

Evaluación de métodos de diseño de aplicaciones Web: un análisis comparativo^{*}

Magalí González^{1,2}, Luca Cernuzzi², Silvia Abrahão¹, Joan Fons¹

¹ Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia, España.

² Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática
Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción
Asunción, Paraguay.

magali@dsic.upv.es, lcernuzz@uca.edu.py, sabrahao@dsic.upv.es,
jjfons@dsic.upv.es

Resumen El incremento en la complejidad de los Sistemas de Información Basados en Web (WIS), hace que cada vez sea más evidente la necesidad de aplicar técnicas ingenieriles al desarrollo de los mismos. A raíz de esto, en estos últimos años han surgido una serie de métodos que permiten modelar y generar aplicaciones Web complejas. Este artículo presenta el refinamiento de un marco de evaluación de métodos para el diseño y desarrollo de aplicaciones Web, y su aplicación a un caso de estudio.

Palabras claves: Sistemas de Información Basados en Web, Marco Conceptual, Métodos de Modelado Conceptual

1. Introducción

La Web ha ido convirtiéndose paulatinamente en una de las interfaces más utilizadas para compartir datos en una red y actualmente tiende a ser la plataforma estándar para una amplia gama de aplicaciones.

Esto implica un incremento en la complejidad de los Sistemas de Información Basados en Web (WIS) y que el desarrollo de los mismos ya no pueda realizarse de manera no estructurada siguiendo el esquema "code and fix". Por esta razón, se vuelve cada vez más evidente la necesidad de aplicar técnicas y enfoques ingenieriles al desarrollo de tales sistemas [14]. En este sentido, en los últimos años se ha asistido a un incremento de propuestas de métodos para estructurar el proceso de diseño y desarrollo de aplicaciones Web [11] [4] [13] [1] [15].

En este estudio se presenta el refinamiento de un marco para realizar evaluaciones de métodos [7] [6] cuyos pasos se presentan sintéticamente a continuación:

Paso 1. Aplicación del paradigma Goal-Question-Metric GQM [16]: el objetivo principal de esta etapa es el de determinar qué es exactamente lo que se desea medir y qué criterios tomar en cuenta para alcanzar los objetivos esperados.

^{*} Esta investigación está soportada por el Programa CYTED, en el proyecto VII.18, WEST y el Proyecto CICYT del programa FEDER, con ref. TIC 1FD97-1102

Paso 2. Especificación de un árbol de atributos [8]: se parte de los resultados obtenidos del GQM para crear un árbol de atributos.

Paso 3. Definición de las relaciones empíricas y medición de atributos: se detalla cada atributo a evaluar, se realizan observaciones que corresponden a relaciones empíricas entre atributos, y posteriormente se realizan las mediciones.

Paso 4. Definición de un tipo de escala normalizada y reglas para realizar el mapeo: en el paso anterior se han identificado fórmulas que permiten realizar mediciones cuantitativas y relaciones empíricas de los atributos definidos en el modelo presentado en el *paso 2*. En este paso se busca definir un tipo de escala normalizada y un conjunto de reglas para mapear los resultados obtenidos en el *paso 3* a la escala numérica normalizada.

Paso 5. Mapeo de las mediciones a la escala numérica normalizada: Esto nos permite realizar un análisis comparativo y operaciones entre los atributos que presenten resultados interesantes.

Paso 6. Medición de atributos indirectos: a partir de la medición indirecta es posible inferir una variable latente o un atributo más general y no directamente observable, por eso se obtienen a partir de la medición de atributos ya definidos. Este paso otorga una visión más general de cómo el método considera ciertos aspectos.

Paso 7. Observación de los resultados finales.

Es posible inferir que los *pasos 1, 2, y 4* son independientes de los métodos a ser evaluados mientras que los *pasos 3, 5, 6 y 7* dependen de cada caso específico.

