

## **5. Ingeniería de Hipermedia: mecanismos para la evaluación y control de Procesos, Artefactos y Recursos**

Desafortunadamente en el campo de Hipermedia la mayoría de los artefactos se están produciendo por medio de una estrategia ad-hoc, no contemplando consecuentemente aspectos tradicionales de la Ingeniería de Software como administración de proyectos, modelado de procesos, establecimiento de métricas, mantenimiento de artefactos, por citar algunos. Sin embargo, como indicamos al final de la sección 2.1 en la comunidad científica se está comenzando a considerar la necesidad de contar con un enfoque amplio de proceso de desarrollo de hipermedia y, principalmente, se está viendo la necesidad de contar con un enfoque ingenieril: esto es, el empleo disciplinado, cuantificable y sistemático de principios de la Ingeniería de Software para la creación, evolución, evaluación y control de artefactos (y otros entes) en proyectos de hipermedia.

En este capítulo afirmamos que todo proceso de software debe velar continuamente por tres objetivos esenciales: desarrollar artefactos de calidad, utilizar los procesos óptimos y emplear los recursos apropiados. Lo anterior da pie para definir cuáles son los atributos y características observables que deben contribuir a la calidad de artefactos, procesos y recursos. Realizaremos una justificación de tal necesidad y mostraremos un listado de esas características en la sección 5.1. En la sección 5.2 presentaremos mecanismos de modelado de proceso que nos serán de utilidad para evaluar, analizar y controlar artefactos, procesos y recursos en el contexto de las metas establecidas de un proyecto de hipermedia. En este capítulo nos introduciremos en el tema de métricas (y heurísticas) en este nuevo campo.

### **5.1 Características deseables de Artefactos, Procesos y Recursos en Proyectos de Hipermedia**

Una de las metas principales en el desarrollo de aplicaciones de hipermedia (como en cualquier otro tipo de desarrollo de software) es producir artefactos de calidad, los que deben estar regidos por un conjunto de atributos deseados y observables, utilizando para tal fin los procesos más óptimos y los recursos más apropiados para esas características. Debemos asegurar los mecanismos por medio de los cuales podemos construir artefactos de hipermedia que cumplimenten tales características a partir del planteo de un conjunto de requerimientos no funcionales.

Podemos ver al desarrollo de hipermedia como al proceso de producir artefactos los cuales contienen una equilibrada mezcla de atributos y características deseadas llevadas a cabo del modo más efectivo posible. Para que el desarrollo sea efectivo, en términos de la relación de compromiso entre calidad de los artefactos y costos de desarrollo, los procesos deben ser administrados de un manera óptima y eficiente.

Para los agentes intervinientes en el ciclo de desarrollo, los atributos representan una serie de restricciones a cumplir por los productos que se están construyendo, los procesos que se están empleando, y los recursos que se están asignando. Para que la descripción del modelo de proceso se complete es preciso definir los características y atributos que representen unidades de medida concreta para observar, retroalimentar, verificar, evaluar, analizar y predecir.

Podemos extraer de los conceptos expresados más arriba tres entes principales: artefactos, procesos y recursos. Por una parte, para comprender al proceso de desarrollo necesitamos comprender primeramente a los productos a ser desarrollados. Los atributos y la funcionalidad de los productos determinarán los atributos y la funcionalidad de los procesos. Para desarrollar procesos óptimos debemos considerar los artefactos a producir en el contexto de un tipo de proyecto y la relación entre actividades, productos y recursos disponibles. Por otra parte necesitamos considerar específicamente características de los procesos y de los recursos. Por ejemplo podemos tener procesos que produzcan un artefacto ideal (que cumplimente atributos de relevancia -de contenido y de enlaces, navegabilidad y nivel de cohesión) pero sea inviable o no factible desde el punto de vista de administración de tiempos y costos.

Lo anterior nos conduce a pensar que el objetivo básico (al menos en proyectos de mediana y gran escala) es tener procesos de calidad que nos aseguren una solución óptima y efectiva en cuanto a costos. De este modo, atributos de los productos, procesos, recursos (y hasta atributos de constructores de proceso), afectarán al proceso de desarrollo en diferentes formas. Para ilustrarlo con un ejemplo obvio pero conclusivo podemos decir que: en el armado de páginas de un sitio Web de una organización, el emplear los mejores expertos del mundo para tareas de diseño y autoría (ente "recurso humano" con atributos de extrema habilidad y experticia), podrá resultar en un sitio Web (artefacto) de muy alta calidad pero prohibitivo en cuanto a costos. De modo que para cualquier proceso de desarrollo se requiere una administrada relación de compromiso entre calidad y costos.

Una de las metas principales en el desarrollo de aplicaciones de hipermedia –que indicamos antes-, como en cualquier otro tipo de desarrollos es producir artefactos de calidad . Por lo tanto, ¿qué implica calidad en Hipermedia? Dado que cualquier desarrollo tiene un costo asociado, podemos considerar a un artefacto de calidad como a una aplicación, componente o documento que tiene una combinación óptima del conjunto de características y atributos deseados balanceados con el costo de cumplimentar con esos atributos. La calidad no es una medida absoluta sino relativa a un proyecto de hipermedia en el contexto de una organización y, en última instancia, al dominio de la aplicación.

