

Capítulo 7

Modelo de test semántico y sintáctico

En la actualidad como comentado en los Capítulos 4 y 5, las comunidades académica y empresarial están continuamente proponiendo herramientas de soporte (e.g. modelos de test) usadas en la identificación de errores y problemas relacionados con la producción y el uso de aplicaciones multimedia. Sin embargo, dichas herramientas son, en la mayoría de los casos, muy generales al entorno socio-cultural para el cual han sido desarrolladas.

Ante esto, ha sido necesario la definición de un modelo de test que soporte casos específicos (e.g. aplicaciones multimedia usadas en educación a distancia).

Este capítulo presenta el modelo de test propuesto como una herramienta de soporte usada durante el desarrollo de aplicaciones multimedia usadas en educación y formación a distancia. Además, se presenta una discusión sobre su concepción, diseño y aplicación.

7.1 Introducción

Después de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre usabilidad, se llevó a cabo un estudio sobre los test de verificación, validación y usabilidad. En dicho estudio se ha presentado una discusión sobre los métodos, las fases y la naturaleza de los test visando el diseño de un modelo de test capaz de identificar errores y problemas relacionados con la producción y el uso de aplicaciones multimedia usadas en el entorno de la educación a distancia.

En este contexto, se propone el Modelo de Test Semántico y Sintáctico (SSTM¹). La concepción del modelo SSTM se basa en la naturaleza de los test (i.e. la semántica y la sintaxis) respecto al grado de aprendizaje del usuario. Es decir, por intermedio del modelo SSTM es posible indicar los valores semánticos y sintácticos de los problemas a partir de los test (verificación, validación y de usabilidad) desempeñados en aplicaciones multimedia para la educación a distancia que interfieren en el aprendizaje del usuario.

El objetivo principal del modelo SSTM es definir la aceptabilidad y la usabilidad de un producto (i.e. aplicaciones multimedia en formato CD-ROM) y/o servicio (i.e. aplicaciones multimedia en formato WEB) a través de procesos de test. De este modo, el equipo de desarrollo será capaz de mejorar las aplicaciones multimedia desde la fase inicial hasta la fase final del proyecto, incluyendo el producto final y/o los servicios.

Los trabajos anteriores presentados por Pereira y Monguet (2000c; 2000a; 2000b) han sido utilizados como material de apoyo del presente capítulo.

¹SSTM es el acrónimo del nombre del modelo en inglés: Semantic and Syntactical Testing Model

7.2 Concepción del modelo SSTM

Usando el estudio taxonómico de la naturaleza de los test (véase Sección 6.1 del Capítulo 6, página 174) como punto de partida, se ha diseñado la primera estructura del modelo SSTM (Pereira y Monguet, 2000a; 2000b). Ésta versión ha sido aplicada al curso *Graduado Multimedia a Distancia* en formato CD-ROM, lo que ha permitido precisar los criterios de evaluación de usabilidad definidos durante el estudio taxonómico.

Considerando la utilización sistemática del modelo SSTM a otras aplicaciones multimedia con distintos formatos y estructuras, se observa la necesidad de refinamiento del modelo. Por tanto, se realizan algunos cambios en la estructura esquemática inicial (e.g. el incremento de criterios de evaluación y el desarrollo de herramientas de apoyo).

7.3 Diseño del modelo SSTM

La motivación en diseñar el modelo de test semántico y sintáctico (SSTM) se debe a la falta de una metodología en el desarrollo de un software que garantice productos (e.g. aplicaciones multimedia usadas en EFD) con altos niveles de usabilidad (Souza, Prates y Barbosa, 1999) respecto al aprendizaje de los usuarios. Esto se torna complejo cuando los softwares son usados en EFD. Así pues, además de la usabilidad, se hace necesario garantizar el aprendizaje de los usuarios, lo que implica el desarrollo de métodos y técnicas que consideren el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Ante esto, se propone el modelo SSTM como una herramienta metodológica

para la realización de evaluación en aplicaciones multimedia usadas en EFD desde la perspectiva de la usabilidad y del aprendizaje. El modelo SSTM se compone basicamente por:

- Agentes
- Ítems de interés
- Criterios de evaluación

En la Figura 7.1 se presenta el esquema general del modelo SSTM. El proceso de test se realiza considerando la correlación entre los agentes y los ítems de interés, ofreciendo así una guía para la identificación de los criterios de evaluación y de las zonas (i.e. correlación específica entre un agente y un ítem de interés respecto a uno o más criterios de evaluación) donde ocurren los problemas o errores.

Además de la estructura presentada anteriormente, el modelo SSTM posee un método de aplicación que considera los análisis de las interrelaciones entre los agentes: **Información vs. Aplicación**, **Usuario vs. Aplicación** y **Usuario vs. Información** (véase Figura 7.2). En la Sección 7.4 se detalla el método de aplicación del modelo SSTM.

Considerando el diseño de la instrucción respecto al aprendizaje presentado por Merrill (1983), las interrelaciones entre los agentes se basan en tres estrategias:

- **De organización:** Esta estrategia considera el diseño de las actividades de aprendizaje (e.g. tipos de presentación, secuencia de las

