aplicación sirve no sólo al desarrollo de una aplicación con fines específicos, sino a varias. Esto lo veremos claramente cuando verifiquemos soporte a la *reutilización,* que es un **afinamiento** de este criterio.

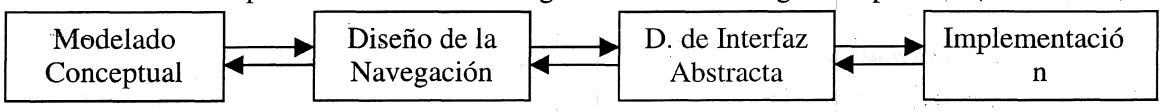
4.6. Generalidad

En el desarrollo de aplicaciones hipermedia, dado un mismo dominio, existen varias aplicaciones que se pueden crear, dependiendo del sujeto (persona) al que va dirigido la aplicación. Mediante OOHDM, es posible diseñar un modelo conceptual amplio, en el cual se incluyen todos los elementos del dominio que potencialmente interesan a los distintos usuarios. Esto se especializa luego en el diseño de la navegación, de interfaz abstracta e implementación de la aplicación.

De esta forma, OOHDM promueve diseños generales que, como veremos más adelante, abren el camino a la *reutilización.*

4.7. Incrementalidad

El desarrollo de una aplicación en OOHDM sigue idealmente el siguiente proceso (similar al waterfall):



Los autores de OOHDM hacen mención a la importancia de los prototipos y otros modelos de proceso, sin embargo, éstos no son soportados explícitamente en OOHDM. En nuestra experiencia de desarrollo hemos experimentado los problemas señalados por Boehm [BOEHM 95]. Primero realizamos el modelaje conceptual de la aplicación sobre la UC generando una gran cantidad de documentación. En el diseño de la navegación volvimos a cambiar gran parte de la documentación del modelo conceptual. Finalmente, cuando llegamos a la implementación, resultó que los datos proveídos por la UC se encontraban incompletos y altamente fragmentados. Así, el diseño conceptual sufrió en total tres alteraciones mayores y el diseño navegacional dos.

Concluimos que el principio de incrementalidad no es soportado en forma directa por OOHDM y que su división de actividades de desarrollo en el tiempo adolece de los mismos problemas que el modelo de cascada [GHEZZI 91, pp. 371-374] en el área de desarrollo de software.

4.8. Independencia de la implementación

Muy especial atención se concede al criterio de independencia de la implementación. Para observar correctamente esta característica, diseñamos la aplicación para la Universidad Católica con un modelado único en las primeras etapas de la metodología, tratando de mantener un diseño coherente y realizando dos implementaciones: una en formato de sitio Web y una en Multimedia Toolbook ™ orientada a una difusión en CD.

En nuestra experiencia, verificamos que OOHDM es adecuado para el desarrollo de aplicaciones que deben ser implementadas en plataformas diversas, pudiendo utilizar para estas, la mayor parte de los diseños conceptual y navegacional.

Debemos mencionar que algunos detalles variaron. Uno de estos detalles es la granularidad de los nodos en el diseño navegacional. En efecto, en Multimedia Toolbook™, los nodos tienen menos espacio físico que las páginas Web, que normalmente utilizan scroll bars.

4.9. Soporte al modelado del domínio subyacente

En la experiencia realizada, el modelo de objetos propuesto por OOHDM sirvió adecuadamente para modelar el dominio subyacente de las aplicaciones que desarrollamos manteniendo la suficiente generalidad y potencia expresiva.

4.10. Primitivas de diseño y mecanismos de abstracción de alto nivel

En el diseño conceptual, como hemos visto, OOHDM utiliza primitivas de diseño y mecanismos de abstracción de alto nivel ampliamente utilizados y aprobados para esta actividad. En el diseño navegacional, las primitivas que se utilizan son principalmente las clases nodo, enlace, ancla, índices, estructuras de acceso y contextos navegacionales. Estas son clases instanciables, que han probado ser instrumentos adecuados también en otros modelos [GARZ 93, LANGE 94, ISAK 95].

