

## Parte IV

# Conclusiones

## Capítulo 9

### Conclusiones y aportaciones

*“La tarea de realizar una Tesis Doctoral es muy ardua, y una vez en marcha, comienzan a aparecer las sorpresas, los tropiezos, los nuevos caminos y las ampliaciones de conocimientos. Todos estos elementos hacen del proceso una experiencia única, que es difícil concluir. En otros términos, el proceso de investigación es parte de la vida del mismo investigador; sin embargo, es necesario concluir etapas y es así que considero la presente Tesis: una puerta que si de un lado concluye esta fase de la investigación, por otra abre oportunidades para muchas otras que seguramente llegarán en el futuro.”* Fernandez (2000).

## 9.1 Conclusiones

La usabilidad forma parte de los campos de estudio de la Ergonomía que proporciona requisitos básicos a la actividad industrial, principalmente cuando se identifica la interacción entre los productos, los servicios y el hombre. El sector de la producción multimedia relacionado con la educación y formación a distancia carece de estudios sobre la usabilidad de los modelos de instrucción desde el punto de vista de la implementación práctica.

En este sentido, una de las soluciones más comunes es la adecuación directa de dichos modelos a sistemas informáticos, en la cual se consideran varios criterios funcionales. No obstante, pocos criterios educativos son efectivamente tomados en consideración, de manera que se hace necesario un estudio profundizado de este entorno con el propósito de lograr resultados más eficientes tanto técnicos como educacionales.

Usando los marcos teóricos educacionales relacionados con el diseño de la instrucción y los procesos de test de verificación, validación y usabilidad como punto de partida, se presentan un conjunto de criterios de evaluación heurística de usabilidad que contribuyen a la mejora de aplicaciones multimedia usadas en educación y formación a distancia.

Considerando los procesos de test de usabilidad desde su perspectiva funcional, se pueden sintetizar los siguientes aspectos:

- La realización de test formales (i.e. aquellos que necesitan alta infraestructura incluyendo un espacio físico dedicado y profesionales, software y hardware especializados) representa un aumento radical en el presupuesto de las organizaciones, lo que torna inviable su imple-

mentación de manera generalizada.

- Se establecen métodos alternativos de test de usabilidad, denominados métodos o técnicas de inspección, que definen las bases para la concepción, diseño e implementación de modelos alternativos de bajo coste:
  - Se define un modelo de test heurístico (i.e. el modelo SSTM) basado en los principios semánticos, sintácticos e híbridos con el cual se verifican y validan los aspectos funcionales de las aplicaciones multimedia y se examina su usabilidad respecto al modelo de la instrucción propuesto.
  - La realización del análisis de las influencias determinantes entre los elementos del modelo SSTM permite el diseño de un mapa conceptual, que se utiliza en la identificación de los procesos de desarrollo donde los problemas y errores encontrados han sido generados.
- Se modifica la forma de evaluar la usabilidad de aplicaciones multimedia incorporando marcos teóricos educativos. De esta manera, se evidencia la necesidad de examinar la adquisición y retención de conocimiento durante la evaluación de sistemas interactivos multimedia educativos.

En este punto del presente trabajo es posible afirmar que el objetivo central inicialmente planteado ha sido alcanzado, es decir, ha sido posible construir un conjunto de criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia, considerando tanto los aspectos ergonómicos y relativos

a los procesos de test, como también las características de los modelo de instrucción fundamentalmente involucrados en transferencia de información (i.e. proceso enseñanza-aprendizaje).

Para probar la hipótesis planteada, se ha realizado un análisis teórico y empírico de las aplicaciones multimedia desarrolladas por el Laboratorio Multimedia (UPC) guiados por los métodos de investigación “teoría fundamentada en datos” y “estudio de caso”. Como una de las estrategias de adquisición de datos, se considera el modelo SSTM, el cual está compuesto por una estructura conceptual, un método de aplicación y herramientas de apoyo.

Es relevante señalar que el desarrollo de la investigación ha seguido una línea evolutiva desde un panorama general sobre la ingeniería de software, pasando por el análisis de procesos de software y, específicamente, procesos de test, hasta la incorporación de los aspectos ergonómicos (i.e. usabilidad). En paralelo y considerando el contexto educacional, algunas teorías sobre el diseño de la instrucción han sido usadas permitiendo la simbiosis de los ámbitos que delimitan este trabajo.

Se llega a la conclusión de que, el uso de aplicaciones multimedia como modelos de instrucción para la educación y formación a distancia aumenta la adquisición y retención del conocimiento por los usuarios. Para ello, es fundamental que se consideren los criterios de evaluación de usabilidad relacionados con la organización del contenido, la estructura y la operación de la aplicación y con la interacción hombre-ordenador.