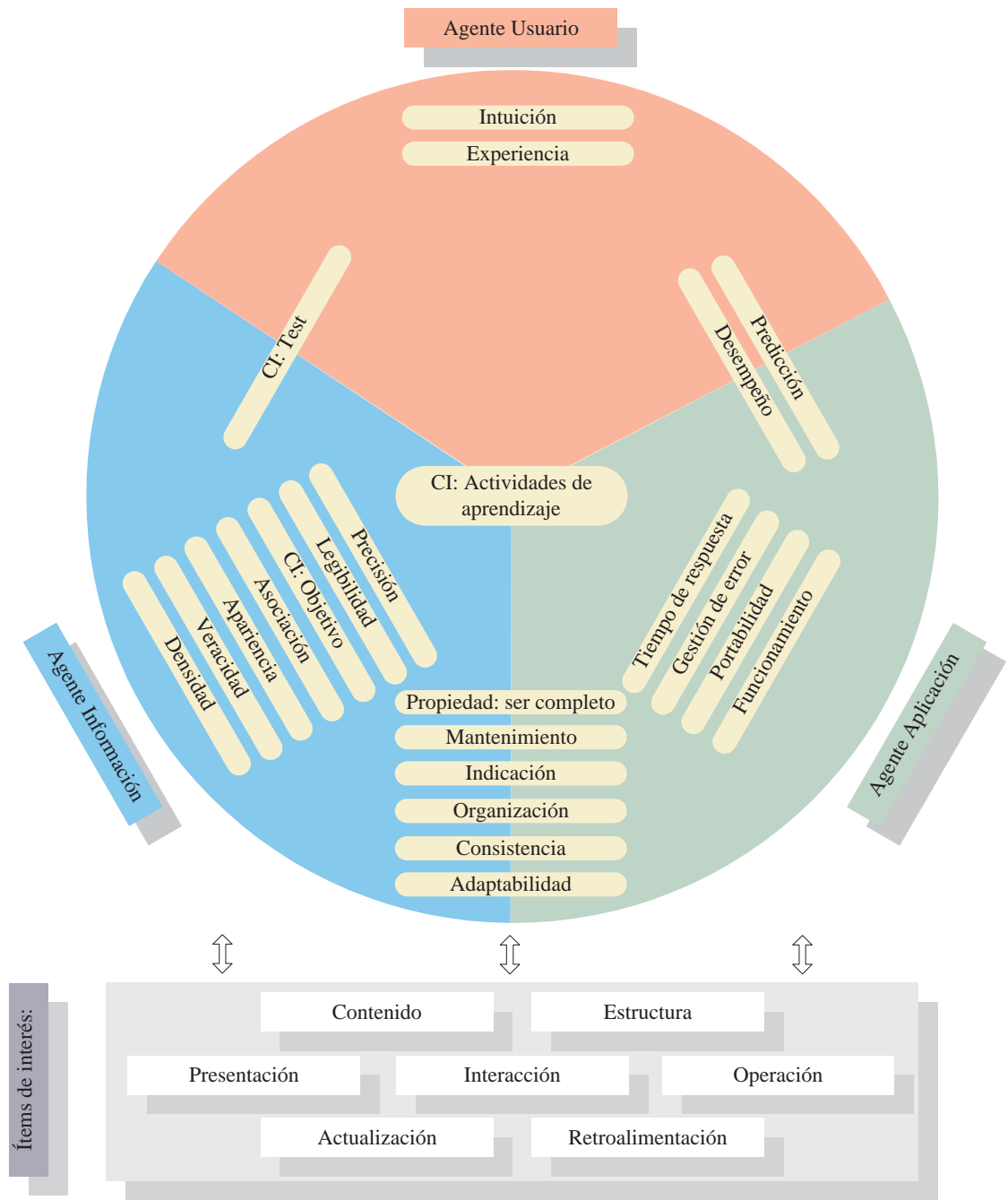


Figura 7.1: Esquema general del Modelo de Test Semántico y Sintáctico - SSTM.

pantallas, secuencia y estructura de los tópicos, tipos de práctica y naturaleza de la retroalimentación)

- **De distribución:** Esta estrategia se caracteriza por la manera en que la información será transmitida (i.e. el medio utilizado en la transferencia de información). Luego, se realiza un análisis de las características de la aplicación.
- **De gestión:** Esta estrategia se caracteriza por la manera en que se ayuda a un estudiante durante la interacción con el aprendizaje (e.g. técnicas de motivación, esquemas de individuación, programación de tareas o “*scheduling*” y distribución de recursos).

A continuación, se presentan detalladamente los elementos que componen el modelo SSTM. De esta manera, se pretende explicar la razón por la cual dichos elementos han sido evidenciados y cuales son sus interrelaciones y dependencias.

7.3.1 Agentes

Como comentado anteriormente, el modelo SSTM ha sido concebido a partir de la necesidad de mejorar las aplicaciones multimedia desde la perspectiva de la usabilidad, por lo cual se hizo imprescindible identificar las entidades fundamentales que interactúan en aplicaciones multimedia. En consecuencia, han sido seleccionados tres agentes involucrados en la utilización de aplicaciones multimedia:

- Usuario

- Información
- Aplicación

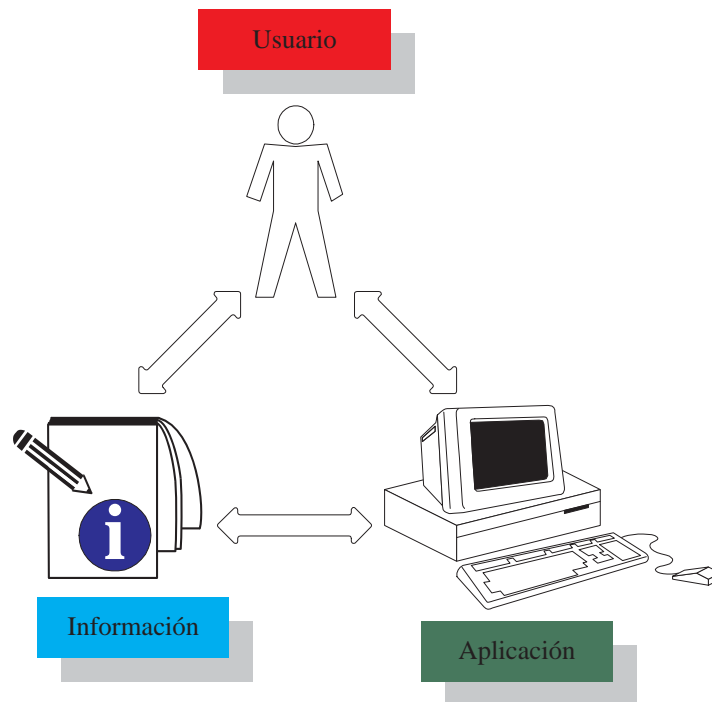


Figura 7.2: Interrelaciones entre los agentes del modelo SSTM.

7.3.1.1 Usuario

El agente **usuario** es la parte humana de lo que se conoce como interacción hombre-ordenador. El usuario de un sistema informático es quien ejecuta las tareas solicitadas por dicho sistema para uso personal o profesional. Según Mayhew (1999), los usuarios pueden ser directos (i.e. aquellos que interactúan directamente con el sistema informático) o indirectos (i.e. aquellos que no interactúan directamente con el sistema informático, pero que son

afectados por dicho sistema). En el modelo SSTM y en la presente investigación, se considera solamente el tipo de usuario identificado como directo.

Debido a las distintas características de cada usuario, el análisis de este agente se torna muy complejo, con lo cual se hace necesario la definición de distintos perfiles para proceder la selección de los usuarios según su perfil. De acuerdo con Brown (1988, p. 174),

“el conocer a los usuarios es crítico para el éxito del diseño de sistemas. Los usuarios deben ser involucrados directamente en el proceso de diseño desde las fases iniciales y trabajar con los diseñadores para asegurar tanto la funcionalidad como la utilidad que ellos necesitan”.

Consecuentemente, se identifica una gran variabilidad en los perfiles de los usuarios, la cual determina distintas necesidades de interacción.