El aporte principal del refinamiento propuesto se centra en el *paso 2*, dedicado a la especificación del árbol de atributos a ser evaluados, que ha sido refinado para capturar mejor los aspectos característicos y críticos en el diseño y desarrollo de aplicaciones Web. Además, se presenta la aplicación del marco a un caso de estudio centrado en el análisis comparativo de Object Oriented Hypermedia Design Method - OOHDMM [4] [3] y Object Oriented Web Solutions - OOWS [11] [10]. Para el efecto se presenta la aplicación de los *pasos 3, 4, 5 y 6*.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presentan mayores detalles de los pasos comunes del marco con su respectiva justificación; en el capítulo 3 su aplicación a un caso de estudio; en el capítulo 4 se presenta un análisis comparativo de los resultados de la evaluación de los métodos en estudio; finalmente, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones.

2. Una visión refinada del Marco de Evaluación

En esta sección se presentan los *pasos 1, 2, y 4*, ya que como fue mencionado en la sección anterior corresponden a un refinamiento del marco propuesto, y además son pasos independientes de los métodos a ser evaluados.

2.1. Paso 1: paradigma GQM

Objetivo Principal: El objetivo principal de lo que queremos evaluar es: "Resaltar las potencialidades de métodos para el diseño y desarrollo de aplicaciones Web"

Preguntas: Las preguntas que deben ser contestadas a partir del objetivo general son: ¿Cómo clasificar los criterios? ¿Qué criterios son de interés dentro de cada clasificación?

La clasificación de criterios se realizará según aquellos que son más específicos de aplicaciones Web, teniendo en consideración la complejidad de aplicaciones que actualmente se están desarrollando.

Para definir los criterios de interés debemos partir del tipo de aplicación que se desea modelar con los métodos. En este caso corresponden a aplicaciones Web genéricas. Esto implica una serie de problemáticas: "Toda aplicación Web considera aspectos que atañen a aplicaciones hipermediales" [3].

1. Hipermedia: corresponde a una cantidad de información que debe ser recorrida y presentada de acuerdo a las necesidades y preferencias de los usuarios. El desarrollo de aplicaciones hipermedia posee problemas particulares que los diferencian de otras aplicaciones software, como la necesidad de definir estructuras navegacionales sofisticadas, comportamientos interactivos y presentación [12].
2. Lowe nos menciona además tres objetivos principales de las aplicaciones hipermediales [2]:
 - a) Soportar una serie de acciones que resultan a partir de la identificación de la información apropiada
 - b) Soportar una serie de acciones que facilitan el uso efectivo de información
 - c) Soportar una serie de acciones que resultan en el control de la información apropiada

De ambas observaciones podemos deducir que las aplicaciones hipermedia, y por tanto las aplicaciones Web, deben capturar conceptos que modelan información, navegación, y presentación. Por razones de espacio, en este trabajo nos centraremos en aspectos de información y navegación.

2.2. Paso 2: Árbol de atributos

Como consecuencia de las observaciones realizadas en el *paso 1* y en base a experiencias de desarrollo de aplicaciones Web se define el siguiente árbol de atributos que serán evaluados a través de mediciones directas o indirectas.

Es importante aclarar que este árbol constituye un primer intento de especificación de una serie de atributos que consideramos debe capturar la expresividad de una aplicación Web, y los resultados obtenidos en las mediciones no son definitivos, sino que mas bien sirven como un experimento que nos puede ayudar a refinar el árbol en trabajos posteriores. El árbol se presenta en la figura 1.

2.3. Paso 4: Definición de un tipo de escala normalizada

El tipo de escala unificada que se adopta es el *Tipo de Escala Razón* por los siguientes motivos [8]:

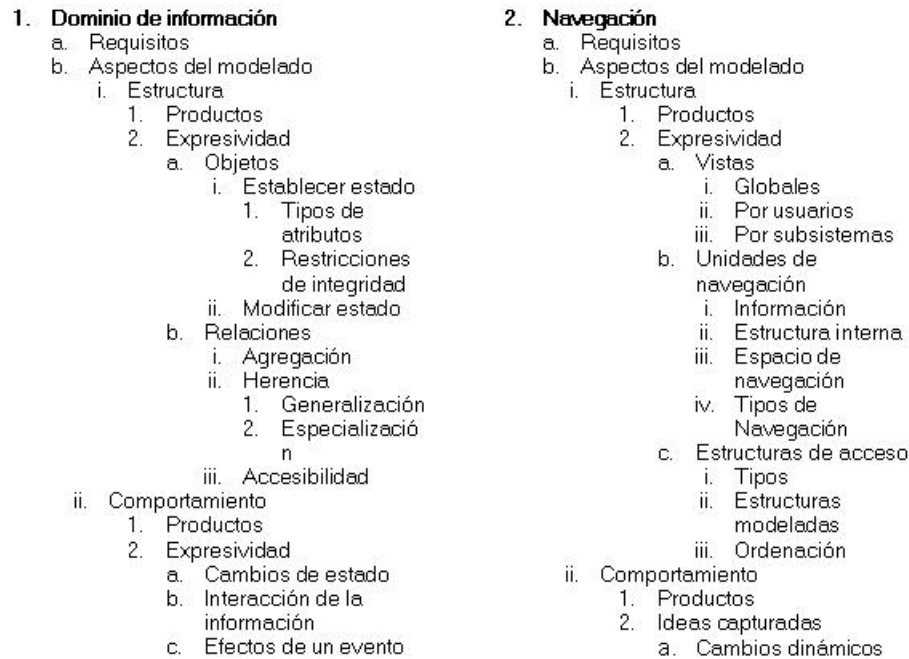


Figura 1. Árbol de atributos

1. Preserva el orden, el tamaño de intervalos y la razón entre las entidades.
2. Todas las operaciones aritméticas pueden ser significativamente aplicadas a las clases en el rango del mapeo.
3. Se asignan a cada atributo valores numéricos en el rango 0 a 10, que se mapean según las siguientes reglas (las reglas de mapeo deben preservar la condición de representación):
 - a) Si el rango está entre 0 y 1 se multiplica por 10
 - b) Si los resultados son binarios (discretos), se asigna 0 a los que no cumplen y 10 a los que cumplen
 - c) Para aquellas mediciones que se realizaron a partir de valores absolutos (conteo) y fórmulas matemáticas, se aplica la regla de tres simples
 - d) Se aplica la regla de tres simple inversa en aquellos casos en donde los resultados obtenidos son inversos a los deseados

Es importante aclarar que las reglas especificadas anteriormente deben conservar la condición de representación, ya que los resultados obtenidos en las relaciones empíricas se deben preservar al realizar el mapeo [8].

3. Evaluación de OOHDM y OOWS

En esta sección se presentan los *pasos 3, 5, 6 y 7*, para lo cual se han seleccionado dos métodos a ser evaluados: OOHDM y OOWS. Una de las razones

principales por la cual han sido seleccionados es que ambos aplican enfoques orientados a objetos, y como opinan algunos autores *las técnicas orientadas a objetos intentan modelar la realidad tal como es, en la cual los objetos son los datos y procesos unidos de forma especial* [8] [5]. Es decir, los métodos orientados a objetos modelan mejor la realidad debido a que:

1. Facilitan el análisis al permitir interpretar la realidad tal y como es, de una manera próxima a los mecanismos cognitivos humanos.
2. Permite reducir la complejidad del sistema a evaluar.
3. Mejora la comunicación con los usuarios y con el equipo de análisis.
4. Permite representar las relaciones existentes entre los elementos constitutivos del sistema.
5. Permite modelar con el mismo énfasis los datos y los procesos.

3.1. Paso 3: Observaciones y mediciones

1. Información

Requisitos

OOHDM: se realiza identificando primeramente los actores y tareas, especificación de escenarios, la especificación de los casos de uso, especificación de diagramas de interacción del usuario (UID), y la validación de casos de uso y los UID.

OOWS: se realiza la definición de la misión de sistema, construcción del árbol de refinamiento funcional, construcción de casos de uso (diagramas de secuencia), construcción de escenarios.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Requisitos	1	0,5	Discreta(1 cumple, 0,5 parcialmente)

Aspectos del modelado - Estructura - Productos

OOHDM: tiene como producto el modelo de objetos que se construye a partir de clases, relaciones y subsistemas.

OOWS: también tiene como producto el modelo de objetos que define la estructura y relaciones estáticas de las clases identificadas en el dominio del problema.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Productos	1	1	Absoluta(cantidad de productos)

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Objetos

OOHDM: las cosas son capturadas a partir de la definición de clases y objetos, compuestos de atributos (simples, complejos y multivaluados), y operaciones.