La calidad de los artefactos producidos está relacionada con la calidad de los procesos de desarrollo utilizados. La interpretación de calidad como estar en conformidad con procesos estándar, ha llevado a prescribir plantillas de descripción de procesos, guías de estilo, etc. En la figura 5.1 mostramos a un script de proceso a un nivel medio de granularidad para la tarea T (de la figura 4.1).

Es importante tener en cuenta que los estándares pueden proveer una estructura y una guía para producir artefactos de calidad pero por sí solos no garantizan los resultados [Fenton 96]. Procesos de calidad combinados con recursos y constructores de proceso de calidad conducen con mayor probabilidad a resultados de calidad.

**Task Class: Cognitive Criteria Employment, Alias: T**  
**Goal:** to assist the design of Web-based information spaces and their user interfaces by means of cognitive criteria so that it facilitates the quick comprehension of reading hyper-documents by the final user.  
**Super-tasks:** Design Modeling, Authoring Criteria.  
**Subtasks:** Coherence Criteria Employment, Orientation Criteria Employment, Navigation Criteria Employment, and Records of new Findings.  
**Inputs:** Documented Cognitive Criteria, and Physical Models.  
**Outputs:** Document about Coherence Criteria, Document about Orientation Criteria, Document about Navigation Criteria, and Records of new Findings.  
**Input Criteria:** To be in the Development Phase  
**Output Criteria:** Documentation about taken decisions or about new Findings  
**Comments:** 1) One major proposes of reading hyper-documents by the final user is comprehension. In cognitive science, the readability of a document is characterized by the mental effort spent in building the mental model, which represents the objects and relationships of the hyper-document. Thüring et al propose a set of cognitive design issues or criteria that can be used to improve design, and respond to these questions: a) *How to increase local and global coherence?* b) *How to improve orientation?* c) *How to facilitate navigation?* d) *How to reduce additional effort for user-interface adjustment?* They identify a series of ten design issues, and from this, a series of eight principles.  
2) They are independent of any methodology and should be prescribed by any hypermedia process model.

**Figura 5.1** *Script de Descripción de Proceso para la Tarea Cognitive Criteria Employment* (extraído de [Olsina 98]).

Por último, para poder obtener artefactos de calidad se debe planificar, programar y controlar. Consecuentemente la calidad no podrá ser agregada a los artefactos de hipermedia al final del proceso de desarrollo sino que por el contrario se necesitará considerarla durante todo el ciclo de desarrollo; a la calidad se la debe planificar. La calidad es un resultado del proceso, y debe ser un factor directriz del mismo. Podremos direccionar el esfuerzo a realizar en ciertas tareas en una relación de compromiso con respecto a ciertos atributos (por ejemplo relevancia de contenido, navegabilidad y completitud) con el fin de mejorar la calidad de la aplicación final de hipermedia.

En la tabla 5.1 presentamos a un conjunto de características observables de los entes discutidos [Fenton et al 91, Goldberg et al 95] (que derivan en atributos medibles -o potencialmente medibles en algunos casos-, dado el carácter de novel del campo de hipermedia).

Desde el punto de vista de la evaluación, control y mejoramiento de procesos, artefactos y recursos, es preciso realizar mediciones sobre una o varias características. Las observaciones realizadas y los datos recolectados se pueden usar con propósitos de retroalimentación, valoración, predicción y control de las características de los entes. Por una parte, es oportuno recordar estos pares de máximas o principios:

1. *“No se puede medir lo que no se puede comprender”*
2. *“Si no se sabe dónde se está parado, un mapa no ayuda”*
3. *“Lo que no se puede medir no se puede controlar sistemáticamente”*
4. *“No podemos mejorar algo a menos que podamos medirlo”*

y, por otra parte, es importante recordar que una medida es un valor numérico computado a partir de un conjunto de datos observables y consistentes con la intuición, y para que tenga valor debe poseer las siguientes características:

- La medida debe ser robusta: el cálculo es repetible e insensible a pequeños cambios en el entorno, herramientas y observadores.
- La recolección de los datos debe soportar los principios de objetividad científica.
- La medida debe establecer escalas y límites
- La medida debe ser relevante respecto al proceso, producto o recurso
- Los datos deben ser fáciles de recolectar y validar