Algunos métodos de análisis de usabilidad consideran que la definición de los grupos de usuario debe ser llevada a cabo considerando el nivel de experiencia de cada usuario, el cual puede ser determinado a través de su perfil. Además, dicha definición debería ser realizada en la fase de selección de los usuarios que participarán en el test de usabilidad (Grice y Ridgway, 1989; Rosenbaum, 1989; Mehlenbacher, 1993; Rubin, 1994). Por tanto, se recomienda la realización y el análisis de los resultados del proceso de test de usabilidad considerando no solamente todos los usuarios, sino que los distintos grupos de usuarios separadamente.

El modelo SSTM considera tres niveles de experiencia del usuario (i.e. principiante, intermedio y avanzado) de aplicaciones multimedia usadas en

educación a distancia. Los perfiles han sido obtenidos a partir de la estratificación de indicadores tales como la escolaridad, la cantidad de horas dedicadas a trabajos con ordenador y el grado de experiencia respecto al uso de software en general (véase Secciones 6.6.1.2 y 6.6.2.2, páginas 191 y 200).

Definido los grupos de usuario, se recomienda establecer otros indicadores que garanticen la atención de los usuarios durante el uso de aplicaciones multimedia. En este contexto, sea en formato CD-ROM o en formato WEB, uno de los requerimientos básicos para garantizar dicha atención es la dinámica en su uso que ofrece un producto y/o servicio multimedia.

La satisfacción del usuario, en este caso, está relacionada principalmente con algunos indicadores, como por ejemplo la sensación de no estar perdido, la facilidad de ejecutar tareas o la facilidad de predecir lo que pasará si se selecciona una u otra opción presentada en pantalla. Usando estos indicadores y el Cuestionario General sobre Usabilidad (véase Capítulo 6, página 191) como un punto de partida, ha sido posible identificar los criterios de evaluación de usabilidad relacionados con el agente usuario, los cuales se detallan en el Capítulo 8.

7.3.1.2 Información

El agente **información** es un conjunto de datos usado para adquirir el conocimiento sobre un determinado tema (o una parte de él). En el ámbito de las aplicaciones multimedia usadas en educación a distancia, se considera la información como una de las entidades fundamentales debido a la asociación entre el objetivo y necesidad del usuario (i.e. aprender sobre un determinado asunto), y la adquisición de un producto y/o servicio (véase Capítulo 3,

página 68). Así, se puede decir que la información es el contenido (multimedia) que será comprado y usado por el usuario.

En este contexto, el modelo SSTM considera básicamente los principios semánticos e híbridos, como por ejemplo el análisis del perfil del usuario, la estructura cognitiva de la información, etc. (Pereira y Monguet, 2000c), para proceder al análisis de este agente.

Ante esto, el diseño de la información es una tarea que juega un papel importante en la transferencia de información, de manera que, se establece un vínculo entre él y lo que se pretende que el usuario retenga. Mok (1998) argumenta que el diseño de la información es el planeamiento de los modelos de organización (e.g. lineal, jerárquico, reticular, paralelo, matriz, superposición y zoom espacial) para ofrecer contexto y significado a la información, lo que permite “comprender la información y las relaciones entre sus partes” (p. 99). Por tanto, dentro del mundo de las aplicaciones multimedia usadas en educación a distancia, el diseño de la información se relaciona principalmente con algunos indicadores, como por ejemplo la organización del contenido respecto a la metáfora utilizada, la fiabilidad de la información respecto a los autores o a las referencias bibliográficas o el grado de facilidad con lo cual se presenta la información. Sin embargo, es importante tener en cuenta que es el contenido (información) que definirá las directrices de su diseño y uso.

El Cuestionario General sobre Usabilidad (véase Capítulo 6, página 191) representa una herramienta de validación de indicadores y que ha permitido identificar, mantener y eliminar los criterios de evaluación relacionados con el agente información, los cuales se detallan en la Sección 7.3.4.

Aunque no exista una aparente disociación entre el agente información

y el agente aplicación (detallado a continuación), es importante observar que la información tiene características dinámicas² y, por lo tanto, ha sido determinada como agente.

7.3.1.3 Aplicación

El agente **aplicación** cierra la tríada de los agentes del modelo SSTM. Desde la perspectiva de la programación, una aplicación es un programa completo con el propósito de ejecutar una función específica para un grupo concreto de usuarios. Se considera este agente el motor del sistema interactivo multimedia.

Durante el proceso de evaluación de un sistema interactivo multimedia, se considera básicamente los principios sintácticos propuestos por Pereira y Monguet (2000c). Estos principios se asocian fuertemente a los recursos del sistema y a las funciones operativas de la aplicación, como por ejemplo el tipo de estructura interactiva, los errores de programación y las restricciones de hardware y software.

7.3.2 Ítems de interés

Los ítems de interés son los elementos estructurales básicos, los cuales establecen interrelaciones con los agentes (véase Sección 7.3.1) facilitando el proceso de identificación de los criterios de evaluación. En este proceso, se realiza un análisis bidimensional que consiste en determinar, para cada agente, los cri-

²Se parte de la premisa que cada proyecto de aplicaciones multimedia usadas en educación a distancia posee temas de estudio distintos que podrán ser usados por diferentes usuarios con intereses diversos.

terios de evaluación respecto a cada ítem de interés (o a combinaciones entre ellos). Por tanto, se utilizan estos elementos estructurales como una lista de verificación o guión durante la aplicación del modelo SSTM. De esta manera, durante los procedimientos de test (i.e. verificación, validación y usabilidad) se identifican los procesos del ciclo de vida de desarrollo de las aplicaciones multimedia, en los cuales los problemas o errores han sido detectados.

Ante eso, han sido definidos siete ítems de interés involucrados en la concepción y diseño de aplicaciones multimedia:

- Contenido
- Estructura
- Presentación
- Interacción
- Operación
- Actualización
- Retroalimentación

Los fundamentos de cada uno de los ítems de interés se basan en dos aspectos. El primero se caracteriza por el estudio lexicográfico³ respaldado por el *WordNet Lexical Dictionary* desarrollado por el *Princeton University Cognitive Science Lab* (Fellbaum, 1998), con el cual se identifica los significados más adecuados de cada ítem, analizándolos por agrupación de similitudes

³En el Apéndice B.1 se presentan en la íntegra los significados de cada ítem de interés.

o ordenación de frecuencias⁴, y se propone una definición. El segundo aspecto es el grado de identificación de criterios de evaluación a través de la asociación los agentes y los ítems (o la combinación entre ellos). De esta manera, se establece una función para cada ítem.

7.3.2.1 Contenido

El elemento estructural **contenido** es la organización de objetos, eventos y personas en grupos que comparten las mismas características considerando propiedades estructurales (e.g. formato, tamaño, calidad, etc.) convenientes. Desde la perspectiva educacional, el contenido se caracteriza por poseer una parte teórica y otra práctica. Además, este ítem de interés posee una secuencia lógica de organizar el agente **información**.