## 9.2 Aportaciones experimentales

La finalización de esta etapa de la investigación comprende un conjunto de resultados respaldados por los métodos de investigación utilizados (i.e. la teoría fundamentada en datos y el estudio de caso). Además de validar la hipótesis planteada, dichos resultados han facilitado identificar las siguientes aportaciones:

- Correspondencia entre los procedimientos de test y los procesos de desarrollo.
- Análisis de las influencias determinantes.
- Modelo de test semántico y sintáctico.
- Estrategia de análisis de datos de usabilidad.

### 9.2.1 Correspondencia entre los procedimientos de test y los procesos de desarrollo

A través de un análisis metódico, ha sido posible establecer una correspondencia entre los criterios de evaluación de usabilidad y los procesos principales del ciclo de vida de desarrollo de las aplicaciones multimedia desarrolladas por el Laboratorio Multimedia (UPC) (véase Tabla 6.5, página 206). Esta correspondencia ha permitido reducir el tiempo de desarrollo de dichas aplicaciones multimedia a través de cambios en el sistema de edición.

### **9.2.2 Análisis de las influencias determinantes**

El estudio sobre la interrelación entre los agentes del modelo SSTM ha permitido desarrollar la técnica de análisis de las influencias determinantes cuyo resultado se presenta en la Tabla 8.1(página 284). Dicha técnica se caracteriza por el diseño de un meta-modelo, una taxonomía y el análisis interpretativo de las interrelaciones entre los elementos identificados en la taxonomía.

### **9.2.3 Modelo de test semántico y sintáctico**

El modelo de test SSTM es un modelo de test heurístico que considera los principios semánticos, sintácticos e híbridos definidos en el estudio taxonómico de la naturaleza de los test (véase Capítulo 6, página 174). A través del modelo SSTM se verifican y se validan los aspectos funcionales de las aplicaciones multimedia, examinando su usabilidad respecto al modelo instructivo propuesto.

### **9.2.4 Estrategia de análisis de datos de usabilidad**

Una estrategia de análisis de datos de usabilidad (véase Capítulo 6, página 210) que permite examinar las correlaciones entre los datos de seguimiento académico, los datos sobre la usabilidad de la aplicación multimedia analizada y la cantidad de problemas encontrados durante en los procedimientos de test. A partir de estos datos, se construye una tabla de datos a través de la cual se determinan los parámetros de test que facilitarán la la identificación los problemas principales de los prototipos de las aplicaciones multimedia durante su desarrollo.

### 9.3 Aportación teórica

Inicialmente, se acota el campo de actuación de la investigación a través de la problemática definida, el objetivo planteado y sus límites y limitaciones. Además, se establecen cuestiones a través de las cuales se formula la hipótesis principal de la tesis (véase Capítulo 1).

De esta manera, se definen los aspectos metodológicos de la investigación. Se presenta la metodología empleada para desarrollar el estudio, desde su diseño hasta las conclusiones. La metodología se basa en la investigación cualitativa y utiliza el enfoque interpretativo con el propósito de entender el uso de aplicaciones multimedia en educación y formación a distancia. Para ello, se aplican dos métodos de investigación: la teoría fundamentada en datos y el estudio de caso (véase Capítulo 2).

Como se ha comentado, el estudio teórico caracteriza los ámbitos de la presente tesis. El Capítulo 3 se dedica al estudio de dos ámbitos delimitadores de este trabajo: la educación y formación a distancia y las tecnologías de la información y comunicación. Por una parte, se presenta una visión general sobre la educación, en la cual se definen los marcos teóricos educacionales. Además se realiza un análisis sobre la adopción de la educación a distancia y el tratamiento necesario para lograr el éxito educativo a través de esta modalidad de enseñanza.

El análisis realizado a partir de la teoría de los objetivos educacionales indica que en las aplicaciones multimedia diseñadas como herramientas instructivas para la educación y formación a distancia se usan básicamente los niveles jerárquicos: conocer, comprender y aplicar. En este sentido, se re-



comienda la implementación de experimentos con el propósito de verificar si se puede diseñar un modelo de instrucción aplicada que considere los objetivos educacionales: analizar, sintetizar y evaluar. De esta manera, se completa la jerarquía de esta teoría, lo que puede determinar otros criterios de evaluación de usabilidad.

Por otra parte, se presenta un panorama general de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, a partir del cual se definen los formatos de las aplicaciones multimedia analizadas. Dichos formatos consisten en CD-ROM (i.e. productos) y WEB (i.e. servicios). Se acaba el capítulo presentando algunas consideraciones éticas respecto al uso de la educación y formación a distancia basada en sistemas informáticos.

El Capítulo 4 aporta una visión general de los aspectos principales de la usabilidad que demarcan el ámbito de la ergonomía usado en la investigación. Se describen sus características principales, las cuales permiten sacar el máximo rendimiento de una persona a partir de la adecuación de los sistemas informáticos a sus usuarios. Como se ha visto, la usabilidad se define como una importante referencia para el control de la calidad de sistemas y por extensión, de aplicaciones multimedia usadas en educación y formación a distancia.