**Tabla 5.1** Características observables, internas y externas de los entes Artefacto, Proceso y Recurso

Ente	Atributo	Interno (Objetivo)	Externo (Subjetivo)
<b>Artefacto</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevancia (de contenido, de enlaces)</li> <li>• Nivel de cohesión o fragmentación, organización de conceptos (a nivel local – agrupamiento de los componentes (atributos, nodo o página) en un contexto de navegación, y a nivel global –entre contextos o aplicaciones diferentes)</li> <li>• Completitud</li> <li>• Acoplamiento (entre contextos)</li> <li>• Reusabilidad</li> <li>• Cantidad de defectos (por ej. Nodos destino ausentes, enlaces a tipo de nodos inválidos, etc.) , frecuencia</li> <li>• Tamaño (cantidad de nodos, cantidad de enlaces por nodo, cantidad de atributos por nodo)</li> <li>• Complejidad (del grafo de nodos, centralidad, nivel de interconexión,etc.)</li> <li>• Nivel de Documentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegabilidad (nivel de interconexión, distancia, orientación, camino, etc.)</li> <li>• Confiabilidad (alcanzabilidad de los nodos destino, validez de los enlaces, etc.)</li> <li>• Mantenibilidad</li> <li>• Usabilidad (autoevidencia de los objetos presentados, mecanismos de búsqueda, mecanismos de índices, anotaciones, interfaces, etc.).</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Calidad</li> <li>• Nivel de Satisfacción</li> <li>• Legibilidad (del hiperdocumento)</li> </ul>
<b>Proceso</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad (para incorporar descripciones de proceso alternativas, instanciable en varios proyectos), escalabilidad</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Completitud</li> <li>• Esfuerzo</li> <li>• Relevancia (de contenido)</li> <li>• Reusabilidad</li> <li>• Cantidad de defectos, frecuencia</li> <li>• Repetitividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo</li> <li>• Calidad</li> <li>• Estabilidad</li> <li>• Mantenibilidad</li> <li>• Comprensibilidad</li> <li>• Performance</li> </ul>
<b>Recurso</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad (de un agente humano)</li> <li>• Años de Experiencia</li> <li>• Tamaño (de un equipo de trabajo)</li> <li>• Nivel de Comunicación</li> <li>• Nivel de Estructuración</li> <li>• Velocidad (en hardware, etc.)</li> <li>• Capacidad de Memoria</li> <li>• Temperatura (en una oficina)</li> <li>• Luz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo (por ej. precio de un agente humano, en función de la habilidad y años de experiencia)</li> <li>• Productividad</li> <li>• Calidad</li> <li>• Usabilidad</li> <li>• Nivel de Confort</li> </ul>

Desafortunadamente en el área de hipermedia hasta el presente, hay muy pocas métricas investigadas (por ej. las más formalizadas son las contenidas en [Botafogo et al. 92] que han realizado estudios sobre métricas estructurales, respecto a complejidad, de grafos de nodos y enlaces), y, de las métricas existentes en hipermedia, falta la experiencia suficiente para interpretarlas de manera que sean relevantes, efectivas, al mismo tiempo que fáciles de recolectar y validar (considere por ejemplo las métricas de relevancia de contenido y enlaces, siendo ésta característica tan importante en aplicaciones de soporte a la educación y aprendizaje).

En la tabla anterior hemos seguido algunos criterios existentes en cuanto a la categorización de las métricas, y hemos dividido a las características o atributos de los entes, en internos (objetivos) y externos (subjetivos, es decir, características de los entes relacionados a un sujeto o agente). Algunas de las características de la tabla requieren mayor investigación (que no es el objetivo de esta tesis profundizar en ellas).

En la siguiente sección veremos mecanismos para seleccionar métricas en función de metas y objetivos particularmente el enfoque GQM (Goal-Question-Metric approach) [Basili et al. 84, 94]. Dado un conjunto de metas del proyecto (con ciertas características, seleccionadas de la tabla), debemos realizar un conjunto de preguntas relevantes y, en función de esto elegir las métricas que mejor interpreten a las preguntas. Los resultados deben servir para mejorar procesos (artefactos, recursos), para analizar, predecir, controlar.

Con objetivos similares podemos utilizar a las Plantillas de Calidad (Quality Templates) [Gilb 88] como una herramienta necesaria para especificar atributos mesurables (y los prerequisites previos a la medición) para un proyecto específico.