El análisis lexicográfico de la palabra **contenido** sugiere siete significados que, agrupados por similitud, son: comunicación, cognición o conocimiento, colección o agrupamiento, proporción, volumen, aceptación y entidad. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función organizadora del contenido, se utilizan los grupos comunicación, cognición o conocimiento y colección o agrupamiento para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Comunicación:** Algo comunicado entre las personas y/o grupos.
- **Cognición o conocimiento:** La suma o rango de lo que ha sido percibido, descubierto o aprendido. Resultado psicológico de la percepción y aprendizaje y razonamiento.

⁴La agrupación de similitudes y la ordenación de frecuencias son dos de las posibles opciones que ofrece el *WordNet* cuando se realiza el estudio lexicográfico de alguna palabra.

- **Colección o agrupamiento:** Diversas cosas agrupadas juntas.

Por tanto, el contenido representa las características básicas de identificación y adquisición del conocimiento (o una parte de él) de y para cada agente del modelo SSTM que permiten identificar algunos de los criterios de evaluación.

Existe una bibliografía exhaustiva sobre el elemento estructural contenido que va desde la dimensión educacional a la dimensión tecnológica. En la Teoría de presentación de componente, M. David Merrill, presenta cuatro tipos de contenidos (i.e. hecho, concepto, procedimiento y principio) que están basados en algunas de las asunciones sobre la naturaleza de ellos (Merrill, 1983, p. 296). Por otra parte, Merrill (1983) comenta que un tipo simple de contenido se caracteriza por ser conceptual, procedimental o de principio. Garzotto, Mainetti y Paolini (1995) presentan el contenido como una de las dimensiones de análisis de aplicación hipermedia. Según los autores el contenido consiste en “pieces of information included in the application” (p. 74). Bearne, Jones y Sapsford-Francis (1994) y Matias, Heemann y Santos (2000) consideran los siguientes tipos de contenido: texto, imagen (fotografías y gráficos), video, animación y audio (narración, música y efectos sonoros), sintetizados en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1: Tipo de contenido a ser transmitido.

Tipo de información	Subtipos	Uso
Texto		Explicaciones más detalladas cuando se hace necesario transmitir conceptos.
Imagen	Fotografía	Cualquier tipo de explicación. Captación de atención y transmisión realista de la información.
	Gráficos	Captación de atención y transmisión realista de la información.
Video		Presentación de entrevistas, paisajes y actividades con menos exigencia de detalles.
Animación		Presentación de eventos dinámicos (e.g. procesos).
Audio	Narración	Representa el habla de un orador y puede ser de carácter informativo o expresivo.
	Música	Se caracteriza por estar en el plano emocional y por tanto inconsciente.
	Efectos sonoros	Enfatizan de manera transitoria, breve y pública los eventos que ocurren.

7.3.2.2 Estructura

El ítem de interés **estructura** se caracteriza por la forma en que los agentes información y aplicación están compuestos y construidos, y por la disposición de sus subelementos, de manera que influye en la conducta del agente usuario.

El análisis lexicográfico de la palabra **estructura** sugiere cinco significados que, ordenados por frecuencia, son artefacto, constitución, cognición o conocimiento, parte del cuerpo y sistema. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función distributiva de la estructura, se utilizan los grupos

constitución y cognición o conocimiento para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Constitución:** La forma de construcción de algo y la disposición de sus partes.
- **Cognición o conocimiento:** La composición compleja del conocimiento como elementos y sus combinaciones. Resultado psicológico de la percepción y aprendizaje y razonamiento.

La estructura, por tanto, representa la característica básica de composición y distribución de los recursos del software (e.g. diseño de ventanas o posicionamiento de botones), recursos multimedia (e.g. uso de hiperlinks, zonas activas o video) y contenido (e.g. la definición de tópicos y subtópicos), las cuales pertenecen a los agentes información y aplicación y establecen una conducta de uso al agente usuario.

Así como en el ítem de interés contenido, Garzotto, Mainetti y Paolini (1995) identifican la estructura como una de las dimensiones de análisis de aplicación hipertexto y la definen como la organización del contenido. Sin embargo, en el contexto del modelo SSTM no sólo se considera la estructura del contenido, sino también de la aplicación, es decir, la organización de la aplicación, en la cual se analiza su estructura de datos y métodos utilizados. Este tipo de enfoque permite la evolución de estructuras y modelos estables (e.g. hipertexto y multimedia) hacia nuevos conceptos tales como “hipertexto” (Hardman, Bulterman y Rossum, 1994).

7.3.2.3 Presentación

El elemento estructural **presentación** es el lenguaje con el cual se establece una conducta de comunicación de los agentes información y aplicación hacia el agente usuario.

El análisis lexicográfico de la palabra **presentación** sugiere seis significados que, ordenados por frecuencia, son actividad, visualización, demostración, propuesta y representación. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función comunicativa de la presentación, se utilizan los grupos actividad, visualización, demostración, representación e información para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Actividad:** La actividad (i.e. conjunto de tareas) de presentar algo.
- **Visualización:** El procedimiento de publicar o hacer disponible algo.
- **Demostración:** La acción de presentar algo.
- **Representación:** Representación visual de algo.

Por tanto, la presentación representa las características básicas de comunicación entre los agentes información y usuario del modelo SSTM a partir de una identidad visual materializada en el agente aplicación.

Matias, Heemann y Santos (2000) presentan algunas recomendaciones ergonómicas respecto a la relación entre los medios y el tipo de contenido a ser transmitido, en las cuales se identifica una fuerte correlación entre los ítems de interés **contenido** y **presentación**. Así como en los ítems de interés contenido y estructura, Garzotto, Mainetti y Paolini (1995) identifican la

presentación como una de las dimensiones de análisis de aplicaciones hipermedia y la definen como la forma que se presentan las operaciones y contenido de la aplicación.

7.3.2.4 Interacción

El elemento estructural **interacción** es el canal de conexión, en el cual se establece la comunicación de los tres agentes del modelo SSTM.

El análisis lexicográfico de la palabra **interacción** sugiere dos significados que, agrupados por similitud o ordenados por frecuencia, son acción y fenómeno físico. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función conectiva de la interacción, se utiliza sólo el grupo acción para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Acción:** Una acción mutua o recíproca.

Por tanto, la interacción representa las características básicas que permiten establecer la conexión (e.g. de comunicación o de operación) entre los agentes del modelo SSTM, a través del uso de componentes interactivos.