OOWS: también se usa el concepto de clase y objeto para capturar las cosas del mundo real; con los atributos (constantes, variables, derivados) para especificar el estado, servicios (eventos o transacciones) para modificar el estado, las restricciones de integridad (estáticas o dinámicas) aplicadas a los atributos y las condiciones.

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Objetos - Establecer estado (tipos, restricciones, condiciones)

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Tipos	3	3	Absoluta(cantidad de tipos)
Restricciones	0	1	Discreta(1 modela, 0 no modela)

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Objetos - Modificar estado (operaciones)

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Métodos	1	2	Absoluta(tipos de métodos)

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Relaciones (Agregación, Generalización, Accesibilidad, Especialización)

OOHDM: Las relaciones definidas en este método se clasifican en generalización/especialización, agregación/composición, clase de relacionamiento; y además poseen un tipo y una cardinalidad.

OOWS: Las relaciones estructurales se dividen en agregación (disjunta, flexible, univaluada-multivaluada, estática-dinámica, inclusiva), especialización (temporal y permanente), generalización (disjunta, no-disjunta), y las relaciones de agente que restringe la accesibilidad a los atributos y servicios de los objetos.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Métodos	1	2	Absoluta(tipos de métodos)
Agregación	1	5	Absoluta(tipos)
Generalización	1	2	Absoluta(tipos)
Accesibilidad	0	1	Discreta(0 no modela, 1 modela)
Especialización	1	2	Absoluta(tipos)

Aspectos del modelado - Comportamiento - Productos

OOHDM: no modela el comportamiento.

OOWS: presenta dos productos para modelar el comportamiento. *Modelo Dinámico*: especifica la vida válida de objetos mediante los diagramas de transición de estados y la interacción entre objetos.

Modelo Funcional: se usa para capturar la semántica adjunta a cualquier cambio del estado de un objeto como consecuencia de la ocurrencia de un evento.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Productos	0	2	Absoluta(cantidad de productos)

Aspectos del modelado - Comportamiento - Expresividad (cambios de estado, interacción de la información, efectos de un evento)

OOHDM: no presenta un modelo para el comportamiento.

OOWS: El modelo dinámico presenta los diagramas de transición de estado (DTE) y los diagramas de interacción; en el modelo funcional se establece los efectos de un evento, y las condiciones de evaluación.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Cambios de estado	0	1	Discreta (1 modela, 0 no modela)
Interacción de información	0	1	Discreta (1 modela, 0 no modela)
Efectos de un evento	0	1	Discreta (1 modela, 0 no modela)

2. Navegación

Requisitos

OOHDM: Se realiza a través del diseño de las tareas de navegación utilizando como base el modelo de objetos, los casos de uso, los escenarios, los UID y los patrones de diseño.

OOWS: Se realiza la especificación de requisitos usando casos de usos.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Requisitos	1	0,5	Discreta (1 cumple, 0,5 parcialmente)

Aspectos del modelado - Estructuras - Productos

OOHDM: tiene como producto a los esquemas de clases navegacionales (vista del modelo de objetos para definir la estructura navegacional), esquemas de contexto (define el espacio de navegación de los usuarios a partir de contextos de navegación y estructuras de accesos), y los CRC que corresponden a los cartones de especificación.

OOWS: tiene como producto a los mapas navegacionales (define la estructura navegacional) y los contextos navegacionales (que define la estructura interna de cada nodo navegacional).

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Productos	3	2	Absoluta (cantidad de productos)

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad

OOHDM presenta las siguientes primitivas para los diferentes modelos:

- Clases navegacionales: nodos, atributos (simples, complejos, anclas, índices, derivados), operaciones, ejes (cardinalidad, ordenación, tipo, destino), generalización-especialización (sobrepuesta, disjunta, completa, incompleta), agregación/composición, objetos
- Contextos de navegación: contexto (derivado de clases simples, grupos de clases, enlaces simples, grupos de enlaces, arbitrarios, dinámicos), generalización de contexto, estructuras de acceso (índice, índices dinámicos, con múltiples ordenaciones), cartón de contexto e índice (tipo, elementos, parámetros, clases en contexto, ordenación, navegación, restricciones, operaciones, comentarios, dependencia, influencia), clases en contextos

OOWS presenta las siguientes primitivas para el modelo producido en esta fase:

- Mapa navegacional
- Contexto navegacional: área de contexto (exploración, secuencia), área navegacional, características avanzadas (filtros de población, enlaces navegacionales, estilo de presentación, cardinalidad)

- c) Clases navegacionales: atributos, servicios (enlaces de servicio)
- d) Relaciones: de contexto (atributos de enlace, atributos de contexto, atributos de roles, filtros), de dependencia
- e) Agente conectado
- f) Sesión
- g) Restricción de navegación
- h) Subsistemas

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Vistas (globales, por usuarios, por módulos o subsistemas)

OOHDM: Genera los esquemas de contextos navegacionales y los diagramas de clases navegacionales que permiten identificar una estructura global de la aplicación. Se podrían crear vistas parciales agrupando los contextos a partir de los tipos de usuarios que tienen acceso a los mismos. Las vistas por módulos o subsistemas no las modela de manera explícita, pero en los esquemas de contextos pueden modelarse fácilmente submódulos.

OOWS: Los mapas navegacionales son generados a partir de los agentes, por tal motivo presenta una estructura global para cada agente, pero no para toda la aplicación. Existe la posibilidad de definir de manera explícita los subsistemas a partir de la primitiva *subsistemas*.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Vistas globales	1	0,5	Discreta
Vistas por usuarios	0,5	1	Discreta
Vistas por Subsistemas	1	1	Discreta

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Unidades de navegación (estructura de la información, estructura interna, espacio de navegación, tipos de navegación)

OOHDM: Los nodos navegacionales corresponden a vistas del modelo y representan de forma directa las relaciones 1...1 o de N...1 definidas en el modelo de objetos. Las relaciones 1...N y N...N se modelan definiendo un atributo lista. Los contextos corresponden a un conjunto de objetos y modelan los datos que pueden ser accedidos por el usuario. En cuanto a los tipos de navegación tenemos que las relaciones definidas en el esquema de clases navegacionales de OOHDM siempre implican una navegación.

OOWS: Los contextos de navegación están compuestos de un conjunto de clases con las respectivas relaciones que pueden ser 1...1, N...1, 1...N, N...N. Los contextos están compuestos de clases y relaciones de contexto que permiten visualizar la estructura de información contenida en el contexto. Los filtros de población y cardinalidad definidas en el contexto permiten modelar espacios navegacionales, es decir, el conjunto de datos por el cual el usuario puede navegar. En cuanto a los tipos de navegación tenemos que las relaciones de contexto implican una navegación explícita, y las relaciones de dependencia no implican navegación, pero sí una relación de clases en un contexto.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Estructura de Información	1	1	Discreta
Estructura interna	0	1	Discreta
Espacio	1	1	Discreta
Tipos de navegación	1	2	Absoluta

Aspectos del modelado - Estructura - Expresividad - Estructuras de acceso (tipos, estructuras modeladas, selección de información, ordenación)

OOHDM: Los tipos pueden ser índices (simple), menús (simple), sub-menús anidados (jerárquico), catálogos (dinámico). Para la selección de información utiliza sentencias SQL. Las ordenaciones pueden ser ascendentes y descendentes.

OOWS: Los tipos pueden ser índices (filtros), menús (contextos de exploración), catálogos (filtros), visitas guiadas (contextos secuencia). Los tipos de selección de información son exacto, aproximado y de rango (filtros). Las ordenaciones pueden ser ascendentes y descendentes.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Estructuras modeladas	4	4	Absoluta
Selección de información	1	1	Discreta
Ordenación	1	1	Discreta

Aspectos del modelado - Comportamiento - Productos

OOHDM: Los diagramas de estado son usados para identificar comportamientos en la navegación.

OOWS: No especificado.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Productos	1	0	Absoluta

Aspectos del modelado - Comportamiento - Expresividad (cambios dinámicos)

OOHDM: Con los diagramas de estado pueden modelar cambios en tiempo de ejecución.

OOWS: Las restricciones que pueden ser definidas en las relaciones de contextos permiten modelar cambios en la navegación en tiempo de ejecución.

Atributo	OOHDM	OOWS	Medición
Cambios dinámicos	1	1	Discreta

3.2. Paso 5: Mapeo de las mediciones a la escala numérica normalizada

El mapeo de las mediciones a la escala numérica normalizada podrá observarse en el *paso 6*.