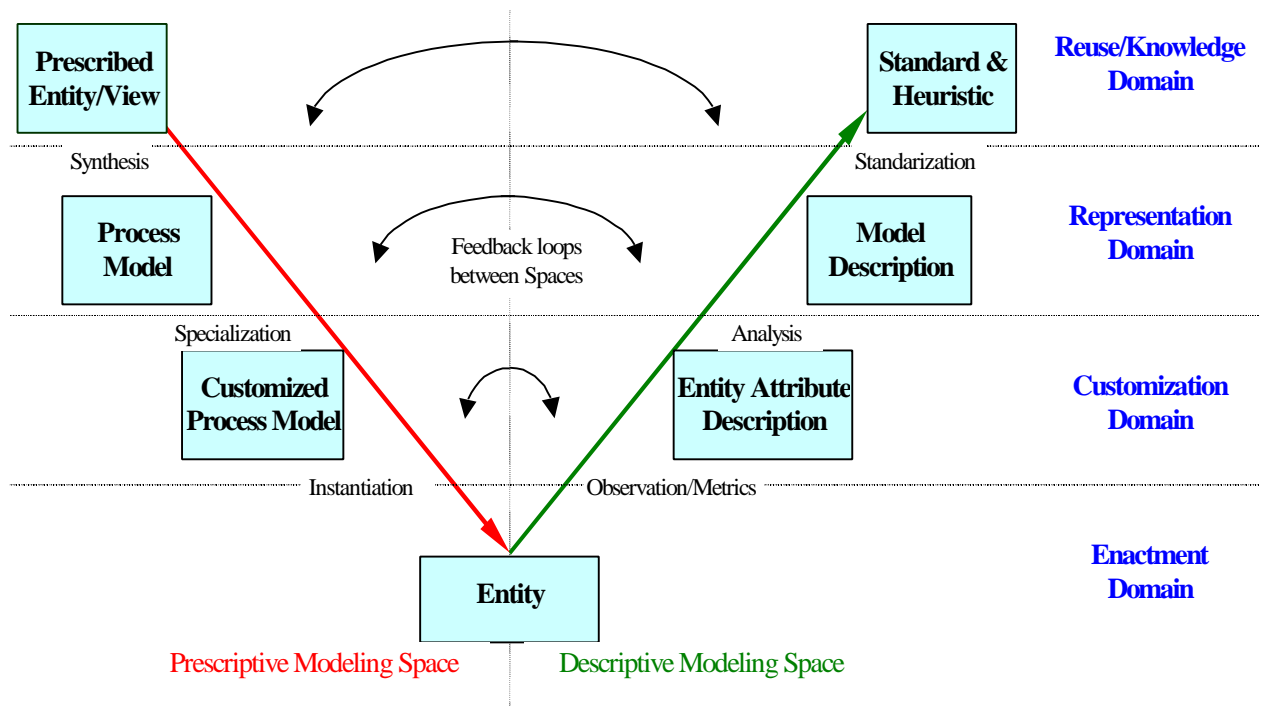
Sin embargo, debemos contar primero con una estructura conceptual, que integre enfoques descriptivos y prescriptivos de modelado de procesos en el cual el modelado se deba llevar a cabo (para algunos o todos de los entes representados en el modelo conceptual, discutido en el capítulo 3). Este tipo de estructura conceptual, particularmente en el campo de Hipermedia, es la que estamos construyendo en base a la experiencia previa de la Ingeniería de Software, que es muy amplia, y en base a la experiencia más reciente en este nuevo campo, con sus metodologías, técnicas y heurísticas.

## **5.2 Enfoque de Modelado de Procesos para evaluar, analizar y controlar Artefactos, Procesos y Recursos**

### 5.2.1 Estructura integradora para enfoques descriptivos y prescriptivos.

Como indicamos previamente uno de los objetivos básicos del Modelo de Proceso Flexible de Hipermedia es tratar de prescribir un conjunto de submodelos y, con respecto a la vista funcional, prescribir a un conjunto de tareas para las distintas fases. En el capítulo 4 nos centramos principalmente en la fase de desarrollo, representando tareas con el propósito de comunicar y comprender aspectos del proceso. No obstante el modelo de proceso debe servir también al objetivo de mejoramiento de los procesos.

Para lograr ambos objetivos, vemos a la tarea de diseñar a un modelo de proceso como un espacio de trabajo bidimensional, con espacios de retroalimentación, esto es, observar y estudiar procesos de desarrollo de hipermedia existentes y abstraer y prescribir procesos deseados. En la figura 5.2 representamos una estructura conceptual de enfoques descriptivos y prescriptivos para el modelado de procesos.



**Figura 5.2** Relación entre espacios y dominios de modelado descriptivo y prescriptivo.

Para explicar en principio esta relación entre espacios y dominios de modelado prescriptivo y descriptivo nos será de utilidad los conceptos y terminología usada por Lonchamps (que transcribimos en su lenguaje original).

*“People dealing with software processes may adopt two different attitudes of mind:*

- *Descriptive: they study existing processes to answer the question “how software is (or has been) actually developed?”*
- *Prescriptive: they define desired processes to answer the question “how software should be developed?”...”*

En ambas actitudes, prescriptiva y descriptiva, los ingenieros de procesos deben apuntar a:

- *“Expressing: the actual or desired process is just described more or less formally for understanding, communication, education, reuse, or standardization.*
- *Analyzing: the description of the actual or desired process is studied through more or less formal techniques (such as validation, e.g. simulation, or property verification) for a deeper understanding, comparisons, improvement, impact analysis, or forecasting. “*  
[Lonchamps 93].