De acuerdo con Valiati, Levacov, Lima y Pimenta (2000) la interfaz debe ser esencialmente intuitiva, fácil de usar y motivadora. Además, debe garantizar la armonía entre la aplicación o software educacional y el contenido propuesto. De esta manera, se le permite al alumno satisfacer sus necesidades y expectativas a través de la facilidad de acceso y uso de los recursos ofrecidos, facilitando el aprendizaje. Además de los ítems de interés contenido, estructura y presentación, Garzotto, Mainetti y Paolini (1995) identifican la interacción, funcionalidad dinámica de la aplicación, como una de

las dimensiones de análisis de aplicación hipermedia.

Eguia-Gomez y Pereira (2002) argumentan que existen dos tendencias desde la perspectiva de la interacción. La primera puede ser resumida con la siguiente expresión “lo que pienso se realiza” (*cogito ergo fact*) (Dam, 2001). En este caso, la interfaz usada para realizar la interacción pasa desapercibida, de manera que las fronteras entre los dos mundos se tornan imperceptibles (i.e. el mundo real y el virtual se funden en uno). La navegación se convierte en algo natural, aunque el entorno aparente un caos.

La segunda tendencia representa la interfaz como el límite visible entre los dos mundos. En este caso, se destacan las aplicaciones relacionadas con los autómatas de Hoffmann (1988), en la cuales la interfaz se convierte en un artificio o ingenio. Se dedican importantes esfuerzos en la creación de dichos artificios y su aprendizaje es un coste a más que se debe pagar.

7.3.2.5 Operación

El elemento estructural **operación** se caracteriza por la forma en que el agente usuario desempeña y ejecuta las tareas asignadas por el agente aplicación. La secuencia lógica de dicha ejecución juega un papel importante en este elemento.

El análisis lexicográfico de la palabra **operación** sugiere diez significados que, ordenados por frecuencia, son acción, actividad de negocio, trabajo en desarrollo, actividad, procesamiento de datos, acción militar, procedimiento quirúrgico, proceso de trabajo, cognición o conocimiento y procedimiento matemático. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función operativa del ítem operación, se utilizan los grupos acción, trabajo en de-

sarrollo, actividad, procesamiento de datos, proceso de trabajo, cognición o conocimiento y procedimiento matemático para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Acción:** Estado de estar activo o operativo.
- **Trabajo en desarrollo:** Proceso o actividad dirigida a la fabricación de algo.
- **Actividad:** Actividad planeada que involucra muchas personas desempeñando diversas acciones.
- **Procesamiento de datos:** Retención temporaria de datos en un procesador, en el cual se realizan cálculos y operaciones lógicas.
- **Proceso de trabajo:** Proceso o una serie de acciones especialmente de naturaleza práctica o mecánica involucradas en una específica forma de trabajo.
- **Cognición o conocimiento:** Desempeño de alguna actividad cognitiva compuesta. Resultado psicológico de la percepción y aprendizaje y razonamiento.
- **Procedimiento matemático:** Cálculo de algo a través de métodos matemáticos y lógicos.

Así pues, la operación representa las características básicas de desempeño de tareas y ejecución de las actividades de aprendizaje y test propuestas por

el agente aplicación al agente usuario. El agente información no es protagonista en este ítem de interés, aunque puede ofrecer mayor o menor grado de contextualización de lo que se pretende ejecutar.

7.3.2.6 Actualización

El elemento estructural **actualización** se caracteriza por la forma en que los agentes información y aplicación se adaptan de acuerdo con la evolución del contenido y de las tecnologías respectivamente. Los posibles resultados de dicha adaptación evolutiva influyen en el agente usuario (e.g. tiempo de aprendizaje de la nueva estructura o de los procedimientos operativos).

El análisis lexicográfico de la palabra **actualización** sugiere un significado que, agrupados por similitud o ordenados por frecuencia, es el de cambio. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función adaptadora evolutiva de la actualización, se utiliza el grupo cambio para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Cambio:** Hecho de cambiar algo añadiendo nuevas características, procesos, funciones, etc.

Por tanto, la actualización representa las características básicas de adaptación según la evolución del contenido y de la tecnología, la cual está respectivamente vinculada a los agentes información y aplicación y que influyen en el agente usuario.

7.3.2.7 Retroalimentación

El elemento estructural **retroalimentación** es el proceso de respuesta a alguna petición de entrada solicitada por el agente usuario o por el agente aplicación. En este proceso, los agentes usuario, información y aplicación son replanteados según el tipo de solicitud requerida.

El análisis lexicográfico de la palabra **retroalimentación** sugiere dos significados que, agrupados por similitud o ordenados por frecuencia, son proceso y respuesta. De acuerdo con el contexto del modelo SSTM y la función de replanteamiento de la retroalimentación, se utilizan los dos grupos para la delimitación del ámbito de este ítem.

- **Proceso:** Proceso por el cual se retorna parte de la salida de un sistema a su entrada.
- **Respuesta:** Declaración realizada a una pregunta, investigación o experimento.

Por tanto, la retroalimentación representa la característica básica de replanteamiento de conducta del agente usuario (e.g. cambio de procedimiento en la operación de tareas determinadas o la evolución del aprendizaje durante el desarrollo de los exámenes), replanteamiento del contenido (e.g. inserción de nuevas descubiertas, teorías, métodos o técnicas) y, finalmente, replanteamiento tecnológico, el cual influye fuertemente en el agente aplicación (e.g. solicitud de inserción de *plug-ins* o informe sobre la necesidad de mantenimiento). Todos los replanteamientos consisten en respuestas a alguna petición.

Dentro del contexto educativo, Merrill (1983) presenta la retroalimentación (*feedback*) como la primera regla de suficiencia y recomienda su uso tanto para las respuestas correctas como las incorrectas cuando se trata de la evaluación de un estudiante. Sin embargo, el autor propone la observación de una condición.

“Cuando los estudiantes saben que, tocando un botón, pasando una página, o contestando a una pregunta, recibirán una confirmación inmediata de sus acciones, hay a veces una tendencia a involucrarse en la auto decepción, es decir, el estudiante asumirá que él o ella sabe trabajar el problema y busca la retroalimentación antes que el trabajo o la respuesta sean verificados cuidadosamente. Esto lleva a menos aprendizaje adecuado por parte del estudiante y por consiguiente a una disminución en el desempeño del examen” (p. 322).

Dentro del contexto ergonómico, se encuentran estudios tales como el de Elgin (1995) y el de Gomes (1996) que tratan con la identificación de procesos de retroalimentación sobre la eficacia de una interfaz hombre-ordenador. Además, los autores proponen mecanismos que permiten mejorar la calidad de dichos procesos, con el propósito de facilitar el diseño de su información.