4.11. Transición simple de modelos abstractos al diseño

OOHDM proporciona heurísticas para inducir estructuras navegacionales a partir de las relaciones entre objetos en el esquema conceptual (relaciones de herencia, agregación y relaciones genéricas). Veamos, en la aplicación de la UC, un ejemplo donde se aplica una de las heurísticas:

"**Contexto navegacional derivado de un compuesto:** . . . los nodos compuestos generan un contexto de navegación: el conjunto de las partes del nodo" [ROSSI 96]

En el esquema conceptual tenemos que la *Unidad Pedagódica* tiene una relación de agregación con la clase *Departamento*. Utilizando esta heurística para derivar contextos de navegación, creamos uno que contiene a los departamentos.

Si bien hemos señalado que OOHDM provee estas heurísticas, no podemos dejar de mencionar que las mismas no contemplan mapeos totalmente automáticos entre las distintas actividades de diseño. Si tal mapeo estuviese totalmente definido, entonces, dado un modelo conceptual, estarían especificados "por default" todos los modelos de las siguientes fases de diseño.

4.12. Soporte a la definición de estructuras saludables de navegación

OOHDM ataca el problema de manera frontal. Provee a través de los contextos navegacionales y las estructuras de acceso, los elementos necesarios para una buena y completa especificación de la navegación y, por ende, creemos que OOHDM da soporte adecuado a la creación de estructuras saludables de navegación.

4.13. Soporte a la reutilización

Cuando verificamos la *generalidad*, vimos que OOHDM prevé mecanismos para reutilizar el modelado del dominio. Mas aún, se pueden reutilizar los diseños de navegación y/o de interfaz abstracta para aplicaciones de usuarios similares.

Además, es posible afirmar que el rigor y formalidad, generalidad, modularidad y abstracción verificados en OOHDM proveen la base apropiada, sobre la cual se pueden desarrollar y especificar patrones de diseño de aplicaciones hipermedia.

4.14. Integración con modelos no-hipermedia y otros sistemas computacionales

El modelo de objetos, utilizado en el diseño conceptual y navegacional de OOHDM, es el mismo que se utiliza para el diseño de otros sistemas computacionales. Sin embargo, estas definiciones de las clases navegacionales no se encuentran detalladas en la literatura. Se espera que con el tiempo se vayan definiendo y se creen bibliotecas de las mismas, las que completarían la definición formal del modelo [ROSSI 96].

Con lo visto, hemos verificado que OOHDM provee soporte a la integración con modelos no-hipermedia. Sería razonable pensar que también provee una integración con otros sistemas computacionales, sin embargo, por los alcances del presente trabajo no podemos afirmarlo concerteza.

4.15. Soporte a la comunicación

En el esquema conceptual, el formato gráfico utilizado se basa en una notación ampliamente utilizada, OMT [RUMB 94], con algunas ligeras adiciones. En el esquema navegacional, las clases que representan nodos son cuadrados y los enlaces son representados por flechas. Esto guarda una similaridad visual evidente con las representaciones gráficas tradicionales de aplicaciones hipermedia por medio de grafos dirigidos, por lo tanto debe resultar expresiva para cualquier autor con el más básico entendimiento del área .

Además, hemos verificado previamente que OOHDM incorpora el principio de *Rigor y Formalidad*, siendo esto beneficioso para la comunicación.

Sin embargo, en experiencias con diseñadores gráficos, el formalismo utilizado para la especificación de la interfaz abstracta, los ADVs [COWAN 95], les resultaron difíciles de entender.

4.16. Separación de las diversas actividades de diseño

En nuestra experiencia, la separación de las actividades de diseño propuesta en OOHDM es adecuada. En otras metodologías que hemos utilizado con anterioridad, no se realiza esta separación entre el modelado del domínio y el diseño de la navegación (por ejemplo EORM o HDM). Se pretende que el autor represente el domínio a través de la adecuada estructuración de la navegación. Esto tiene serios inconvenietes:

- No respeta el principio de separación de problemáticas, pues fuerza al autor a realizar dos actividades distintas al mismo tiempo.
- No se da soporte a la reutilización de diseños porque, para diseñar diferentes aplicaciones con un mismo dominio, se debería empezar cada una desde cero. La reutilización del esquema conceptual que realizamos en la aplicación para la UC no se podría haber hecho.