### **5.2.2 Mecanismos de modelado de procesos para enfoques descriptivos.**

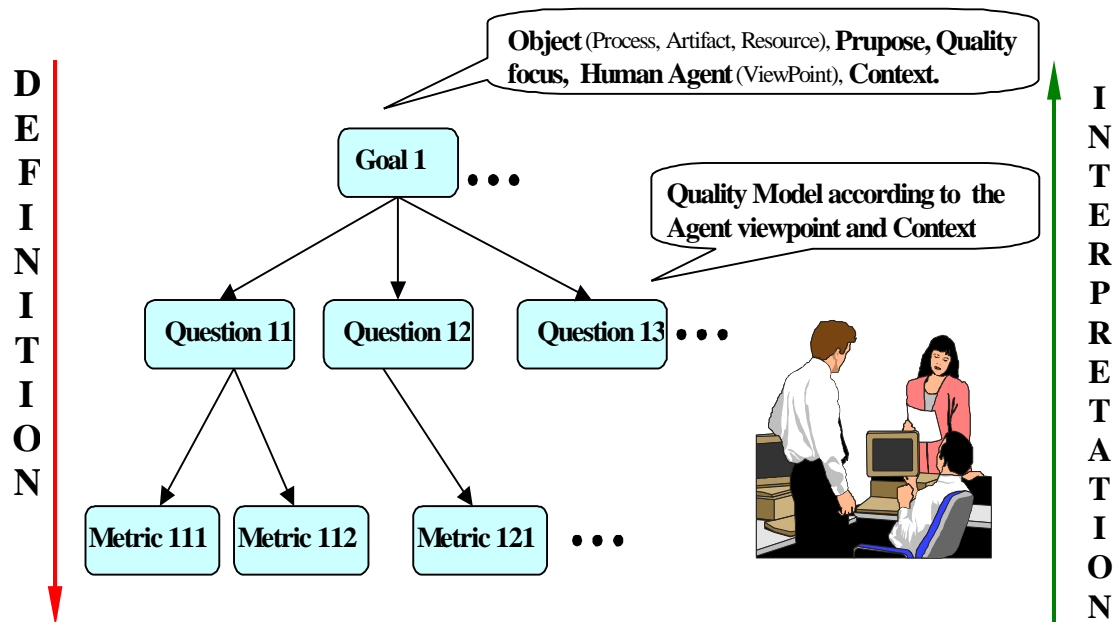
Como indicamos previamente, los datos recolectados de las mediciones una vez interpretados son útiles para valorar, predecir, y controlar alguna de las características de los artefactos, procesos o recursos. A partir de la interpretación y análisis de los datos las métricas proveen de un modo sistemático, el aprendizaje de la experiencia pasada o reciente para aplicarlo a los procesos, artefactos y recursos de un proyecto actual o a situaciones futuras.

Ahora la pregunta es, a partir de qué enfoque o estrategia seleccionamos las características observables (relevancia de enlaces y contenido, navegabilidad, etc.) y en qué contexto las analizamos e interpretamos? De acuerdo a investigaciones realizadas las métricas para que sean efectivas deben estar focalizadas hacia metas específicas, aplicadas a todo el ciclo de vida de los entes e interpretadas en función de la comprensión del contexto organizacional [Basili et al. 94]. Esto implica que las mediciones se deben definir bajo una estrategia de arriba hacia abajo (top-down).

El enfoque GQM (Goal-Question-Metric approach) responde a esa estrategia, esto es, deriva mediciones a partir de metas (goals). Dado un conjunto seleccionado de metas del proyecto en el contexto de una organización (teniendo en cuenta las características y atributos deseables de los artefactos, productos y recursos), se construye y refina un conjunto de preguntas (questions) para cada meta y, en función de cada pregunta se eligen las métricas (metrics)



apropiadas. Los resultados de las interpretaciones pueden servir para analizar, comprender y mejorar procesos, productos y recursos (para alimentar principalmente al enfoque descriptivo de modelado de procesos), como así también con propósitos de ganar control en la administración de proyectos y con propósitos de predicción.



**Figura 5.3** Estructura Jerárquica del Enfoque Goal-Question-Metric. Las flechas representan dos estadios relevantes del proceso: el de definición y el de interpretación.

En la figura 5.3 se pueden apreciar los componentes del modelo conformando una estructura jerárquica. A seguir describimos de un modo informativo, los tres niveles del modelo GQM [Basili et al. 94]:

- ✓ *Nivel Conceptual* (Meta): una meta se define para un ente u objeto, para uno o varios propósitos u objetivos, con respecto a modelos de calidad (características), para algún agente humano en cumplimiento de algún rol (punto de vista), en algún contexto particular.
- ✓ *Nivel Operativo* (Pregunta): se refina un conjunto de preguntas a partir de una meta, identificando el objeto de medición con respecto a características de calidad seleccionadas para un punto de vista.
- ✓ *Nivel Cuantitativo* (Métrica): se refina un conjunto de métricas para cada pregunta, de modo de responder a cada una de ellas de un modo cuantitativo (conjunto de datos recolectados a partir de atributos observables -atributos internos u objetivos, externos o subjetivos).

Para ilustrar con un ejemplo el empleo de este enfoque y teniendo en cuenta una meta propia del campo de Hipermedia, supongamos que la misma consiste en "Mejorar la navegabilidad de un hiperdocumento desde el punto de vista del usuario final" se pueden formular preguntas y a partir de éstas refinar métricas. En la tabla 5.2 presentamos una plantilla para capturar esta información conforme al esquema antes discutido.