7.3.3 Interrelaciones entre los agentes e ítems de interés

A partir del estudio taxonómico (véase Capítulo 6), se define el mapa de las interrelaciones entre los agentes e ítems de interés del modelo SSTM

presentado en la Tabla 7.2.

Los resultados (o interrelaciones resultantes) se caracterizan como guías de apoyo que contribuyen no sólo para la identificación precisa de la ocurrencia de posibles problemas y errores, sino también como indicadores que determinan en qué fase (incluyendo procesos) del proyecto dichos problemas y errores han ocurrido.

Para determinar cada una de las interrelaciones resultantes realiza la siguiente pregunta: *“¿dónde y en qué se materializan las interrelaciones entre los agentes y ítems de interés?”*.

Tabla 7.2: Mapa de las interrelaciones entre los ítems de interés y los agentes.

Ítems de interés \ Agentes	Usuario	Información	Aplicación
Contenido	Base de conocimiento	Datos + Contexto	Base de datos
Estructura	Arquitectura de la información	Diseño de la información	Estructura de datos y algoritmos
Presentación	Lenguaje de comunicación	Diseño de la información	Identidad visual
Interacción	Canal de comunicación	Contexto de utilización	Canal de comunicación
Operación	Tareas asignadas	Grado de contextualización	Tareas asignadas
Actualización	Reciclaje y evolución de la base de conocimiento	Reciclaje y evolución de los datos + contexto	Reciclaje y evolución de nuevas tecnologías
Retroalimentación	Guías de replanteamiento	Base de datos	Reingeniería

Considerando el mundo de la interacción hombre-ordenador, la Tabla 7.2 ofrece, además, algunos tópicos de investigación relacionados con el aprendizaje del usuario (Merrill, 1983; Reigeluth y Stein, 1983), diseño de la información (Mok, 1998), ingeniería de software (Pressman, 1995; Zahran, 1998),

proceso de comunicación (Souza, Prates y Barbosa, 1999; Eguia-Gomez y Pereira, 2002) y base de datos.

7.3.4 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación de usabilidad son parámetros que ayudan al equipo de test a examinar un producto o servicio durante su diseño, desarrollo, implementación y uso. Su propósito es garantizar la eficacia y eficiencia del uso del producto o servicio según los objetivos especificados, lo que promoverá la satisfacción de sus usuarios. Por tanto, deben ser considerados como requerimientos de proyectos de software o hardware.

A continuación, se presenta la relación de los criterios de evaluación seleccionados que componen el modelo SSTM, los cuales se detallarán en el próximo capítulo.

- Experiencia
- Intuición
- Funcionamiento
- Portabilidad
- Gestión de error
- Tiempo de respuesta
- Densidad
- Veracidad
- Apariencia
- Asociación
- Componente de la instrucción:
Objetivo
- Legibilidad
- Precisión
- Desempeño
- Predicción

- Componente de la instrucción: Test
- Organización
- Mantenimiento
- Indicación
- Adaptabilidad
- Propiedad de ser completo
- Consistencia
- Componente de la instrucción: Actividades de aprendizaje

7.4 Aplicación del modelo SSTM

Considerando la identificación de los criterios de usabilidad a partir del análisis de las interrelaciones entre los agentes y los ítems de interés, se definen los procesos involucrados en la aplicación del modelo SSTM compuesta por tres aspectos (véase Figura 7.3):

- El plan de trabajo del proyecto de la aplicación multimedia.
- El tipo de test aplicado.
- El análisis de las interrelaciones entre los agentes.

Las fases del proyecto de la aplicación multimedia, formadas por los grupos de procesos que componen el plan de trabajo del proyecto, determinan el tipo de test (i.e. verificación, validación y usabilidad) que será aplicado de acuerdo con la interrelación apropiada entre los agentes.

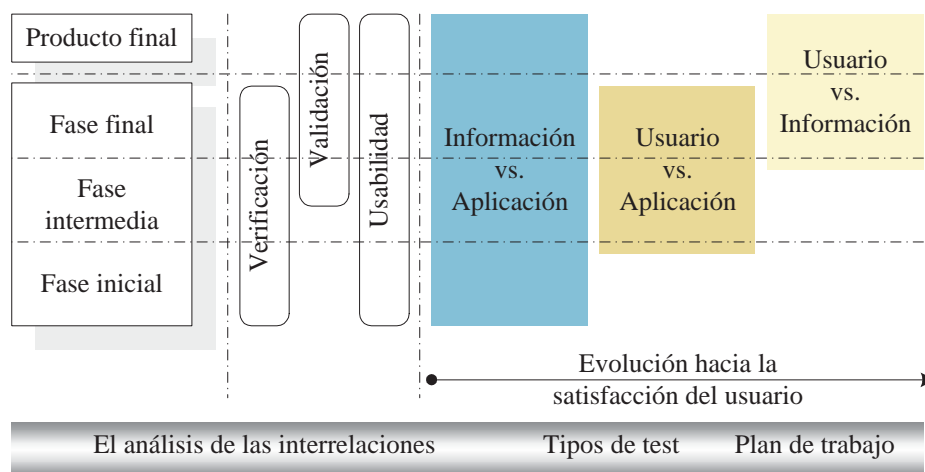


Figura 7.3: Esquema del método de aplicación del modelo SSTM.

7.4.1 Plan de trabajo del proyecto

El proceso de producción de aplicaciones multimedia desarrolladas por el grupo GIM se caracteriza por cinco grandes fases (véase Figura 7.4). Cada una de las fases comprende una serie de procesos, en los cuales se pueden identificar y realizar las correlaciones entre los problemas de usabilidad y errores encontrados. A partir de este procedimiento de agrupación, se obtiene un mayor control del proceso de producción desde la perspectiva de la usabilidad. De manera que se puede reducir considerablemente los costes de un proyecto.