	OOHDM	OOWS
1. Dominio de información.....	6,75	7,5
a. Requisitos.....	10	5
b. Aspectos del modelado.....	3,5	10
i. Estructura.....	7	10
1. Productos.....	10	10
2. Expresividad.....	4	10
a. Objetos.....	5	10
i. Establecer estado.....	5	10
1. Tipos.....	10	10
2. Restricciones.....	0	10
ii. Modificar estado.....	5	10
b. Relaciones.....	3	10
i. Agregación.....	2	10
ii. Herencia.....	5	10
iii. Accesibilidad.....	0	10
ii. Comportamiento.....	0	10
1. Productos.....	0	10
2. Expresividad.....	0	10
a. Cambios de estado.....	0	10
b. Interacción de la información.....	0	10
c. Efectos de un evento.....	0	10
2. Navegación.....	9,8	5,6
c. Requisitos.....	10	5
d. Aspectos del modelado.....	9,55	6,5
i. Estructura.....	9,1	8,05
1. Productos.....	10	6,6
2. Expresividad.....	8,2	9,5
a. Vistas.....	8,3	8,3
i. Globales.....	10	5
ii. Por usuarios.....	5	10
iii. Por subsistemas.....	10	10
b. Unidades de navegación.....	6,25	10
i. Información.....	10	10
ii. Estructura interna.....	0	10
iii. Espacio de navegación.....	10	10
iv. Tipos de navegación.....	5	10
c. Estructuras de acceso.....	10	10
i. Tipos.....	10	10
ii. Estructuras modeladas.....	10	10
iii. Ordenación.....	10	10
ii. Comportamiento.....	10	5
1. Productos.....	10	0
2. Ideas capturadas.....	10	10
a. Cambios dinámicos.....	10	10

Figura 2. Resultados de las mediciones realizadas

3.3. Paso 6: Medición de atributos indirectos

Por cuestiones de espacio presentaremos solamente los cuadros finales de las mediciones realizadas en la figura 2.

Los valores que se encuentran en el nivel más bajo (hojas) del *árbol de atributos* corresponden a las mediciones normalizadas realizadas en el *paso 5*. Los valores obtenidos en los otros niveles se obtienen aplicando la siguiente fórmula matemática:

$${}^1V_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij+1}}{n}$$

¹ V corresponde al valor obtenido, i al nivel del árbol, n el número de atributos del subnivel correspondiente

4. Análisis comparativo de los métodos

El modelo de requisitos para el *dominio de información* y la *navegación* se encuentra fuertemente definido en OOHDM, por tal motivo ha adquirido un puntaje mayor. En este sentido, OOWS actualmente se encuentra definiendo un modelo de requisitos.

En cuanto a los *aspectos del modelado* del *dominio de información* podemos ver que OOWS ha adquirido un mayor puntaje. Esto se debe a que OOWS corresponde a una extensión de un método tradicional orientado a objetos llamado OO-Method [9], que modela de manera mucho mas precisa y profunda aspectos de comportamiento de la aplicación (modelo dinámico y funcional).

En los *aspectos del modelado* de la *navegación* OOHDM ha adquirido un mayor puntaje ya que por un lado, tiene definido un modelo para expresar aspectos dinámicos de navegación (diagramas de estado). Además, OOHDM define un mayor número de modelos para expresar los aspectos navegacionales de la aplicación. Un análisis posterior, y que deseamos realizar con estudios mas profundos y refinados de evaluación de métricas, es dar un peso al hecho de que si el valor obtenido a partir de la medición de un atributo (ej. cantidad de productos obtenidos), implica que ese atributo es mejor catalogado por el método que obtuvo el puntaje mayor.

Ambos métodos son muy potentes, y presentan modelos, y primitivas que cubren los requerimientos de aplicaciones Web, con ciertas diferencias, pero que a partir de una evaluación comparativa, pueden ser catalogados y analizados de una manera mucho mas precisa.

5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado un primer refinamiento de un marco de evaluación de métodos para el diseño y desarrollo de aplicaciones Web [7], y su aplicación a un caso de estudio.