**Tabla 5.2** Plantilla para registrar Metas, Preguntas, Métricas y Comentarios

<b>Meta 1</b>	
<b>Propósito u Objetivo</b>	<i>Mejorar</i>
<b>Característica o Atributo</b>	<i>Navegabilidad</i>
<b>Objeto (tipo)</b>	<i>Hiperdocumento (artefacto)</i>
<b>Agente asignado a un rol</b>	<i>Usuario final</i>
<b>Pregunta</b>	
<b>P11</b>	<i>Cuál es el nivel de interconectividad apropiado entre nodos pertenecientes a un grafo de hipermedia?</i>
<b>Métrica</b>	
<b>Me111</b>	<i>Nivel de Interconexión (NI) = (Max - Suma) / (Max-Min) Max = (n<sup>2</sup>-n) * K n= cant. de nodos del grafo K=constante superior a la cantidad de nodos Min= (n<sup>2</sup>-n) Suma representa a la suma total de distancias tomadas a partir de la matriz de distancias convertidas (con el factor K) Suma=<math>\sum_i \sum_k D_{ik}</math> en donde <math>D_{ik}</math> representa la distancia entre los nodos ik</i>
<b>Me112</b>	<i>Evaluación subjetiva del prototipo (en revisión conjunta con el usuario final) para validar interconexión entre nodos.</i>
<b>Pregunta</b>	
<b>P12</b>	<i>Cuál es el nivel de alcanzabilidad óptima entre dos nodos?</i>
<b>Métrica</b>	
<b>Me121</b>	<i>Distancia mínima (dado que pueden existir caminos alternativos para alcanzar dos nodos, se requiere verificar todos los caminos que permitan navegación entre los mismos)</i>
<b>Me122</b>	<i>Distancia mínima promedio</i>
<b>Me123</b>	<i>Desviación estándar (dada la distancia mínima promedio con respecto a cierto umbral)</i>

<b>Comentarios</b>	
<b>M1.1</b>	<i>El objetivo de <b>Mejorar</b> está inserto en el contexto de un modelo de calidad a seguir para el proyecto y organización.</i>
<b>M1.2</b>	<i>Respecto a la característica de <b>Navegabilidad</b> se puede ver afectada por aspectos tales como el grado de conexión entre nodos de un contexto navegacional; la existencia de caminos apropiados entre dos nodos intervinientes (por ej. la distancia más corta a partir de una deseada) y por la facilidad de alcanzarlos (orientación, ajuste de interface).</i>
<b>M1.3</b>	<i><b>Hiperdocumento</b> Es un documento con propiedades de hipertexto (o hipermedia)</i>
<b>Me111.1</b>	<i><b>NI</b> se refiere al grado de interconexión de nodos de un grafo (o estructura) de hipermedia. Es un valor entre 0 y 1 en donde cero implica que no hay conexiones entre nodos y uno implica conexión total. La experiencia y el análisis recomienda como apropiado (según Botafogo et al. 92) un rango entre 0.3 y 0.8.</i>
<b>Me112.1</b>	<i>Demasiados anchors en los nodos (y sus enlaces asociados a nodos destinos) puede indicar un hiperdocumento pobremente organizado.</i>

### 5.2.3 Comentarios relacionados.

Otro aspecto preponderante en el enfoque GQM es la interpretación de los datos capturados en función de las preguntas a partir de las cuales se derivaron esas medidas. Por ejemplo para la métrica M111 la podemos interpretar como una valoración de la complejidad de enlaces (ponderada) entre nodos de un grafo. Desde el punto de vista del usuario una muy alta interconexión indicará que cada nodo tiene muchos puntos de partida y enlaces a nodos intermedios o destinos. Esto puede atentar contra la calidad del producto (en el atributo de navegabilidad) al permitir elegir potencialmente al mismo tiempo diversos destinos, pudiendo desorientar al usuario. En un hiperdocumento totalmente interconectado el usuario no tiene un camino bien estructurado para seleccionar un artículo o completar un concepto distribuido en varios nodos. El caso opuesto también es generalmente un indicio de mal diseño.

En la introducción de este capítulo afirmamos que todo proceso de desarrollo de software debe

velar continuamente dado un contexto por tres objetivos esenciales: construir artefactos de calidad, utilizar los procesos óptimos y emplear los recursos apropiados. Esto nos permite definir cuáles son las características y atributos observables que deben contribuir a la calidad de artefactos, procesos y recursos. Mediante el enfoque GQM (y otras herramientas más específicas como las Plantillas de Calidad), podemos definir y planificar situaciones deseadas, que por medio de la recolección de datos relevantes nos permitan evaluar, controlar y en definitiva mejorar procesos, artefactos y recursos.