El diseño de interfaz en forma separada abre la posibilidad de que expertos en diseño de interfaces se encarguen de realizar el trabajo, si bien, como vimos, el formalismo de especificación propuesto, los ADVs, quizás no sea el más adecuado.

5. Conclusiones y trabajos futuros

El presente trabajo está abocado a un estudio evaluativo de modelos y metodologías de diseño y desarrollo de aplicaciones hipermedia. Para el efecto, se propone un marco global para realizar la evaluación. Esto no se limita a una base para evaluaciones, sino define un marco en donde se podrá seguir integrando nuevos conocimientos y relacionarlos de manera ordenada. Dicho marco es estructuralmente similar a otros marcos de evaluación utilizados en el estudio de diversas disciplinas informáticas (evaluación de interfaces y varios tipos de testing) y se basa en la definición de una suposición inicial, un conjunto de criterios de evaluación y su aplicación. Los criterios de evaluación fueron definidos en base a una recopilación de condiciones deseables en modelos y metodologías. Además, se presenta un novedoso estudio de las relaciones **influye en** y **afinamiento** entre los distintos criterios de evaluación. Dichas relaciones introducen la posibilidad de una mayor comprensión de los criterios evaluativos propuestos y su relevancia especifica, así como permiten verificar de manera indirecta ciertas propiedades.

El trabajo presenta además un análisis de la aplicación del marco evaluativo propuesto en la evaluación de la metodología OOHDM utilizada en el diseño y construcción de aplicaciones informativas acerca de la Universidad Católica , siendo uno de los objetivos previsto por la evaluación formativa realizada, la identificación de posibles mejoras a la metodología evaluada . En general, verificamos que OOHDM cumple con casi todos los criterios de evaluación aplicados, a excepción del principio de Incrementalidad y de la Transición Simple y Elegante de Modelos Abstractos al Diseño. Posibles mejoras en estos dos aspectos podrían darse a través de la definición de mapeos entre los distintos modelos de diseño y su implementación en una herramienta CASE, lo que, dependiendo de las potencialidades de la herramienta, daría soporte a la generación de prototipos basados en mapeos.

En el futuro, experiencias similares podrán ser realizadas en base al marco evaluativo propuesto apuntando por una parte a la evaluación de OOHDM como herramienta conceptual para el diseño y la construcción de otros tipos de aplicaciones hipermedia, posiblemente integradas a otros sistemas computacionales, y por la otra a la evaluación de otros modelos y metodologías.

Finalmente, nuevos criterios y relaciones entre ellos podrán ser añadidos e integrados al marco evaluativo.

6. Bibliografía

[BOOCH 93] BOOCH, G. "Object Oriented Analysis and Design with Applications". Prentice Hall 1993

[BOEHM 95] BOEHM, B. W. "A Spiral Model of Software Development and Enhancement". IEEE Engineering Management Review, Winter 1995

[BIEBER 95] BIEBER, M.; KACMAR, C. "Designing Hypertext for Computational Applications". Communications of the ACM, Agosto 1995 p.p. 99-107

[CERN 97] CERNUZZI, L.; MARECO, C. "Modeling Hypermidia Systems: a case study". Proceedings of Information Systems Analysis and Synthesis – SCI '97 / ISAS '97, Caracas, Julio 1997

[COWAN 95] COWAN, D.D.; LUCENA, J.P. "Abstract Data Views: an Interface Specification Concept to Enhance Design for Reuse". IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 21, No 3, Marzo 1995

[CHRIS 98] CHRISTODOULOU, S.; STYLIARAS, G.; PAPATHEODOROU, T. "Evaluation of hypermedia application development and management systems". Proceedings of ACM Hypertext Conference 1998 , pp 1-10

[DYKS 93] DYKSTRA, D.J. "A Comparison of Heuristic Evaluation and Usability Testing: The Efficacy of a Domain-Specific Heuristic Checklist". Ph.D. diss., Department of Industrial Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas, 1993