Se examina dicha calidad a través de métodos (e.g. los estudios de opinión, los protocolos “Pensando Alto”, las entrevistas, la observación formal e informal, etc.) y procesos (e.g. la evaluación heurística, la revisión de guías y reglas, la inspección basada en estándares, el seguimiento cognitivo, etc.)

Dentro de este contexto, se ha presentado un modelo de ciclo de vida de la ingeniería de usabilidad basado en los principios fundamentales para el

diseño de sistemas: el enfoque temprano en los usuarios y tareas, la medición empírica y el diseño iterativo.

El capítulo 5 presenta los marcos teóricos del ámbito de la ingeniería de software en donde se investigan los análisis y diseños de modelos conceptuales de flujos de trabajo, la estructura de organización y la gestión y control de calidad.

Ante esto, ha sido posible entender los vínculos existentes entre el modelo SSTM y la ingeniería de software, la cual es una disciplina que involucra diversas metodologías, métodos, técnicas y herramientas con el objetivo de desarrollar sistemas de información de alta calidad.

El panorama presentado parte de la definición de software y sus características, pasando por los modelos y estándares internacionales de proceso de software, hasta la definición de modelos de proceso de test.

En el que se ocupa el Capítulo 6, se presenta el estudio sobre el dominio de la naturaleza de los test de verificación, validación y usabilidad aplicados a aplicaciones multimedia. Este estudio se basa en un meta-modelo, compuesto por los enfoques analítico y matemático, que representa dicho dominio. Usado el meta-modelo como punto de partida, se construye una taxonomía sobre la naturaleza de los test, la cual ha permitido diseñar el modelo SSTM.

A pesar de que la presente investigación presta atención al enfoque analítico, se comenta el enfoque matemático considerando sus características principales, tales como las técnicas de adquisición y análisis de datos y los posibles métodos de diseño del modelo matemático.

Además, en este capítulo, se hace un análisis cuantitativo de los datos obtenidos de los cuestionario de usabilidad aplicados a los usuarios de aplica-

ciones multimedia (véase Apéndice A). Los resultados de los análisis han permitido validar la taxonomía propuesta y, por consiguiente, el modelo SSTM. Dichos resultados indican que la usabilidad de una aplicación multimedia influye en el aprendizaje de su usuario. Se considera las correlaciones de Pearson la medida del grado de influencia.

Los Capítulos 7 y 8 explican el modelo de test semántico y sintáctico (SSTM), el cual consiste en una de las aportaciones principales de la investigación. El modelo SSTM está constituido por agentes, ítems de interés y criterios de evaluación. El diseño del modelo SSTM considera un estudio lexicográfico de los ítems de interés presentado en el Apéndice B. Además, ha sido realizado el análisis de las influencias determinantes (véase Apéndice C) entre los elementos del modelo SSTM (i.e. los agentes, los ítems de interés y los criterios de evaluación), el cual se caracteriza como una de las actividades de validación de dicho modelo.

Como se ha comentado, el objetivo principal del modelo SSTM es definir la aceptabilidad y la usabilidad de un producto y/o servicio a través de las actividades de verificación, validación y de los test de usabilidad. Además, a través del modelo SSTM, se ha recogido los datos sobre los problemas identificados durante los procedimientos de test. Dichos datos forman parte de la tabla de datos de la estrategia de análisis de la usabilidad de aplicaciones multimedia presentada en el Capítulo 6.

## 9.4 Líneas futuras de investigación

Como se ha dicho, la presente tesis cierra primera etapa de la investigación sobre la usabilidad de sistemas interactivos multimedia. A partir de este trabajo, se abre un abanico de tópicos a los que esta investigación no ha llegado, ya sea por los límites demarcados (véase Capítulo 1, página 11) o por el enfoque analítico que caracteriza el estudio. Así pues, se proponen algunas líneas de investigación que representarán la continuidad de esta tesis:

- El diseño del modelo matemático. Este proceso consistirá en la determinación de la función objetivo que representará la maximización del aprendizaje de aplicaciones multimedia usadas en educación y formación a distancia, a partir de los criterios de evaluación de usabilidad propuestos en el modelo SSTM, la determinación de los valores cuantitativos de las restricciones identificadas a partir del meta-modelo, y finalmente, el diseño y análisis del modelo matemático.
- El estudio sobre la influencia determinante de los agentes del modelo SSTM (véase Tabla 8.1, página 284) utilizando la teoría de los grafos, la red de Petri y otros modelos estructurales propuestos en la literatura.
- El estudio sobre la usabilidad de productos y servicios basados en tecnologías emergentes (i.e. aquellas que aún no son completamente asequibles debido a su coste alto o a la complejidad de su uso).