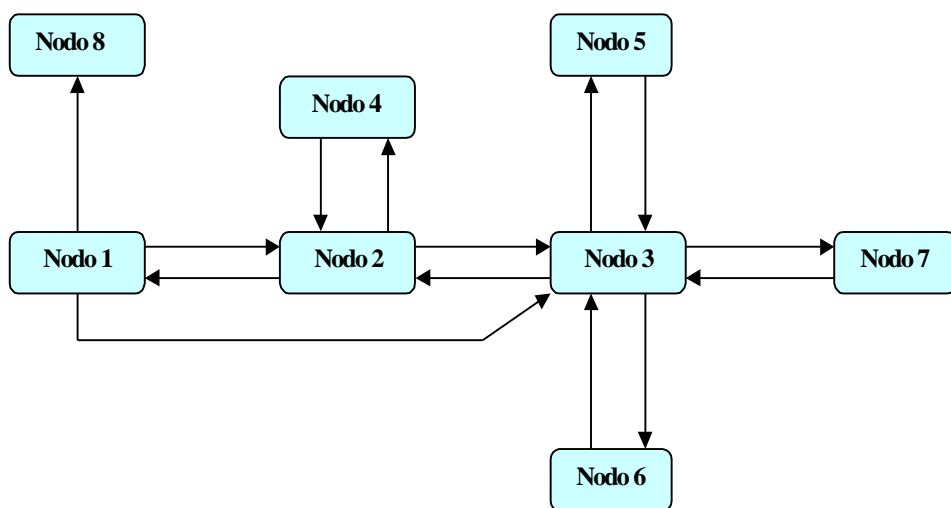
Finalmente identificaremos a un conjunto de metas que pueden ser consideradas en proyectos de hipermedia (formulando sólo el nivel conceptual del modelo GQM). La siguiente lista no pretende ser de ningún modo extensiva:

- ✓ *Evaluar la relevancia y completitud del contenido de un hiperdocumento* -**Propósito:** *Evaluar* **Característica o Atributo:** *Relevancia y Completitud de contenidos* **Objeto (tipo):** *Hiperdocumento (artefacto)*
- ✓ *Reducir costos durante las tareas de requerimientos, diseño y autoría* -**Propósito:** *Reducir* **Característica o Atributo:** *Costo* **Objeto (tipo):** *Tareas de requerimientos, diseño y autoría (proceso)* **Comentario:** *Esta meta se puede refinar en principio en tres submetas, relacionadas a los tres procesos*
- ✓ *Mejorar el personal en el diseño gráfico de páginas Web* -**Propósito:** *Mejorar* **Característica o Atributo:** *Habilidad (diseño gráfico en la Web)* **Objeto (tipo):** *Personal (recurso)*
- ✓ *Maximizar el reuso de componentes en la fase de desarrollo* -**Propósito:** *Maximizar* **Característica o Atributo:** *Reusabilidad* **Objeto (tipo):** *Componentes (artefacto)*
- ✓ *Mejorar la confiabilidad en la navegación del hiperdocumento* -**Propósito:** *Mejorar* **Característica o Atributo:** *Confiabilidad* **Objeto (tipo):** *Hiperdocumento (artefacto)*
- ✓ *Mejorar la performance en actividades de autoría para generar enlaces apropiados* -**Propósito:** *Mejorar* **Característica o Atributo:** *Performance* **Objeto (tipo):** *Actividades de autoría (proceso)*

### **5.3 Aspectos relacionados al Proyecto “Facultad de Ingeniería”**

En la sección 2.4.1 presentamos el trabajo de autoría utilizado en esta tesis para ejemplificar distintos aspectos, el cual se construyó con el modelo de proceso de hipermedia. La aplicación representa una vista del modelo conceptual de un SIA (fig. 4.9) y el perfil del usuario considerado es el del estudiante.

Primero determinamos el alcance del trabajo de autoría a producir y capturamos preliminarmente (en una semana y media) un conjunto de requerimientos iniciales. Se analizó la factibilidad de introducir la aplicación final en un medio de almacenamiento masivo como CD-ROM (año 1995). Las decisiones de planificación consistieron en fijar estrategias y objetivos de desarrollo, en elegir los constructores de proceso y herramientas, el tipo de usuarios que participarían en las demostraciones (en las primeras iteraciones del PRF participaron dos estudiantes y una autoridad académica; y en las demostraciones del prototipo evolutivo participaron grupos de cinco personas), y, entre otros aspectos, el modelo de calidad a seguir.



**Figura 5.4** Estructura o grafo de nodos del contexto “Ubicación”

A la segunda semana comenzamos a prototipar la presentación animada y la clase “*EnteFacultad*” (figs. 2.2 y 2.3a); paralelamente comenzamos a estudiar dos contextos navegacionales “Ubicación” y “Carreras” distribuyendo el trabajo en dos subgrupos. El total de personas integrantes del equipo fueron cuatro (no considerando en este número a los usuarios participantes).

En cuanto a los atributos de calidad planteados dentro de los requerimientos no funcionales, se encontraban la usabilidad (mecanismos de índices, visitas guiadas, recorrido histórico, ajuste de interface) y aspectos de navegabilidad, entre otras características.



Para ilustrar con un ejemplo el empleo del enfoque GQM tratado en la sección anterior y, teniendo en cuenta que nos propusimos como meta mejorar la navegabilidad de la aplicación desde la perspectiva del estudiante, nos formulamos preguntas para luego observar y analizar el nivel de navegabilidad de los contextos de navegación. Por ejemplo, previo al desarrollo del prototipo del contexto “Ubicación” especificamos una estructura de navegación tentativa y mecanismos de recorrido de los nodos. El grafo resultante es el mostrado en la figura 5.4.