El aporte principal del refinamiento propuesto se ha centrado en la especificación del árbol de atributos a ser evaluados, que ha sido refinado para capturar mejor los aspectos característicos y críticos en el diseño y desarrollo de aplicaciones Web, y la aplicación del marco a un caso de estudio centrado en el análisis comparativo de dos métodos.

Los resultados obtenidos no son definitivos pero pueden ser muy útiles para identificar las semejanzas y diferencias entre ambos métodos.

El propósito de esta investigación es llegar a obtener un árbol de atributos que capture toda la expresividad necesaria para el diseño de aplicaciones Web. Por tal motivo, como trabajo futuro tenemos previsto aplicar el árbol a otros casos de estudio, para refinarlo, y asignar pesos a los atributos para expresar el nivel de importancia necesario.

Referencias

1. Cachero C., Gomez J., and Pastor O. Conceptual Design of Electronic Product Catalogs Using OOH-Method Techniques. In *19th International Conference on Conceptual Modeling (ER'00)*, Salt Lake City, USA, 2000. Springer-Verlag.
2. Lowe D. and Hall W. *Hypermedia and the Web: An Engineering Approach*. Hohn Wiley & Sons Ltd, 1999.
3. Schwabe D. and Rossi D. Developing Hypermedia Applications using OOHDM. In *Workshop on Hypermedia Development Processes, Methods and Models (Hypertext '98)*, Pittsburgh, USA, 1998.
4. Rossi G. *Uma Metodologia Orientada a Objetos para o Projeto de Aplicativos Hipermedia*. PhD thesis, Departamento de Informática da PUC-Rio, 1996.
5. <http://home.earthlink.net/salhir/theobjectorientedparadigm.html>. The Object-Oriented Paradigm, 1998.
6. Cernuzzi L., Rossi G., and Ortiz S. Propuesta de un Marco de Evaluación para Modelos y Metodologías de Desarrollo de Aplicaciones Hipermedia. In *XXV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI99)*, pages 1–12, Asunción, Paraguay, Septiembre 1999.
7. Cernuzzi L. and González M. Evaluación de Metodologías para el Diseño de WIS: la Propuesta de un Framework. In *4th Iberoamerican Workshop on Requirements Engineering and Software Environments (IDEAS'2001)*, pages 91–103, San Juan, Costa Rica, Abril 2001.
8. Fenton N. and Fleeger S. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*. PWS Publishing Company, 1997.
9. Pastor O., Insfrán E., Pelechano V., Romero J., and Merseguer J. OO-Method: An OO Software Production Environment Combining Conventional and Formal Methods. In *9th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'97)*, pages 145–159, Barcelona, Spain, Junio 1997. Springer-Verlag. LNCS (1250).
10. Pastor O., Abrahão S., and Fons J. J. Building E-Commerce Applications from Object-Oriented Conceptual Models. In *Newsletter of the ACM SIGecom Exchanges*, volume 2(2), pages 24–32, Junio 2001.
11. Pastor O., Abrahão S., and Fons J. J. Object-Oriented Approach to Automate Web Applications Development. In *2nd International Conference on Electronic Commerce and Web Technologies (EC-Web'01)*, Munich, Germany, Septiembre 2001. Springer-Verlag.
12. Diaz P., Aedo I., and Panetsos F. Modeling the Dynamic Behavior of Hypermedia Applications. In *IEEE Transactions on Software Engineering*, volume 27(6), pages 550–572, Junio 2001.
13. Ceri S., Fraternali P., and Bongio A. Web Modeling Language (WebML): a Modeling Language for Designing Web Sites. In *WWW9*, volume 33 (1-6), pages 137–157. Computer Networks, 2000.
14. Murugesan S., Deshpande Y., Hansen S., and Ginige A. Web Engineering: A New Discipline for Development of Web Based Systems. In *21th International Conference on Software Engineering*, Los Angeles, USA, Mayo 1999.
15. Isakowitz T., Stohr E., and Balasubramanian P. A Methodology for the Design of Structured Hypermedia Applications. In *Communications of the ACM*, volume 8(38), pages 34–44, 1995.
16. Basili V. and Rombach H. The TAME Project: Towards Improvement Oriented Software Environments. In *IEEE Transactions on Software Engineering*, volume 14(6), pages 758–773, 1988.