Cabe resaltar que en las fases inicial, intermediaria y final se producen los prototipos que serán sometidos a los procesos de test de verificación, validación y usabilidad. De esta manera, se consigue disminuir el número de fallos durante el desarrollo de aplicaciones multimedia. En la Tabla 7.3 se presentan los principales procesos identificados en el ciclo de vida de desar-

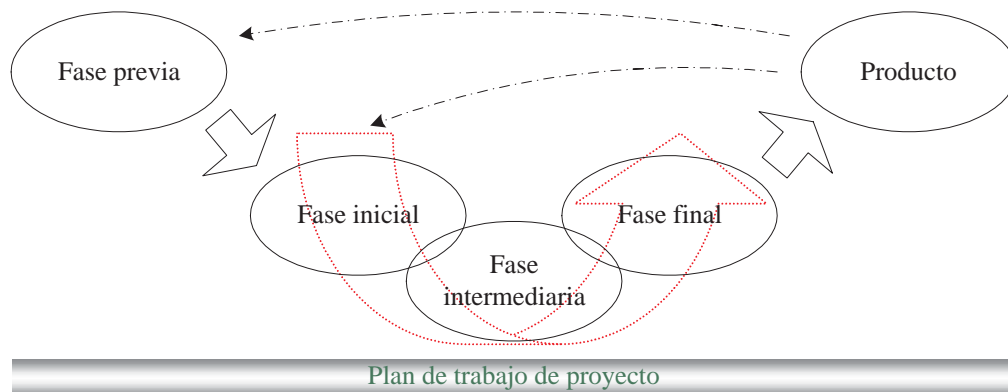


Figura 7.4: Fases generales del ciclo de vida de desarrollo de las aplicaciones multimedia producidas por el grupo GIM. Esquema derivado del *V-Model*.

rollo de dichas aplicaciones desarrolladas por el grupo GIM de acuerdo con las fases generales presentadas en la Figura 7.4. Los procesos representados en las celdas grises se caracterizan por ser procesos en los cuales se realiza algún tipo de verificación.

7.4.2 La evaluación

Como se ha comentado, se pueden identificar los procesos de test no solamente en la producción de aplicaciones multimedia, sino que además después que se entrega el producto al cliente. Autores como Pressman (1995), Koomen y Pol (1999), Pol y Veenendaal (1998), Burnstein, Suwannasart y Carlson (1996a) y Burnstein, Suwannasart y Carlson (1996b) comentan que las estrategias y contextos utilizados para los test de software consisten en dos grupos: verificación y validación.

Los test de verificación son evaluaciones aplicadas a los productos inter-

Tabla 7.3: Correlación entre las fases generales y los procesos principales del ciclo de vida de desarrollo de las aplicaciones multimedia producidas por el grupo GIM.

Fase previa	Fase inicial	Fase intermedia	Fase final	Producto	
0. Concepción y diseño de los modelos multimedia (contenido y programación)	1. Información y formación a los autores	4. Edición:	9. Revisión por parte del autor	13. Entrega	
		4.1 Programación			4.2 de los medios
	2. Redacción del contenido	5. Integración			10. Proceso de test del prototipo beta
		6. Revisión por parte del autor			11. Modificaciones necesarias propuestas
	3. Control y adaptación de los contenidos	7. Proceso de test del prototipo alfa			
		8. Modificaciones necesarias propuestas			

mediarios (e.g. módulos del programa, prototipo y documentación) identificados en las fases de desarrollo del ciclo de vida de un producto, es decir, se necesita saber si se está desarrollando de manera correcta el producto. Por otra lado, se aplican los test de validación al producto final y por tanto, se necesita saber si se desarrolla el producto correcto.

No obstante, el ámbito de los test de usabilidad es más grande que los de los dos grupos comentados anteriormente. Los test de usabilidad son un procedimiento de análisis que consideran criterios previamente seleccionados, en el cual se verifica el grado de eficiencia y eficacia con que un usuario desempeña sus tareas bajo los requerimientos y restricciones de un producto o servicio y su entorno. De esta manera, dichos test deberán ser aplicados

no solamente a las fases de desarrollo, sino que, además, al producto final. No existe un límite bien definido entre los test de validación y de usabilidad, ya que un tipo de test puede ser complementado con algunas características del otro.

De acuerdo con Rubin (1994), el objetivo general de test de usabilidad es identificar las deficiencias de usabilidad en equipos electrónicos existentes basados en ordenadores y los materiales de soporte que los acompañan antes de que puedan ser distribuidos en el mercado. Sin embargo, se identifica que se deben realizar evaluaciones a los productos existentes en funcionamiento, para garantizar su mejora y aceptabilidad. Según el autor, los test de usabilidad se refieren a los procesos que involucra una muestra representativa del universo de los usuarios finales, con el propósito de evaluar el grado de concordancia de un producto respecto a los criterios de usabilidad específicos.

Por tanto, para realizar la aplicación de los test de usabilidad es importante contextualizar el objeto de estudio. Sullivan (1989) argue que para conseguir dicha contextualización se hace necesario definir el enfoque del análisis, las restricciones del producto, la fase del ciclo de desarrollo del producto, el perfil del usuario, los métodos usados y el tipo de resultado obtenido del usuario.

7.4.3 Análisis de las interrelaciones entre los agentes

Los análisis de las interrelaciones entre los agentes completan la tríada de los procesos del método de aplicación del modelo SSTM. Estos análisis representan las perspectivas a partir de las cuales se realiza la evaluación de la

aplicación multimedia. Por ejemplo, establecida la necesidad de evaluación de un prototipo *Cero* (i.e. fase inicial del plan de trabajo del proyecto), se utilizan los test de verificación y de usabilidad para llevar a cabo dicha evaluación, la cual se analiza principalmente desde la perspectiva de la interrelación entre los agentes **Información** vs. **Aplicación**. Sin embargo, se analizan también algunas características de la interrelación entre los agentes **Usuario** vs. **Aplicación**.

El primer análisis involucra la interrelación entre los agentes **Información** vs. **Aplicación** y su propósito es verificar y validar los prototipos *Cero*, α (alfa), β (beta) y las versiones preliminares de la aplicación multimedia. En este análisis se considera superficialmente los criterios de evaluación relacionados con el agente usuario, ya que se busca identificar principalmente los problemas de naturaleza sintáctica (i.e. técnica).

En los niveles segundo y tercero, **Usuario** vs. **Aplicación** y **Usuario** vs. **Información**, se establece el agente usuario como el enfoque principal de análisis. En estos análisis, se consideran algunos procedimientos, los cuales definen una estrategia de test compuesta de:

1. La “captura” automática y análisis de los datos cuantitativos obtenidos por la aplicación multimedia (e.g. tiempos de dedicación, promedios de las respuestas correctas en la autoevaluación y en el test final, etc.).
2. El análisis de los datos colectados en el primer nivel (comentado anteriormente).
3. El uso de un laboratorio de test (véase Capítulo 4, página 106).