Figura 5.5 a) Implementación del nodo 1 -ver fig. 5.4- del contexto “Ubicación” ; b) Implementación del nodo 2



Figura 5.6 a) Implementación del nodo 3 -ver fig. 5.4; b) Implementación del nodo 8, correspondiente al primer nodo del contexto “Carreras”

Si observamos los nodos y enlaces del grafo de la figura 5.4, encontraremos varias de las correspondencias con objetos de las pantallas mostradas en las figuras 5.5 y 5.6. Los botones “La Pampa” y “Gral. Pico” de la fig. 5.5a son los anchors que conducen a los nodos 2 (fig. 5.5.b) y 3 (fig. 5.6.a) y el texto en rojo (o anchor) de la misma figura conduce al nodo 8 (fig 5.6.b). Asimismo podemos apreciar los controles de navegación direccional “anterior” y

“siguiente”, que se corresponden al doble enlace entre nodos del grafo.

En la tabla 5.3 presentamos una plantilla para volcar preguntas y métricas conforme a la meta planteada: "Mejorar la navegabilidad de la aplicación Facultad de Ingeniería desde la perspectiva del estudiante".

**Tabla 5.3** Plantilla para registrar Metas, Preguntas y Métricas específicas al proyecto Facultad de Ingeniería

<b>Meta 1</b>	
<b>Propósito u Objetivo</b>	<i>Mejorar</i>
<b>Característica o Atributo</b>	<i>Navegabilidad</i>
<b>Objeto (tipo)</b>	<i>Aplicación Facultad de Ingeniería (artefacto)</i>
<b>Agente asignado a un rol</b>	<i>Estudiante</i>
<b>Pregunta</b>	
<b>P11</b>	<i>Cuál es el nivel de interconectividad entre nodos pertenecientes a cada contexto de navegación interviniente?</i>
<b>Métrica</b>	
<b>Me111</b>	<i>Nivel de Interconexión (NI) = (Max - Suma) / (Max-Min)</i>
<b>Me112</b>	<i>Validación subjetiva del prototipo en revisión conjunta con el usuario final (estudiante) para evaluar el nivel de interconexión entre nodos (para cada contexto navegacional).</i>
<b>Pregunta</b>	
<b>P12</b>	<i>Cuál es el nivel de alcanzabilidad óptima entre dos nodos no superior a un umbral?</i>
<b>Métrica</b>	
<b>Me121</b>	<i>Distancia entre dos nodos no superior a cuatro saltos</i>
<b>Me122</b>	<i>Distancia mínima promedio</i>
<b>Comentarios</b>	
<b>M111.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>El valor determinado para el grafo correspondiente al contexto “Ubicación” es de 0,75 (ver fig. 5.4).</i></li> <li>✓ <i>El valor determinado para el grafo correspondiente al contexto “Carrera” es de ...</i></li> </ul>

Para la formulación de la pregunta P11 encontramos dos métricas de cuyo análisis (de los valores recolectados, principalmente para la métrica M111), nos permite realizar una

evaluación de los objetivos fijados con mayor rigor científico. La métrica M112 consistió en una validación del prototipo en las sesiones de demostración previstas para evaluar el nivel de interconexión entre nodos (para cada contexto navegacional). Además las sesiones se utilizaron para evaluar la relevancia de contenidos y enlaces, y la usabilidad del prototipo.

En este trabajo presentamos en la figura 5.7 el valor determinado de nivel de interconexión de nodos del contexto “Ubicación” conforme al grafo visto (esto se puede hacer extensivo a los contextos de navegación restantes).

<b>A</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Nodo</b>	<b>Suma</b>	<b>Centralidad</b>
<b>Desde</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Fila</b>		
<b>Nodo 1</b>	0	1	1	2	2	2	2	1	11	0,067	
<b>Nodo 2</b>	1	0	1	1	2	2	2	2	11	0,067	
<b>Nodo 3</b>	2	1	0	2	1	1	1	3	11	0,067	
<b>Nodo 4</b>	2	1	2	0	3	3	3	3	17	0,103	
<b>Nodo 5</b>	3	2	1	3	0	2	2	4	17	0,103	
<b>Nodo 6</b>	3	2	1	3	2	0	2	4	17	0,103	
<b>Nodo 7</b>	3	2	1	3	2	2	0	4	17	0,103	
<b>Nodo 8</b>	9	9	9	9	9	9	9	0	63	0,384	
<b>Suma Total</b>									<b>164</b>		

$$K = 9; n = 8$$

$$\text{Max} = (n^2 - n) * K = 504$$

$$\text{Min} = (n^2 - n) = 56$$

$$NI = (\text{Max} - \text{Suma}) / (\text{Max} - \text{Min}) = 0,75$$

**Figura 5.7** Matriz de Distancias Convertidas entre nodos del grafo de la fig. 5.4 y valor calculado de Centralidad y Nivel de Interconexión

De la interpretación de estos datos y de las demostraciones conjuntas efectuadas con los usuarios finales, se determinó que el nivel de interconectividad es el adecuado para este tipo aplicación. (Recordar que NI es un valor que va en un rango entre 0 y 1 en donde cero implica que no hay conexión entre nodos y uno implica conexión total. La experiencia y el análisis recomienda como apropiado un rango entre 0.3 y 0.8, dependiendo del tipo de aplicación de hipermedia).