[GAMMA 95] GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. "Design Patterns: Elements od Reusable Object Oriented Software". Addison Wesley, 1995

[GARZ 93] GARZOTTO, F.; PAOLINI, P.; SCHWABE, D. "HDM - A Model-Based Approach to Hypertext Application Design". ACM Transactions on Information Systems, Vol. 11 No. 1, January 1993, p.p. 1-26

[GHEZZI 91] GHEZZI, C.; JAZAYERI, M.; MANDRIOLI, D. "Fundamentals of Software Engineering". Prentice Hall International Editions, New Jersey 1991

[HALA 94] HALASZ, F.; SCHWARTZ, M. "The Dexter Hypertext Reference Model". Communications of the ACM. Vol. 17 No. 2, February 1994, p.p. 30-39

[HARD 94] HARDMAN, L.; BULTERMAN, D.C.A.;VAN ROSSUM, G. "The Amsterdam Hypermidia Model: Adding Time and Context to the Dexter Model". Communications of the ACM. Vol. 17 No. 2, February 1994, p.p. 50-62

[ISAK 95] ISAKOWITZ, T.; STOHR, E.A.; BALASUBRAMANIAM, P. "RMM: A Methodolology for Structured Design". Communications of the ACM. Vol. 38 No. 8, August 1995 , p.p. 34-43

[LANGE 94] LANGE, D. "Developing Hypermidia Information Systems: An Object-Oriented Approach". Proceedings of the 27th Annual Hawaii International Conference on System Science. Volume 3. Los Alamitos, California, January 1994. p.p. 366-375

[MARM 92] MARMANN, M.; SCHLARGETER, G. "Towards a Better Support for Hypermedia Authoring: The HYDESIGN Model". Proceedings of ECHT'92, ACM Press 1992

[NANA 91] NANARD, J; NANARD M. "Using Structured Types to Incorporate Knowledge in Hypertext". Third ACM Conferences on Hypertext Proceedings, Hypertext '91 ed. ACM Press, 1991 p.p. 329-334

[NIELS 94] NIELSEN, J.. "Heuristic evaluation". In NIELSEN, J., and MACK, R.L. (Eds.); "Usability Inspection Methods". John Wiley & Sons, New York, NY 1994

[RAMA 95] RAMAGE, M. "Evaluation of Cooperative Systems: First Year Report". Reporte de Tesis Doctoral. en: http://tina.lancs.ac.uk/computing/research/cseg/projects/evaluation/

[ROSSI 96] ROSSI, G., "An Objet-Oriented Method for Designing Hypermedia Applications". Tesis de Doctor em Informática. Departamento de Informática, Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Brasil. En http://www-lifia.info.unlp.edu.ar/~fer/oohdm/

[RUMB 94] RUMBAUGH, J.; BLAHA, M.; PREMERLANI, W; EDDY, F.; LORENSEN, W., "Object Oriented Modeling and Design". Prentice Hall 1994

[SCHWA 95] SCHWABE, D.; ROSSI, G. "The Object Oriented Hypermedia Design Model". Communications of the ACM. Vol. 38 No. 8, August 1995 , pp. 44-45

[STECH 99] STECHER, R., "Evaluación de un Modelo de Diseño Hipermedial". Tesis de Ingeniería Informática, Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Asunción, 1999

[STOT 89] STOTTS, P. D.; FURUTA R. "Petri-Net-Based Hypertext: Document Structure with Browsing Semantics". ACM Transactions on Information Systems, Vol. 7 No. 1, January 1989, pp. 3-29

[THUR 91] THURING, M.; HAAKE, J.M.; HANNEMANN, J. "What's ELIZA doing in the Chinese room? Incoherent hyperdocuments and how to avoid them". Proceedings of Hypertext '91. ACM Press, New York, 1991, p.p. 161-177

[TOMPA 89] TOMPA, F. W. "A Data Model for Flexible Hypertext Database Systems". ACM Transactions on Information Systems, Vol. 7 No. 1, January 1989, pp. 85-100