4. El análisis estadístico de las correlaciones de todos los datos colectados.

A continuación, se presentan los detalles de cada uno de los niveles de análisis de las interrelaciones entre los agentes del modelo SSTM:

- **Información vs. Aplicación:** Generalmente, durante el análisis de esta interrelación no se enfoca la atención al agente usuario (de test o final), debido a la preocupación dirigida al funcionamiento general de la aplicación multimedia. Además, se utiliza básicamente los criterios de evaluación relacionados con los agentes información y aplicación (véase Figura 7.1). De esta manera, se hace una evaluación considerando los problemas de naturaleza semántica y sintáctica.
- **Usuario vs. Aplicación:** En este nivel de análisis se introduce el agente usuario al enfoque principal de la evaluación. Básicamente, se dirige la atención a los problemas de naturaleza sintáctica (principalmente los de funcionamiento) identificados en la operación de la aplicación multimedia. Además, se evalúa el desempeño del agente usuario durante la realización de determinadas tareas.
- **Usuario vs. Información:** Este nivel de análisis, además de considerar el agente usuario, tiene en cuenta el tratamiento del agente información. Aquí, se observa principalmente los problemas de naturaleza semántica que se caracterizan por ser más sutiles que los de naturaleza sintáctica. De esta manera, se deben evaluar temas como la comprensión del agente usuario respecto al contenido propuesto en la aplicación multimedia.

7.4.4 Herramientas de apoyo

Finalmente, algunos instrumentos han sido diseñados para llevar a cabo el método de aplicación del modelo SSTM, los cuales se denominan herramientas de apoyo. Koomen y Pol (1999) argumentan que el uso de distintos tipos de herramientas de apoyo permiten definir la calidad de un proceso de test. Burnstein, Homyen, Grom y Carlson (1998) comentan que estas herramientas son importantes porque garantizan la consistencia, reduciendo la subjetividad de la evaluación; y la validez, la usabilidad y la “comparatividad” de los resultados de la evaluación. A través de las herramientas de apoyo, se producen los informes de test de usabilidad, con los cuales el equipo de desarrollo podrá disparar procedimientos paliativos o correctivos (en los peores casos). Según Shneiderman (1998, P. 128),

“el informe del test de usabilidad proporcionó la confirmación a favor de progreso y las recomendaciones específicas para los cambios”.

Las herramientas de apoyo se caracterizan por medios prácticos de colecta de datos referentes al proceso de test, los cuales representan algún tipo de revisión (e.g. los procesos en gris de la Tabla 7.3). Considerando los modelos de madurez de desarrollo y test de software presentados en el Capítulo 5 (Secciones 5.3.1 y 5.5.1), dichas herramientas aportan mejoras al proceso de test, una vez que garantizan la consistencia de los datos colectados durante la realización de dicho proceso, así como su estructura.

En el inicio de la concepción del modelo SSTM, el procedimiento de test era realizado utilizando como herramienta de apoyo el procesador de texto

Microsoft® Word 97 (siendo cambiado en seguida por la versión 2000), con el cual se escribía el **Informe de Problemas de Usabilidad y Errores** (véase Figura 7.5).

		Usability Testing			
Date:	/ /			Phase:	
Subject:		Module:		Código:	
#	Problems and Suggestions	Kind			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

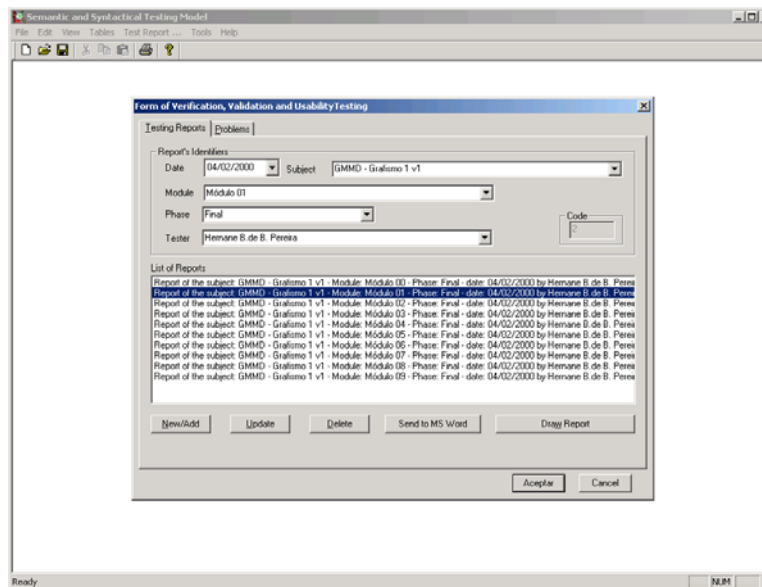
Figura 7.5: Informe de problemas de usabilidad y errores.

Debido a la gran cantidad de información producida, se identifica la necesidad de crear una base de datos capaz de gestionar dicha cantidad de información, de manera que se facilita el análisis estadístico posterior. De esta manera, además de diseñar una base de datos relacional, se diseña y desarrolla una aplicación en Microsoft Visual C++® 6.0 capaz de

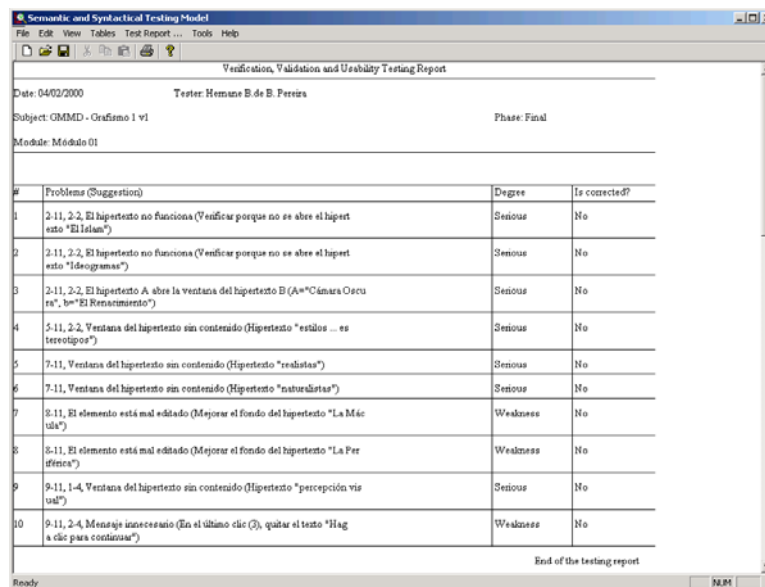
- Gestionar la base de datos del modelo SSTM.

- Preparar el **Informe de Problemas de Usabilidad y Errores**.
- Preparar los datos para proceder a los análisis estadísticos pertinentes.

En la Figura 7.6, se presentan dos pantallas de la aplicación *SSTM Test Process*. En la primera pantalla (véase Figura 7.6(a)) se puede visualizar el módulo de entrada de problemas y errores encontrados durante el proceso de test. En la segunda (véase Figura 7.6(b)), se presenta el informe producido por la herramienta *SSTM Test Process*.



(a) Ventana de registro de problemas y errores encontrados.



(b) Informe producido por la herramienta.

Figura 7.6: Herramienta del modelo SSTM usada durante el proceso de test.